

Министерство сельского хозяйства РФ
Федеральное агентство по рыболовству

**ФГОУ ВПО «МУРМАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**



Международная научно-техническая конференция

«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ – 2007»

(4–13 апреля 2007)

**Мурманск
2007**

Наука и образование – 2007

[Электронный ресурс] / МГТУ.– электрон. текст дан. (18 Мб) – Мурманск: МГТУ, 2007. – 1 опт. Компакт-диск (CD-ROM). – Систем. требования: PC не ниже класса Pentium I; 32 Mb RAM; свободное место на HDD 150 Мб; Windows 9x, 2000, XP; дисковод CD-ROM 2-х и выше. – Международная научно-техническая конференция «Наука и образование – 2007» – электрон. текст подг. ФГОУВПО «МГТУ»

НТЦ «Информрегистр» 0320700491 от 05.03.07

18 Мб

1 оптический компакт-диск

Компьютерный набор и редактирование: Простаков И.Е.,
Косолапов А.Н.

НТЦ «Информрегистр» 0320700491 от 05.03.07

© Мурманский государственный технический университет, 2007

Оглавление

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ «НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ – 2007»	17
БОРИСЕНКО О.К. О поддержке образовательной, научно-технической и инновационной деятельности в Мурманской области.....	18
КОЗЛОВ Н.Е., ИВАНОВ А.А. Об участии Апатитского Филиала МГТУ в научно-интеграционных процессах	21
МАЛЫШЕВ В.С. Инновационная деятельность кафедры «Энергетика и транспорт» в развитии экономики Мурманской области	26
СЕРЕДА А.-В.И. Основные этапы развития и внедрения образовательных дистанционных технологий в МГТУ в 2007-2008 годах.....	31
СЕКЦИЯ: «ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ»	36
БРИК Л.В. Информационные технологии в системе образования.....	37
ДМИТРИЕВ М. М. Проведение практических занятий в режиме on-line в системе дистанционного обучения.....	40
КОЛПАКЧИ С.С. Реализация автоматизированного рабочего места методиста в рамках технологии дистанционного обучения	44
КОСТИКОВ А. Н. Профессиональная подготовка преподавателя высшей школы к деятельности в системе дистанционного обучения на фоне социально-экономических преобразований в России.....	46
МАЛАЕВА А.В. Дистанционное обучение английскому языку в учебных заведениях и система дополнительного профессионального образования	52
МАСЯГИНА З.А. Некоторые подходы к управлению качеством образования	55
МЕДВЕДЕВ В.А., ЯРУЛЛИНА А.Р. Разработка тестовых заданий при организации дистанционного обучения.....	60
МЕНЬШИХ Н.Г. Электронное пособие как элемент дистанционного обучения студентов – заочников.....	64
НИКОЛАЕНКО О.А., ПЕТРОВ Б.Ф. Роль тестового контроля при дистанционном обучении.....	67
ПЕТРОВ Б.Ф., НИКОЛАЕНКО О.А., СЕРЕДА В.И. Дистанционное обучение в МГТУ – опыт и перспективы развития	70
ПЕТРОВА Л.А., ДЯКИНА Т.А. Из опыта преподавания дисциплины «Химия» студентам ИДО МГТУ	73
ФАХРУТДИНОВА Е.В. Современные методы контроля знаний студентов при дистанционном обучении	76
ШИЯН А.Ф., ШИЯН П.А. Компьютерное моделирование при изучении дисциплины «Теоретические основы электротехники»	86
ЮРКО А.С. Форум как средство для проведения удаленных консультаций и электронных семинаров	90

СЕКЦИЯ: «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРОГРАММНЫЕ РАЗРАБОТКИ»	94
БЕРЕЗОВСКИЙ Л. В. Разработка требований к программному обеспечению для достижения функциональной пригодности.....	95
БОГДАНОВИЧ Д.В. Применение генетического алгоритма в задаче оптимизации Брэгговского волоконного световода с полой сердцевиной	101
ВОЗЖЕННИКОВ А.П. Технологические аспекты разработки обучающих программ	107
ГАБРЮК В.И., ТЕЛЯТНИК О.В. Моделирование якорного крепления ставных неводов.....	111
ДРАНИЦА Ю.П. Корректный метод оценки спектральной плотности на основе линейной модели.....	116
ДРАНИЦА Ю.П. Фильтрация и декомпозиция сигнала на основе метода коллокации	121
ЕФИМЕНКО П.А., СЕРЕДА В.И. Создание программного комплекса для разработки, проверки работоспособности и анализа численного метода.....	126
ЖУРАВЛЕВ А.Н., БОРИСОВ М.А. Моделирование процесса сборки под сварку резьбового соединения бурового алмазного долота	131
ЖАРКИХ А.А., КОЛПАКЧИ С.С. Анализ томографического метода для распознавания символов рукописного текста	135
ЖАРКИХ А.А., ЮРКО А.С. Сравнение базисов вейвлетов для представления речевых сигналов.....	140
ЖУРАВЛЕВ А.Н. Моделирование взаимодействий роликов в тяжело нагруженных опорах	145
ЗУБОВА Ю.В., ЕФИМЕНКО П.А. Качество образовательного процесса: взгляд преподавателей и студентов на проблему	149
КОРНЕВ К.П., КАЩЕНКО Н.М., ШРАМКО В.А., ШУШАРИНА Н.Н. Применение метода «плавающей» аппроксимации при автоматических измерениях физических величин в реальном времени	153
КОРНЕВА И.П., СИНЯВСКИЙ Н.Я. Двумерные нутационные спектры ЯКР стеклообразного триселенида мышьяка	159
КОРНЮШИН Ю.П., ФИНОШИН А.В., КОРНЮШИН П. Ю. Идентификация нелинейных систем при случайных испытательных сигналах с использованием матричных методов.....	163
ЛАЗАРЕВА И.М. Модель адаптивного обучения студентов с помощью электронных учебно-методических материалов	168
МЕЛЬНИКОВ Д.В., КОРНЮШИН Ю.П. Проекционно-матричный метод идентификации нелинейных систем автоматического управления.....	172
ПРЫГУНОВ А.И., БОБРОВСКИЙ Н.А., ПРЫГУНОВА М.А. Спектральный анализ с регулируемым разрешением на сверхкоротких выборках: время-частотный микроскоп.....	177
СЕМЕНОВ И. Е. , РЫЖЕНКО С.Н., ПОВОРОВ С. В. Динамическое моделирование процесса пластического деформирования тонкого листа на стане гибки-формовки	182
СЕРЕДА А.-В.И. Основные принципы построения технологии эффективного численного прогнозирования характеристик природных динамических систем	188
СЕРЕДА А.-В.И. Уточнение прогноза распределения геофлюидальных давлений в процессе бурения	199
СОТНИКОВ И. И. О перспективах развития программного комплекса математического моделирования движения судна.....	207
ФИЛИН А.А., ОГАНИН И.И. Возможности использования сценарного моделирования для изучения динамики запаса трески в Баренцевом море	213
ЯКОВЛЕВ Г. Г. О некоторых методах оптимизации триангуляционной сети	217

СЕКЦИЯ: «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА И ШЕЛЬФА БАРЕНЦЕВА МОРЯ»	225
БАЯНОВА Т.Б., СКУФЬИН П.К. Геохимические особенности вулканитов Печенгской структуры как отражение глубинных мантийных процессов в раннем протерозое Кольско-Карельского региона	226
ВОЙТЕХОВСКИЙ Ю. Л. Новые (забытые старые) акценты кристалломорфологии.....	231
ДУДКИН О. Б. К проблеме наноразмерных минеральных частиц в решении технологических и экологических задач	237
ЕДИГАРЬЕВ В.Г. К вопросу резервирования запасов руды при их нормировании по степени подготовленности к добыче	243
ЕЛИСЕЕВ Р.А., БАЛАГАНСКИЙ В.В. Примеры прогрессивной деформации в палеопротерозойских породах Кольского региона.....	247
ЗОЗУЛЯ Д.Р., БОЧКОВОЙ В.В. Распределение REE в породах Кейвского щелочногранитного комплекса	253
ЗОЗУЛЯ Д.Р. Состав и строение мантии архейских кратонов Балтийского щита и проблема алмазности Кольского региона	259
КОЗЛОВ Н.Е., МАРТЫНОВ Е.В., СОРОХТИН Н.О., КОЗЛОВА Н.Е., ИВАНОВ А.А. Особенности вещественного состава метаморфитов Кейвского домена.....	264
МАРАКУШЕВ А.А., СКУФЬИН П.К. Угледородное дыхание земного ядра в эволюции плюм-тектоники Кольского региона	268
МУДРУК С.В., БАЛАГАНСКИЙ В.В. История деформаций Серговской толщи раннего докембрия юго-востока Кольского полуострова	274
ПОЖИЛЕНКО В.И. Раннедокембрийские конгломератобрекчии Чунозерской зоны: новые данные	279
ПОЖИЛЕНКО В.И. Раннедокембрийские эруптивные брекчии Чунозерской зоны: новые данные	284
ПРЕДОВСКИЙ А.А., ВОЙТЕХОВСКИЙ Ю.Л., ЧИКИРЁВ И.В., СКУФЬИН П.К., ПРИПАЧКИН В.А. Новые обобщенные данные по главным особенностям крупных золоторудных областей мира как основа прогнозирования месторождений золота в пределах Кольского региона	288
СКУФЬИН П.К. Псевдоконгломераты в основании разреза пород Печенгской структуры как продукт флюидизат-эксплозивной системы	297
СЕКЦИЯ: «ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В АРКТИКЕ»	303
БУДОВЫЙ В.И., ХОРОЗОВ С.В., INACIO M. MARTIN, МЕДВЕДЕВ В.А., БЕЛОГОЛОВ В.С. Физико-статистическое моделирование параметров системы «океан-атмосфера» в предположении гелиозависимости парникового эффекта. Долгосрочный прогноз эпизода La-Niña, состоявшегося зимой 2005-2006 гг.	304
БУДОВЫЙ В.И., ХОРОЗОВ С.В., INACIO M.MARTIN, МЕДВЕДЕВ В.А., БЕЛОГОЛОВ В.С. Глобальное перераспределение годового количества осадков под влиянием солнечной активности и космических лучей.....	312
ВОЛКОВ М.А., РОМАНОВА Н.Ю. Влияние неоднородной магнитосферно-ионосферной проводимости на ионосферную конвекцию	320
ЕФИМЕНКО П.А. Создание программного комплекса для разработки и анализа программной реализации глобальной численной модели верхней атмосферы Земли (UAM)	323
ЗОЛОТОВ О.В. Современные технологии обеспечения доступа к геофизическим базам данных.....	329

ЗОЛОТОВ О.В. Геофизический WEB-портал глобальной численной модели верхней атмосферы Земли (UAM)	331
ЗУБОВА Ю.В., ДОРОНИНА Е.Н., НАМГАЛАДЗЕ А.А., ГОНЧАРЕНКО Л.П. Влияние термосферных ветров на поведение F2-слоя ионосферы в период магнитных бурь апреля 2002 года.....	338
КОРАБЛЕВА И.В., НАМГАЛАДЗЕ А.Н., ТЕРЕЩЕНКО Е.Д., ХУДУКОН Б.З. Влияние учета высыпаний мягких электронов на воспроизведение результатов томографических реконструкций электронной концентрации в теоретических модельных расчетах	346
МАРТЫНЕНКО О.В., КНЯЗЕВА М.А. Развитие модели UAM посредством подключения к ней ряда эмпирических моделей по технологии метамоделей.....	351
МАРТЫНЕНКО О.В., ЮРИК Р.Ю., АРТАМОНОВ И.В. Реорганизация блока расчета электрического потенциала модели UAM для использования эмпирических моделей ионосферных проводимостей и продольных токов	354
НАМГАЛАДЗЕ А.А. О возможных физических механизмах формирования ионосферных предвестников землетрясений.....	358
ПОРУБОВА С.В., ПРОХОРОВ Б.Е. Тестирование теоретической модели верхней атмосферы Земли в зависимости от пространственных и временных шагов для термосферных параметров	363
ПРОХОРОВ Б.Е., МАРТЫНЕНКО О.В. Исследование зависимости решений глобальной численной модели верхней атмосферы UAM от шагов интегрирования по времени	372
ПРОХОРОВ Б.Е., МАРТЫНЕНКО О.В. Исследование зависимости решений глобальной численной модели верхней атмосферы от шагов сетки по долготе	380
ЧУКИН В.В. Основные особенности математической модели физических свойств атмосферы	386
ШОЛОХОВ В.С. Определение среднего пробега фотона в слаборелятивистской плазме	390
СЕКЦИЯ: «ХИМИЯ»	394
АНТОНИКОВ С.А., ЗАЙЦЕВ А.С. Строение координационного полиэдра иона Co^{2+} с сополимером полиакриламида и полиакриловой кислоты.....	395
БЕЗЫМЯНОВА Ю.А. Оптимизация кристаллизационного разделения оксихлорида циркония и хлорида натрия из солянокислых растворов.....	399
ВАСЁХА М.В., МОТОВ Д.Л. Исследование продукта сульфитной конверсии железистого кека как пигментного прекурсора	404
ВОВК Д.Н., ПРОКОПОВ Н.И., ГРИЦКОВА И.А. Модификация полимерных микросфер путем химического осаждения ионов металлов на их поверхность	407
ГАВРИЛОВА А.В., КОРОБОВА Е.А., БЕЛОВА Л.О., КИРИЛИН А.Д. Использование реакции переаминирования в синтезе гетероциклических продуктов	413
ДЯКИНА Т.А., ДЕРКАЧ С.Р., ПЕТРОВА Л.А. Смеси желатины с лецитином как стабилизаторы дисперсных систем.....	417
ЗАХАРЕНКОВ В.В., ЗАХАРЕНКОВА Н.В., ИВАНОВА Т.Г. Изучение сорбции америция на органических и органо-минеральных компонентах почвенного комплекса	423
КОСЕНКО Н.Ф., ФИЛАТОВА Н.В., КУЛИКОВА Г.М. Спекание оксида алюминия с использованием алюмогеля.....	429
КОСЕНКО Н.Ф., ВИНОГРАДОВА Л.А., ТАРАСОВА А.В., БАРЫКИНА О.И. Влияние механической обработки извести на скорость ее гашения.....	434
КУКУШКИНА А.Н., ДЕРКАЧ С.Р. Поверхностные свойства смесей бычьего сывороточного альбумина с катионными ПАВ	439

ФУРСИНА А.Б., ГОРОХОВ Р.В., ПАВЛОВ П.А. Синтез, строение и антимикробная активность комплексов d-элементов с нитрофурансодержащими амидразонами.....	442
ХАДЫКИНА Е.А. Применение метода потенциометрического титрования для изучения комплексообразования.....	445
ЧЕБОТОК Е.Н., НОВИКОВ В.Ю., КОНОВАЛОВА И.Н. Влияние кристаллической структуры и сольватации хитина на кинетику щелочного деацетилирования.....	450
СЕКЦИЯ: «ЭКОЛОГИЯ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»	458
БОЛДЫРЕВА К.Л., ЗАВАЛКО С.Е. Гибкость талломов фукоидов как регулятор их обтекания.....	459
ЗАВАЛКО С.Е., ХОДЯКОВА А.И. Размерный состав естественных субстратов как экологический регулятор структуры фитообрастания в условиях литоральной экосистемы с антропогенным химическим загрязнением	464
КАЛЬСИНА Е.Н., БЕРЁЗА И.Г. Повышение эффективности очистки воды р. Лавны за счет использования природных сорбентов	469
КАНИЩЕВ А.А., ДАУВАЛЬТЕР В.А. Влияние ГМК “Печенганикель” на экологическую обстановку водоемов Печенгского района.....	471
ПЕТРОВА В.И., КОНОВАЛОВ Д.А., ЛИТВИНЕНКО И.В. Гранулометрический контроль группового и молекулярного состава органического вещества пелитовых фракций донных отложений Баренцева моря	477
СМИРНОВ Д.В., СТАНКЕВИЧ О.И. Технологии ликвидации разливов нефти в условиях Арктики	482
ФУРСИНА А.Б., РЕПНАЯ Л.Ф., ЛАРИОНОВ К.В. Проблема диоксинов при утилизации некондиционных пестицидов.....	484
ЧУПРУНОВ А.А. Контроль состояния окружающей среды в районе расположения Кольской АЭС.....	489
ЯЩИШИНА С.И., ДАУВАЛЬТЕР В.А. Влияние стоков горнорудных предприятий на содержание халькофильных элементов в озере Умбозере	495
СЕКЦИЯ: «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИИ».....	501
БЕЛОНОВОВ К.А. Различия глубины вынужденного покоя двулетних побегов <i>betula czerernovii</i> orlova в различных орографических условиях в начале вегетационного периода и их адаптационная роль	502
БЕРЕЗИНА И.А., КАЛИНИН А.М., КАВЦЕВИЧ Н.Н. Определение минимального частотного интервала между двумя разными звуковыми сигналами, распознаваемыми представителями семейства настоящие тюлени.....	505
БЕРЕЗИНА И.А., КАВЦЕВИЧ Н.Н. Изучение способностей серых тюленей к формированию зрительной дифференцировки по принципу ахроматичности.....	510
БУТВИЛОВСКИЙ А.В., БАРКОВСКИЙ Е.В., БУТВИЛОВСКИЙ В.Э., ДАВЫДОВ В.В., ЕФИМОВ Д.Ю., ЛИННИК Ю.И. Зависимость содержания гуанина и цитозина в отдельных положениях кодона от общей ГЦ-насыщенности экзонов генов алкогольдегидрогеназ человека.....	514
ГОЛЯК И.В., ЛЮБИН П.А. Распределение морских звезд (<i>Asteroidea</i> , <i>Echinodermata</i>) в восточной части Баренцева моря по данным экосистемной съемки ПИПРО 2005 года.....	519
ГОРБУНОВА С.И. Выращивание хвойных растений в ботаническом саду МГТУ	522
ГОРБУНОВА С.И. Всхожесть семян многолетних цветочно-декоративных и травянистых растений, собранных в дендрарии МГТУ	528

ГОРБУНОВА С.И. Древесные и кустарниковые растения лиственных пород, выращенные из семян, в ботаническом саду МГТУ	533
ДУБРОВИН Н.С. Репродуктивный цикл исландского гребешка	539
ЖУК В.А. Биоэкономический мониторинг промысловых районов северо-восточной Атлантики. Состояние и перспективы	542
ГОЛОВКИНА О.А., КАЛИНИНА Н.Р. Эпизоотическая ситуация некоторых рыбохозяйственных водоемов Мурманской области	544
КРАВЕЦ П.П. Оценка современного состояния популяций мидий тюва губы Баренцева моря	549
ЛЕВЫХ А.Ю. Пространственно-временная динамика генетической структуры приишимских популяций узкочерепной полёвки (<i>Microtus gregalis</i> Pall)	552
МАЛАВЕНДА С.В. Влияние солености на <i>Fucus vesiculosus</i> L. Баренцева моря	558
МАЛАВЕНДА С.С. Физиологические параметры кроны <i>Fucus distichus</i> L. Мурманского побережья Баренцева моря	563
МАМЕДОВ Д. К. Влияние природных фитогормонов на развитие и прерывание покоя у древесных растений	568
МЕТЕЛЬСКИЙ А.А. Изменение активности каталазы в тканях бурых водорослей <i>Fucus vesiculosus</i> и <i>F. distichus</i> губы Дальнезалецкая Баренцева моря в условиях длительного отсутствия освещения	571
ПАНТЕЛЕЕВА И.В. Биохимические исследования брюхоногих моллюсков семейства Littorinidae из разных мест обитания в Кольском заливе	574
ПОДКОПАЕВ Я.В. Исследование разнокачественности роста сигов <i>coregonus lavaretus</i> L. кольского полуострова и методологические подходы к определению их возраста	579
ПОЛЯКОВА А.Н. Субстратно-экологический анализ флоры кустистых и листоватых лишайников г. Апатиты	583
ТРАВИНА С.Н., ШЛЯПНИКОВА А.С., АБАКШИНА С.В., АХТУЛОВА Е.М. Применение экологически чистых методов для защиты картофеля от фитофтороза	585
ЮРКО А.С. Динамика гематологических показателей представителей двух видов настоящих тюленей под влиянием левамизола	590
СЕКЦИЯ: «БИОЭКОЛОГИЯ»	595
БЕСКИЩЕНКО В.В., МАРТЕМЬЯНОВА Е.С. О методологии устойчивого лесопользования в регионе	596
БЕССОЛОВ А.Ю. Обобщение и визуализация данных экологического мониторинга методом ГИС	602
ГАБОВА О.В. Некоторые особенности биологии и структуры популяции <i>Metridia longa</i> (Lubbock) в центральной и северо-восточной части Баренцева моря	606
ГОЛОВИНА Ю.Ю. Об учете факторов воздействия нефтегазодобывающего комплекса на морские арктические экосистемы в методологии ОВОС	612
МАРТЕМЬЯНОВА Е.С., ГОЛОВИНА Ю.Ю. Природно-климатические особенности Баренцева моря, учет которых необходим при разработке методологии ОВОС	618
ДРОЗДОВА Е.И., МАРТЕМЬЯНОВА Е.С. Об экологической политике предприятия	625
ЖУРАВЛЁВА Н.Г., ЛАРИНА Т.М. Причины возникновения деформаций ното хорда у молоди трески <i>GADUS MORHUA MORHUA</i> L.	631
ЖУРАВЛЁВА Н.Г., ЛАРИНА Т.М. Развитие плавательного пузыря в онтогенезе трески <i>Gadus Morhua Morhua</i> L.	633

ЖУРАВЛЁВА Н.Г., ЛАРИНА Т.М. Размножение трески в условиях бассейнового содержания на Восточном Мурмане	635
МИНЧЁНОК Е.Е., ЖУРАВЛЕВА Н.Г. Защитные клеточные реакции крови эмбрионов горбуши.....	639
МИНЧЁНОК Е.Е., ЖУРАВЛЕВА Н.Г. О защитных функциях кожи и слизистых оболочек у рыб	642
СЕМЕНИХИНА М.Е. Некоторые аспекты накопления радионуклидов в растительности и грибах в районе размещения Кольской АЭС.....	646
ЮРКО О.Д. Межгодовые вариации сходства сообществ зоопланктона в Кольском заливе....	650
СЕКЦИЯ: «МИКРОБИОЛОГИЯ»	655
АМОСОВА И.А. Изучение физиологических групп бактерий для оценки степени загрязненности воды Кольского залива	656
АНЦИФЕРОВА А.В. Особенности репродуктивной биологии промысловой голотурии <i>Cuscutaria frondosa</i> Баренцева моря.....	658
БОГДАНОВА О.Ю. Оценка качества родниковой воды города Мурманска и его окрестностей на основе химических и микробиологических показателей.....	665
КОШЕЛЕВА Л.П. Дисбактериоз кишечника. Лабораторная диагностика	669
ЛАБИНЦЕВА Е.В., МИШИНЕВА З.Р. Санитарно-паразитологические исследования объектов окружающей среды.....	675
ЛАБИНЦЕВА Е.В., УЛЬЧЕНКО О.П. Ботулизм как пищевая токсикоинфекция. Лабораторная диагностика	680
ЛИСИЦЫНСКАЯ Е.Е., СЕБРУКОВИЧ Ю.М. Микробиологическое качество новых видов продукции из гидробионтов.....	684
МОЛЧАНОВСКАЯ Т.И. Исследование овощей в период зимнего хранения на наличие микроорганизмов рода <i>Yersinia</i>	687
НИКОЛАЕВ А.В., НИКОЛАЕВА Н.В. Патологии репродуктивных органов и молочной железы крупного рогатого скота в Мурманской области	690
НИКОНОВА Е.П. Развитие перифитонных микроорганизмов макрофитов Кольского залива и санитарно-экологическая оценка воды	694
ОСАУЛЕНКО В.Е., ПЕРЕТРУХИНА А.Т., ПЕРЕТРУХИН В.Г. Влияние климата на здоровье северян.....	696
ПЕРЕТРУХИНА А.Т. Санитарно-вирусологические исследования водных объектов	702
ПЕРЕТРУХИНА А.Т. Энтеровирусные заболевания, идентификация и лабораторная диагностика	708
ПЕРЕТРУХИНА А.Т., АНЦИФЕРОВА А.В., МИШИНЁВА Т.К. Воздействие газонефтедобычи и транспортировки нефти на экосистемы Кольского залива и Баренцева моря	713
ПЕРЕТРУХИНА А.Т., МАКАРЕВИЧ Е.В. Интерферон его виды, получение и применение	718
ПЕРЕТРУХИНА И.В., ИЛЬИНСКИЙ В.В., ЛИТВИНОВА М.Ю. Влияние макрофитов на численность и активность эпифитных углеводородокисляющих бактерий.....	722
ПУГОВКИН Д.В., КИРЬЯНОВА Н.Н. Исследования сельскохозяйственных кормов на токсины плесневых грибов.....	727
СБИТНЕВА В.В., ПЕРЕТРУХИНА А.Т. Заболевание новорожденных и родильниц, вызванные бактериями рода <i>Klebsiella</i> в родильном доме г. Мончегорска за 6 лет с 2000 - 2005 г.....	732
УЛЬЧЕНКО О.П. Санитарно-микробиологическая оценка вод Кольского залива	737

ЧЕРТКОВА Е.А., БЕЛОКОПЫТОВА Е.Е. Санитарно-гигиенические исследования кулинарной продукции в процессе хранения	742
СЕКЦИЯ: «БИОХИМИЯ И МЕДИЦИНА».....	745
АНАНЕНКО Н.С. Основные закономерности протеолиза при созревании соленой рыбы	746
АНОХИНА В.С. Способ культивирования баренцевоморской трески в прибрежных районах Западного и Восточного Мурмана	752
АНОХИНА В.С., ПОХОЛЬЧЕНКО Л.А. Экспериментальное изучение биохимического состава молоди атлантического лосося Кольского полуострова	755
БАРАНОК Н.В. Игровая зависимость: причины, развитие, последствия	757
БИЛАН Л.С. Остеопороз. Факторы, влияющие на возникновение и развитие.....	761
ДОРШАКОВА Н.В., КАРАПЕТЯН Т.А., ДЕНИСЕВИЧ Е.П., МАСЮК В.С. Необходимость коррекции влияния окружающей среды на иммунный статус детского населения Карелии	765
КАРАПЕТЯН Т.А. Состояние мембранозависимых процессов и микроэлементный гомеостаз у больных внебольничной пневмонией в Карелии	771
КЛЮЧКО Е.В. Питание и настроение.....	777
КРИВЕНКО О.Г. Причины и общие принципы развития аллергических реакций.....	781
ЛЕБЕДЕВА А.С. Способы самоочищения водоемов при загрязнении полиядерными ароматическими углеводородами.....	788
ЛЕОНОВА Ю.С. Наследственные болезни, сцепленные с X-хромосомой	792
МИНИН В.Н. Опыт транспортировки камчатского краба в живом виде.....	796
МИХНЮК О.В. Пищевые добавки.....	800
ОВЧИННИКОВА С.И., ИГУМНОВ Р.О., МАТВЕЕВ А.Н. Исследования химического состава мышечной ткани рыб семейства Тресковые GADIDAE в процессе хранения при низких температурах (-28°C).....	803
ОВЧИННИКОВА С.И., ИГУМНОВ Р.О. К вопросу об изучении динамик химического состава тканей промысловых рыб в процессе хранения при низких температурах.....	807
ОВЧИННИКОВА С.И., ТИМАКОВА Л.И. Оценка биоэнергетического состояния промысловых рыб Северного бассейна	812
ПАДАЛКО В.В., ШАШКОВА Л.В. О закономерностях проявления биохимических свойств лесной подстилки в условиях бореальной таежной зоны Кольского полуострова	816
ПОХОЛЬЧЕНКО Л.А. Исследование аминокислотного состава мышечной ткани заводской молоди атлантического лосося	819
РЫСАКОВА К.С., НОВИКОВ В.Ю. Фракционирование ферментного препарата гепатопанкреаса камчатского краба <i>Paralithodes camtschaticus</i>	821
СМИРНОВА Е.Б., МУХИН В.А. Сравнительный анализ молекулярно - массового распределения пептидных фракций в составе гидролизатов концентрата белков коровьего молока, получаемых в процессе протеолиза различными ферментными препаратами	825
ФИЛАТОВ Н.В. Альтернативный метод лечения декомпрессионной болезни и баротравмы легких	828
ХАЙРУЛЛИНА В.Р., МУХАМЕТОВ А.Д., ТЮРИНА Л.А., ГАРИФУЛЛИНА Г.Г., ГЕРЧИКОВ А.Я., ЗАРУДИЙ Ф.С. Изучение структурных характеристик эффективных противовоспалительных средств	831
ШАШКОВА Е.В. Зависимость посевных качеств семян хвойных пород местного и инорайонного происхождения от содержания в них водорастворимого белка.....	836

ШИРОКАЯ Т.А. Гидрохимическая характеристика бассейна Кольского залива в условиях антропогенного загрязнения.....	841
ЩЕГЛОВА Ж.А., МОЛДАЖАНОВ Е.Е., НАЙЗАБАЕВА Л., БОЛДИНА Г.Ф., ТУРМАГАМБЕТОВА А.С. Логическое моделирование информационной системы диагностики некоторых сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний.....	846
ЯКОВИШИН Л.А., ГРИШКОВЕЦ В.И., РУБИНСОН М.А., КОРЖ Е.Н. Молекулярные комплексы тритерпеновых гликозидов с протеиногенными аминокислотами	850
СЕКЦИЯ: «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ»	853
БАРЫШНИКОВ А. В. Определение содержания фенолов, карбонильных соединений и кислот в копильных препаратах и экстрактах с помощью радиоволновых концентратометров в диапазоне сверхвысоких и высоких частот	854
БРАЖНАЯ И.Э., ТАШКЕВИЧ С.Н., ЛИСИЦИНСКАЯ Е.Е. Обоснование условий и сроков хранения паштетов из малоценных видов рыб Северного бассейна	858
ВОРОБЬЁВ В.В., ЮФЕРОВА А.А., БАЗИЛЕВИЧ В.И. Разработка технологии производства пищевой продукции из медузы	861
ВОРОБЬЁВ В.В. Метод определения диэлектрических характеристик мороженных гидробионтов.....	863
ГОЛУБЕВА О.А., НОВИКОВА Е.С. Экструзия как альтернатива дефростации.....	866
ГОРЛАТОВ А.С. Предпроектный расчет механизма самонастройки рабочего органа выборазделочной машины.....	868
ДИМОВА В.В., ЕРШОВ А.М., ГРОХОВСКИЙ В.А. Определение коэффициентов диффузии соли в рыбе при посоле в тузлуке.....	874
ЕРШОВ М.А., ЕРШОВ А.М., НИКОЛАЕНКО О.А. Расчетный метод определения влажности по толщине филе рыбы в процессах обезвоживания	878
ГОЛУБЕВ Б.В., КОБЫЛЯНСКИЙ И.Г., ШУТОВ А.В., ДОЛМАТОВА Е.В. Новый способ температурных испытаний и испытаний на оттаивание шкафов-витрин в магазинах, кулинарных магазинах, ресторанах, кафе и столовых.....	883
ШОКИНА Ю.В., КИРИЛЮК О.А., БЕЛОКОПЫТОВА Е. Е. Оптимизация сроков годности и условий хранения подкопченной рыбы	892
КУРАНОВА Л.К. Разработка инструментальных методов измерения реологических показателей качества гидробионтов и фаршевой продукции на приборе «Food Checker»	899
КУЧИНА Ю.А., ДУБРОВИН С.Ю., КОНОВАЛОВА И.Н. Белковые ферментативные гидролизаты из гидробионтов, полученные электрохимическим способом.....	904
ЛИСУНОВ В.Е., НИКОЛАЕНКО О.А., ПИСКУНОВИЧ Д.И. К вопросу увеличения сроков годности икры трески мороженной	909
МАЖИРИНА Г.Г., СЕМЕНОВ Б.Н. Исследование влияния замораживания жидким азотом методом дозирования на физико-химические показатели мышечной ткани рыбы.....	912
НИЗКОВСКАЯ О.Ф., ГРОХОВСКИЙ В.А. Разработка новой технологии формованных изделий из гидробионтов.....	914
НИКОЛАЕНКО О.А., КУРАНОВА Л.К., РУСНАК С.В. Разработка режимов стерилизации консервов типа «Рыба копченая в масле»	916
ДЯКИНА Т.А., ДЕРКАЧ С.Р., НИКОЛАЕНКО О.А., ПЕТРОВА Л.А. Использование лецитина в производстве рыбных стерилизованных консервированных продуктов	920
ПЛЕШКОВА Р.А. Установка для получения гранул при производстве имитированной икры.....	923

НИКОЛАЕНКО О.А., РУСНАК С.В. Разработка технологии консервов с использованием копильного геля	926
СИТНИКОВА Е.В., МАКСИМОВА С.Н. Обоснование применения хитозана для увеличения хранимоспособности малосоленых лососевых	929
ШАПОВАЛОВА Л.А., СЛОВОЛИТОВА Г.К., НЕПОМНЯЩИХ Т.А. Национальная стандартизация в рыбной отрасли как один из важнейших инструментов технического регулирования	933
ШОКИНА Ю.В., ВЕРНУСЬ Т.В. Разработка методики определения массовой концентрации общих фенолов в дымовоздушной смеси и анализ их содержания в копильном дыме, вырабатываемом ИК-дымогенератором, в зависимости от температуры пиролиза	938
ШОКИНА Ю.В., ГРОХОВСКИЙ В.А., БЕСПАЛОВА В.В., КИРИЛЮК О.А., БЕЛОКОПЫТОВА Е.Е. Обоснование сроков годности малосоленой рыбы с ароматом копчения	943
СЕКЦИЯ: «ЭНЕРГЕТИКА И ТРАНСПОРТ».....	949
БАЯСГАЛАН ЗАГДХОРОЛ Современное состояние ЭЭС Монголии	950
ВЕТЛУЖСКИХ С.Ю., МАЛЫШЕВ В.С. Проект регионального центра сертификации транспортных средств	955
ЖИВОДЕРОВ А.А. Небалансы электроэнергии на объектах и причины их возникновения	958
МАКАРОВА И.В., ГЕРАСИМОВ С.А. Техничко-экономическое обоснование реконструкции автопредприятий на 50-100 автомобилей с обеспечением повышенного качества технического обслуживания и ремонта двигателей легковых и грузовых автомобилей	963
МАКАРОВА И.В., ХАБИБУЛЛИН Р.Г., БЕЛЯЕВ А.И., МУХАМЕТДИНОВ Э.М. Проектирование системы электронного документооборота технического отдела автосервисного предприятия	966
МАЛЫШЕВ В.С., СМУРОВА О.М. Эко-эффективность на региональном уровне	971
ПИРМАТОВ Н.Б., МУСТАФАКУЛОВА Г.Н. Исследование по коронкам зубцов составляющей реактивности дифференциального рассеяния обмотки возбуждения турбогенератора	976
САБИРОВА Я.М. Методика расчета тепловых нагрузок объектов коммунального сектора	979
ХАБИБУЛЛИН Р.Г., МАКАРОВА И.В., ДИЛЕБАШВИЛИ Р.Е. Формы и методы подготовки квалифицированных специалистов для предприятий автомобильной отрасли.....	984
ХАБИБУЛЛИН Р.Г., МАКАРОВА И.В., ЛЫСАНОВ Д.М. Изучение влияния динамики спроса на функционирование предприятий автомобильного сервиса	989
ХАБИБУЛЛИН Р.Г., МАКАРОВА И.В., САХАПОВ И.А. Применение IT-технологий для повышения эксплуатационной надежности автомобильной техники	994
СЕКЦИЯ: «БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО».....	999
АНИСИМОВ А.Н., ЮДИН Ю.И., РЯБЧЕНКО Р.Б., АНИСИМОВ А.А., РАМКОВ И.А. О безопасной стоянке танкера у плавтерминала	1000
АНИСИМОВ А.А., ТРОПИН Б.Л., САРЛАЕВ В.Я., РАМКОВ И.А. Надежность функционирования организационно-технической системы несения вахты	1002
ДУДЧЕНКО В.М., БАХАРЕВ А. Е. Расчет центра тяжести Z_g по периоду качки Т (рекомендации для капитана).....	1005
БОЙЧУК С.И., КЛОЧКОВ Д.Н., ШАТОХИН Б.М., ГОМОНОВ А.Д. Использование промысловых судов для акустического мониторинга и оценки состояния биоресурсов в Северо-Восточной Атлантике.....	1010
ВУЛЬФОВИЧ Б.А., СОРОКИН Р.С. Реальная точность астрономических наблюдений по Солнцу и Луне в полярных широтах	1014

ГЛАДЫШЕВСКИЙ М.А. Учет состояния способности к оптимальности связей в системах менеджмента безопасностью судовождения.....	1019
КУКУИ ФИРМИН ДЖИВО, ФУРГАСА ДЕСАЛЕНЬ МАРДАСА, ЛУКИН М.А. Проблема оптимизации механизма функционирования системы управления состоянием безопасности судов.....	1021
ЖУК В.А., КЛОЧКОВ Д.Н. Биоэкономический мониторинг, как основа рационального управления и использования морских биоресурсов (на примере Северо-Восточной Атлантики)	1023
КУДАКАЕВ В.В. Некоторые конструкторские решения в траловых системах	1026
НЕДОСТУП А.А., АЦАПКИН Е.К. Исследование коэффициента трения урезов снюрреводов.....	1030
НЕДОСТУП А.А., АЦАПКИН Е.К. Моделирование характеристик урезов снюрреводов с учетом механических свойств грунтов.....	1034
ОСИПОВ Е.В. Совершенствование конструкций оттяжек ставных неводов.....	1039
ОСИПОВ Е.В. Методы структуризации требований ограничений для проектирования орудий рыболовства	1044
ПАСЕЧНИКОВ М.А., ПЕНЬКОВСКАЯ К.В., СОЛЯНИН А.В. Живучесть организационно-технических систем, обеспечивающих управление состоянием безопасной эксплуатации судов.....	1049
САНАЕВ А.И., МЕНЬШИКОВ В.И., КНЫШЕВ А.И. Обеспечение безопасного лова морепродуктов вблизи внешних границ режимных зон.....	1051
САНАЕВ А.И., КНЫШЕВ А.И., САНАЕВ А.М. Использование новых изоповерхностей при определении места судна по двум навигационным спутникам Земли	1055
САНАЕВ А.И., КНЫШЕВ А.И., САНАЕВ А.М. Повышение точности определения места судна в территориальных водах.....	1058
ВУЛЬФОВИЧ Б.А., ФОГИЛЕВ В.А. Реальная точность астрономических наблюдений по двум звездам.....	1066
ПАСЕЧНИКОВ М.А., ФУРГАСА ДЕСАЛЕНЬ МАРДАСА, ГНИЛОЗУБЕНКО В.В. Структурный анализ контроля состояния эксплуатации судна.....	1073
ШАТОХИН Б.М., СУРНИН В.Н., КЛОЧКОВ Д.Н., БОЙЧУК С.И. Информационная поддержка работы промыслового флота в Северо-Восточной Атлантике с применением нейрокompьютерных технологий.....	1075
ШЕХОВЦЕВ Л.Н. Системные представления об управлении процессом лова.....	1077
СЕКЦИЯ: «РАДИОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ В АРКТИКЕ И СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ».....	
БОРИСОВА Л.Ф. Способ представления сильно связанных произвольных сетевых топологий с помощью графов кодовых пересечений.....	1083
ГУРИН А.В. Исследование схемы подключения несимметричного фидера к симметричному излучателю в пакете Ansoft HFSS.....	1088
КИСИН Ю.К., КУКУШКИН А.Б., АЛЕКСЕЕВ А.Е. Способ и алгоритмы пассивной навигации ЛА по сигналам телеметрических измерительных систем.....	1092
КРИВЕНКО О.И., ПЯТСИ А.Х. Исследование эффективности псевдокогерентной обработки сигнала некогерентной РЛС	1097
ЛУКАШ Д.В., ПЯТСИ А.Х. Исследование эффективности подавления сигнала с симметричным спектром в блоке формирования компенсирующего напряжения	1101
ХОЛОДОВ Г.Г., МИЛКИН В.И. Некоторые особенности радиопеленгования при использовании антенн с малой базой	1103

МИЛКИН В. И. Электрический вибратор с диаграммой направленности магнитной антенны	1105
ЛИВЕРКО А.А., МИЛКИН В.И. Оптоволоконные системы и протяженные антенны.....	1107
СУСЛОВ А.Н., ПЯТСИ А.Х. Исследование вклада шумов гетеродина в шум преобразователя частоты при прямом преобразовании частоты.....	1109
СЕКЦИЯ: «ТЕХНОЛОГИЯ СУДОРЕМОНТА».....	1114
БАЕВА Л.С. Особенности внедрения современных методов обучения и подготовки инженеров судомехаников по специальностям “Эксплуатация судовых энергетических установок” и “Судовые энергетические установки”	1115
БАЕВА Л.С. Технологические процессы повышения надежности и прочности деталей судовых технических средств	1118
ВАЩЕНКО И.П. Исследование причин разрушения корпуса запорного проходного клапана ДУ 125 Л/К «Капитан Драницын».....	1119
ЛАВРУШИНА Е.Г. Моделирование долговечности несущих конструкций гибких сооружений аквакультуры	1123
МАРИНИН А.А. Компьютерная программа с элементами АОС по дисциплине «Техническая эксплуатация флота».....	1127
ПАНКРАТОВ А.А. Результаты испытаний и внедрения безразборной технологии. Диагностика главных редукторов рыбопромысловых судов.....	1129
ПЕТРОВА Н.Е., БАЕВА Л.С. Прочность корпусных конструкций судна – надежность судовых технических средств	1132
ХОДЯКОВА А.И. Академик А.Н. Крылов у истоков теории корабля в России	1138
СЕКЦИЯ: «СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ»	1143
ВАСИЛЬЕВ М.В. Способ регулирования частоты вращения и защиты судового главного двигателя	1144
ВИНОКУРОВ А.Н., НЕЧАЕВ Е.П. Трибохимический режим смазки судовых дизелей	1148
ГИЛЬМИЯРОВ Е.Б., ХЛАПОВ Д.В. Комплектование СЭУ с учетом распределения нагрузки по времени	1154
ЕФРЕМОВ Л.В. Проблемы изучения крутильных колебаний судовых силовых установок...1158	
ПРЫГУНОВ А.И. Новый подход к вибродиагностике зарождающихся дефектов мощных поршневых машин.....	1161
НЕЧАЕВ Е.П., СТОЛЯРЕНКО А.И. Об изменении свойств материалов после обработки магнитными полями напряжённостью до $3,6 \cdot 10^7$ А/м.....	1165
ЩЕГЛОВ А.А. Новый подход к регулированию частоты вращения главного двигателя промышленного судна	1167
СЕКЦИЯ: «АВТОМАТИКА И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ»	1172
МАСЛОВ А.А., ВИСКОВ А.Ю., ВЛАСОВ А.В., КУРАМШИНА А.Р., КАЙЧЕНОВ А.В. Компьютеризированные лаборатории – новый этап в подготовке инженерно-технических кадров	1173
ЕРШОВ А.М., ГРОХОВСКИЙ В.А., МАСЛОВ А.А., ВЛАСОВ А.В. Получение математической модели температурного поля в полости автоклава.....	1177

ВЛАСОВ А.Б. Термографическая диагностика объектов энергетики (особенности реализации инженерного курса)	1180
МАСЛОВ А.А., КАЙЧЕНОВ А.В. Автоматическая система управления микроклиматом на базе микропроцессорных регуляторов «ОВЕН»	1182
ЕРШОВ А.М., МАСЛОВ А.А., КУРАМШИНА А.Р. Разработка устройства определения концентрации растворов	1186
МАСЛОВ А.А., ВЛАСОВ А.В., КУРАМШИНА А.Р. Распределенная система сбора данных и управления ICN	1189
ПРОХОРЕНКОВ А.М. Управление технологическими процессами на базе программного обеспечения SCADA –систем	1193
ПРОХОРЕНКОВ А.М., АЛЕКСЕЕВ С.В., ГЛУХИХ В.Г., САБУРОВ И.В. Разработка автоматизированной системы распределённого управления теплоэнергетическим предприятием	1197
ПРОХОРЕНКОВ А.М., СОВЛУКОВ А.С., КАЧАЛА Н.М. Определения характеристик случайных процессов с использованием методов нечеткой логики	1202
АЛЕКСЕЕВ С.В., ПРОХОРЕНКОВ А.М., САБУРОВ Е.И., САБУРОВ И.В. Централизованное управление теплоснабжением города.....	1207
САВАТЕЕВ Д.А., ШИЯН А.Ф. Преодоление методологической разобщенности электротехнических дисциплин средствами компьютерного моделирования	1212
ЕРШОВ А.М., МАСЛОВ А.А., СОВЛУКОВ А.С., ФАТЕЕВ В.Я., ЯЦЕНКО В.В. Определение выходной характеристики радиочастотного концентратомера	1217
СЕКЦИЯ: «ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ШЕЛЬФОВЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ».....	1222
ГЕРАСИМОВА О.В. Методика работы с программой ANSYS на примере определения напряженно-деформированного состояния элемента трубопровода	1223
ДЖАМАЛОВА Э.Б. Применение компьютерных программ Mathematica и AutoCAD для выполнения расчетов по креплению скважин при курсовом проектировании	1224
ПАПУША А.Н., ДЖАМАЛОВА Э.Б., ШТРАССЕР В.В. Разработка конструкции первой сверхглубокой скважины на морском месторождении в Арктике.....	1225
ДЖАМАЛОВА Э.Б. Совершенствование технологии крепления нефтяных и газовых скважин эксплуатационной колонной.....	1226
КИРЕЕВА О.И. О преподавании дисциплины «Инженерные расчеты в НГД».....	1227
КОРОТАЕВ Б.А. Определение порового давления в процессе морского разведочного бурения на нефть и газ	1229
МОТЫЛЕВА Т.А., ПЕТРОВ Б.Ф. МОРЖ – экологическая малоопасная смазочная добавка для бурения на шельфе арктических морей.....	1232
МОХОВ Г.В., ЯВНЫЙ Ю.П. Трубоукладочная баржа «МРТС Defender»	1236
ШИШКО А. Л. Техника и технология строительства наклонно - направленных и горизонтальных скважин с большим отходом ствола от вертикали.....	1239
ЯГУБОВ Э.З. Технология анаэробной герметизации композиционных труб.....	1243
СЕКЦИЯ: «ВОЕННАЯ ПОДГОТОВКА В ВУЗЕ».....	1246
ВОКУЕВ С. Л. Пути формирования педагогического мастерства военного педагога	1247
ИСАЕВ А.А. Подводные силы ВМФ России на защите рубежей государства.....	1249
КОНДРАТЕНКО А.С. Особенности оплаты воинского труда.....	1255

МАГАКОВ М.Ю. Средства информатизации учебного процесса в вузах	1257
ПАВЛЮК И.Н. Малоизвестные имена и сражения Русского ВМФ. (Русско-шведская война 1788-1790 гг.)	1259
РОЗГАНОВ С.М. Анализ отдельных направлений реформы системы военного образования	1262
ФИЛАТОВ Н.В. Морская болезнь и ее профилактика	1265
ЧИРКОВ В.Н. Особенности применения подсистемы шумопеленгования гидроакустического комплекса при плавании подо льдом.....	1267
ШАЛАЕВ В.Н. Военно-морская кафедра МГТУ на современном этапе	1269

***ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ –
2007»***

О поддержке образовательной, научно-технической и инновационной деятельности в Мурманской области

Борисенко О.К. *(Начальник отдела развития инноваций и предпринимательства Департамента экономического развития Мурманской области)*

Эффективное использование и наращивание научно-технического потенциала на основе интеграции с образованием, производством и инновационным предпринимательством является необходимым условием решения стратегической задачи по переходу на инновационный путь развития, поставленной в «Стратегии экономического развития Мурманской области на период до 2015 года».

С целью обеспечения управления инновационным развитием в Мурманской области разработана нормативная правовая база научной, научно-технической и инновационной деятельности¹. Основным инструментом реализации региональной научно-технической политики является региональная целевая программа. Разработана и реализуется уже третья по счету РЦП «Развитие научной, научно-технической и инновационной деятельности в Мурманской области на 2006-2008 годы».

За 2006 год в рамках этой программы: профинансировано 16 проектов научных исследований на общую сумму 1 млн. рублей (аналогичная сумма привлечена из РФФИ); проведена международная научно-практическая конференция «Национальная морская политика и экономическая деятельность в Арктике», поддержано 10 региональных конференций; создан Центр Трансфера Технологий на базе КНЦ РАН и проведена исследовательская работа по созданию Международного инновационно-технологического центра МГТУ.

В числе приоритетных для Правительства стоит задача обеспечения научно-технического комплекса высококвалифицированными кадрами, привлечения в научную деятельность молодых людей. С этой целью в 2006 году в рамках программы впервые проведен региональный конкурс научных работ молодых ученых и специалистов Мурманской области, а в 2007 будет реализовано мероприятие «Поддержка научных школ для молодых ученых». К числу первоочередных задач относится создание специализированных учебных центров на базе МГТУ и КНЦ РАН по подготовке специалистов в области инновационного менеджмента. Комплексное решение проблемы кадров для инновационного развития требует также организации переподготовки кадров специалистов, с учетом требований развивающейся

¹ Законы Мурманской области от 08.11.2001 № 301-01-ЗМО «Об основах организации научной, научно-технической и инновационной деятельности в Мурманской области», от 31.05.2004 № 484-01-ЗМО «Об инновациях и инновационной деятельности в Мурманской области»; от 02.03.2004 №61-ПП «О координационном Совете Мурманской области по научно-технической и инновационной деятельности».

экономики. Нужны новые интеграционные формы, объединяющие возможности научных, производственных и образовательных структур для подготовки кадров.

Несмотря на сложности последнего десятилетия, научно-техническая сфера региона сохранила свой потенциал: при сокращении общей численности занятых, количество докторов и кандидатов наук увеличилось. Область твердо удерживает второе место в СЗФО по такому показателю, как объем выполненных научно-технических работ. С целью поощрения творческой активности ученых области в получении результатов высокого уровня, ориентированных на решение актуальных проблем социально-экономического развития Мурманской области проведен конкурс монографий и научных трудов, направленных на социально-экономическое развитие Мурманской области. Результаты многих из представленных работ в ближайшее время могут быть использованы в экономике области.

Для повышения значимости конкурсов, престижности звания победитель (лауреат) регионального конкурса и вовлечения все большего круга участников в январе 2007 года Правительством принято решение об увеличении размера премий победителям и лауреатам регионального конкурса монографий и научных трудов и конкурса научных работ молодых ученых и специалистов Мурманской области, введена специальная премия за лучшую студенческую работу, а также премии научным руководителям победителей этого конкурса.

Инновационное развитие экономики не может быть обеспечено за счет бюджетного финансирования, однако средства бюджета могут и должны выступать рычагом, стимулирующим это развитие. Между Правительством Мурманской области и РФФИ заключено соглашение о финансировании фундаментальных исследований в сфере естественных и технических наук. Ежегодно, начиная с 2003 года, на поддержку проектов выделяется по 1 млн. рублей из областного бюджета и из средств РФФИ. В этом году подготовлено соглашение с РГНФ, в соответствии с которым по аналогичной схеме будут финансироваться исследования в гуманитарной сфере. Еще один механизм финансирования, заложенный в программе, это создание регионального фонда ориентированных исследований. Уже есть первый результат: в этом году 4 проекта будут профинансированы на паритетных началах за счет средств предприятий и РФФИ.

Важнейшим условием активизации инновационной деятельности выступает привлечение финансов из внешних источников для целей коммерциализации технологий. Так, например, в этом году увеличено финансирование мероприятия «Организация создания инновационных предприятий и содействие их взаимодействию с фондами поддержки научно-технической и инновационной деятельности». Это позволит подготовить несколько заявок для получения финансирования в Фонде содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, Фонде технологического развития или других формируемых в РФ межрегиональных

и отраслевых внебюджетных фондах, предоставляющих гранты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

При реализации региональной научно-технической политики Мурманской области значительное внимание уделяется созданию инновационной инфраструктуры. В этом году началось строительство областного инновационного бизнес-инкубатора в г.Апатиты, в рамках российско-норвежского сотрудничества готовится проект по созданию Баренцбизнеспарка и инновационной школы. Началась подготовка к созданию бизнес-инкубатора на базе МГТУ. Конечным результатом этой деятельности должна стать целостная региональная инновационная система, обеспечивающая быстрое и эффективное введение в хозяйственный оборот передовых технологий.

Об участии Апатитского Филиала МГТУ в научно-интеграционных процессах

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

Abstract. Similarly to the European Educational Community, it nowadays is being created a united European Scientific Community. This has been maintained by many countries, including Russia. The Apatity Branch of Murmansk State Technical University (MSTU) as an organization created on the basis of the Kola Science Centre RAS with an active part of MSTU seems to consider discussing possible participation in this process quite rational.

Интеграция России в мировое сообщество сегодня происходит вне зависимости от желания кого-либо и является катализатором интеграционных процессов во всех сферах. По аналогии с Болонским процессом создания единого образовательного пространства, сегодня в Европе происходит процесс формирования и Единого Научного Пространства. В рамках программы конференции «Наука и образование-2005» мы говорили о нашем опыте интеграции фундаментальной науки и высшего образования. На аналогичной конференции «Наука и образование-2006» мы изложили свое видение Болонских инициатив. Сегодня Апатитский Филиал МГТУ, как организация, созданная совместно КНЦ РАН и МГТУ, должен представлять, какие процессы происходят в Европейском научном сообществе и каково в этих процессах место Филиала.

Напомним, что в 2000 году вступило в силу соглашение о научно-техническом сотрудничестве России с Европейским Союзом и Европейское сообщество стало более заинтересовано в участии России в программах и проектах европейской Комиссии. Напомним также, что проект создания единого Европейского научного пространства (European Research Area – ERA), впервые озвученный на Лиссабонском заседании Европейского Совета в марте 2000 г., установил соответствующие рамки в отношении сферы научных исследований в Европе. "Создание Европейского научного пространства для роста знаний" - эта центральная тема непосредственно продиктована стремлением добиться успеха "Лиссабонской Стратегии".

Основное содержание концепции ERA выражено в следующих постановках целей его построения: создание научного пространства, не разделенного национальными границами, что должно увеличить число новых рабочих мест и конкурентоспособность ЕС; повышение эффективности использования финансовых средств для привлечения инвестиций в научно-инновационную сферу; содействие мобильности кадров, особенно – молодых ученых и женщин; создание максимально благоприятных условий для проведения научных исследований в Европе; повышение результативности исследований; усиление инновационных процессов в Европе.

Этот процесс развивается достаточно бурно. Так, на саммите в Санкт-Петербурге еще в мае 2003 г. была достигнута договоренность об укреплении сотрудничества в целях создания общего пространства науки и образования. Через 2 года, в мае 2005 года в Москве Президентом России В.В. Путиным, Премьер-министром Люксембурга Ж.-К. Юнкером, Председателем Комиссии Европейских сообществ К.М. Дурау-Баррозу и Верховным представителем ЕС по внешней политике и безопасности Х.Соланой утверждена «Дорожная карта» по общему пространству науки и образования.

Вопросы формирования Единого научного пространства активно обсуждаются в научном мире. Не остаются в стороне от этого процесса и вузы России, тем более что, как показано выше, научное и образовательное пространство как объект объединения, обсуждаются совместно. К примеру, на выборах ректора Южно-Уральского госуниверситета говорилось, что одна из главных задач ВУЗа – войти в Европейское научное пространство, наладить тесное сотрудничество с ведущими университетами Европы и мира.

Новый импульс сотрудничеству России и ЕС в сфере науки и должна придать начинающаяся в 2007г Седьмая Рамочная программа Европейского Союза, которая предусматривает широкое вовлечение российских вузов и научных учреждений в общие исследовательские проекты по всем приоритетам. Она будет базироваться на четырех подпрограммах соответствующих четырем основным компонентам Европейского научного исследования: 1. Сотрудничество; 2. Идеи; 3. Люди; 4. Потенциал. Предложение Работать на полную мощность Программа начнет с 1 января 2007 года. Россия, как страна, тяготеющая к Европе в области науки, как говорилось ранее, имеет полное право принимать участие в проектах программы.

Здесь стоит перейти от глобальных проблем к тем, которые актуальны для нашего региона. Представляется, что в условиях возрастающей конкуренции вузов России нам, как одному из старейших и ведущих вузов области надо проявить инициативу и постараться найти путь к более активному вхождению в процесс международной интеграции. Убеждены, пройдет немного времени и этот аспект деятельности высших учебных заведений станет одним из главных их показателей при различного рода рейтинговых оценках. На первый взгляд возникает вопрос – а что мы можем? Процессы действительно глобальные и идут как бы помимо нас. Но это не так. Постараемся показать это на небольшом примере.

Мы, как филиал Университета, организованный изначально для более тесной интеграции с наукой и поэтому более тесно связанный с научными организациями Кольского научного центра РАН, уже начали предпринимать в данном направлении определенные шаги. Напомним, что Седьмая Рамочная Программа, о которой говорилось выше, разработана с целью создания единого Европейского Научного Пространства для формирования международных консорциумов, осуществляющих интеграцию научно-технических достижений стран Европы, для концентрации в Европе научно-исследовательского потенциала. С учетом этого в настоящее время АФ

ФГОУ ВПО «МГТУ» работает над организацией Северо-Европейского научно-образовательного консорциума «Фенноскандия» по геоэкологическим, геологическим и горно-химическим проблемам. В нем планируется участие Институтов Кольского научного центра РАН (КНЦ РАН), являющихся базовыми для кафедр АФ МГТУ – Геологического института (ГИ КНЦ), Горного института (ГОИ), Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья (ИХТРЭМС), Полярно-альпийского сада-института (ПАБСИ), Института проблем промышленной экологии севера (ИПЭС) - и наших скандинавских коллег из университетов Лулео, Оулу, Тромсе.

Целями такого консорциума являются:

- установление контактов и заключение соглашений установление прямых контактов между факультетами, кафедрами и другими структурными подразделениями учебных заведений о сотрудничестве в области распространения экологических, горно-геологических, химико-технологических знаний;

- совместная подготовка и переподготовка кадров, развитие обменных программ лекторами и студентами, как в части учебного процесса, так и в вопросах организации и проведения летних практик;

- разработка совместных учебных программ, курсов, а также разработка и издание совместных учебников, пособий и другой литературы по экологическим, горно-геологическим, химико-технологическим знаниям;

- организация летних школ для студентов различных специальностей с целью ознакомления их с проблемами в области экологии, горно-геологических работ и развитии химических технологий;

- организация и развитие сотрудничества по дистанционному образованию;

- организация совместных конференций, семинаров по актуальным экологическим, горно-геологическим и химико-технологическим вопросам;

Задачи консорциума определены как:

- подготовка кадров и внедрение лучших экологически чистых мировых образцов техники и технологий для добычи и переработки имеющихся природных ресурсов, как решение одной из первостепенных проблем устойчивого развития;

- реализация проекта, как конкретный шаг в интеграции образовательных учреждений в единое образовательное и информационное пространство на Европейском Севере.

- содействие открытому доступу к знаниям с использованием дистанционных технологий;

- организация открытого обмена знаниями в области эколого-геолого-горно-химико-технологических дисциплин между российскими и зарубежными образовательными учреждениями;

- содействие открытому обмену опытом по внедрению современных технологий в образовательную сферу;

– создание и организация доступа к открытым информационным ресурсам по международному и трансграничному региональному сотрудничеству в районе Северо-Европейского пространства;

– стимулирование открытого партнерства для граждан и организаций, заинтересованных в развитии сотрудничества в Регионе;

Ожидаемые результаты проекта:

– повышение квалификации и переподготовка профессоров и преподавателей университетов Северо-Европейского пространства по актуальным экологическим, горно-геологическим и химико-технологическим вопросам и тем самым повышение преподавания связанных с этими вопросами дисциплин;

– совершенствование совместной деятельности вузов, способствующее улучшению взаимопонимания между студентами и дальнейшему развитию интеграционных процессов;

– повышения общей экологической культуры населения Северо-Европейского пространства;

– создания новых образовательных и научных структурных подразделений, позволяющих оперативно реагировать на запросы рынка специалистов, повысить конкурентоспособность выпускников вуза;

– внедрения современных технологий, техники через развитие инновационной деятельности и создание соответствующих структур;

– создания международной инфраструктуры и системы курсов дистанционного обучения, что позволит внедрить новые формы и методы обучения на основе телекоммуникаций, информационных технологий и систем мультимедиа;

Таким образом, мы уже приступили к частичной реализации задач, предусмотренных Седьмой Программой. То, что данные планы имеют шанс остаться не только на бумаге, подтверждает то, что интерес к такой интеграции проявили наши финские партнеры. Собственно, сама эта программа и родилась после совместного заседания с представителями геологических служб, университетов и других организаций Северной Финляндии, заинтересованных в таком сотрудничестве не только из общеевропейских побуждений, но и в связи с необходимостью более активной работы со своей общественностью, негативно воспринимающей расширение строительства горно-рудных предприятий, что необходимо для более устойчивого развития нашего северного соседа.

Кроме данной программы мы работаем сейчас и над укреплением связей в сфере образования и науки с Польшей. Осенью 2006 года в Кракове, на встрече с деканом факультета Геологии, геофизики и охраны окружающей среды Горно-металлургической Академии профессором Я. Матушкевичем мы решили, что целесообразно заключить договор между их факультетом, нашим филиалом, а также Геологическим институтом КНЦ РАН. Этот договор предполагает, в принципе, решать те же вопросы, которые мы определили для консорциума «Фенноскандия». А это значит, что если мы его

подпишем и начнем реализовывать, со временем консорциум и решаемые им задачи можно будет расширить и вывести за пределы Северной Европы.

Данная публикация – повод еще раз обратить внимание на данную проблему внимание всех факультетов и кафедр МГТУ с тем, чтобы наш университет более активно вошел в подобный процесс. Напомним, что вот уже почти пять лет наши коллеги из Петрозаводска, из ПетрГУ, работают над проектом создания Северо-Европейского открытого университета. Нам представляется, что потенциал нашего университета не меньше.

Инновационная деятельность кафедры «Энергетика и транспорт» в развитии экономики Мурманской области

Малышев В.С. (МГТУ, кафедра «Энергетики и транспорта»,
e-mail: Malyshevvs@mstu.edu.ru)

The onshore industry in Murmansk Oblast and adjacent areas are dominated by the mining sector industry, including ore extraction, minerals processing and process metallurgy. This sector dominates the industrial energy consumption. The industrial processes and the energy utilising and generating equipment in the heavy industries in Murmansk Oblast have been optimised for artificially low energy prices. Improved energy efficiency is certainly one of the most important possibilities for making the industries in Murmansk Oblast more competitive on the international market.

Современное состояние экономики Мурманской области, так же как и российской экономики в целом, характеризуется низким технологическим уровнем производства, сопровождающимся выделением больших объемов отходов, низкой энергетической эффективностью и экологической чистотой подавляющего числа промышленных и коммунальных объектов, а также неразвитостью транспортной инфраструктуры. В среднем на единицу произведенной продукции в нашей стране потребляется в 3-4 раза больше энергии, чем на аналогичных объектах в странах Западной Европы. При этом несравнимо велика и доля прямых потерь энергии на пути от производителя к потребителю.

Низкая эффективность энергоиспользования в нашей стране во многом обусловлена устаревшим подходом к управлению и контролю за использованием энергоресурсов в промышленности, а также проводимой в годы советской власти политикой заниженных цен на энергоресурсы, доля которых в себестоимости промышленной продукции составляла от одного до нескольких процентов.

С развитием рыночной экономики ситуация кардинально изменилась. Ввиду быстрого увеличения цен на энергоносители затраты на них в промышленности многократно выросли. Соответственно увеличилась и их доля в себестоимости промышленной продукции. В ряде отраслей эта доля сейчас составляет от 15 до 40 %. Причем, такая тенденция в ближайшие годы сохранится, поскольку государственная политика в области цен на энергоресурсы заключается в том, чтобы в перспективе сравнять внутренние цены с мировыми. Одновременно в управлении экономикой по-прежнему доминирует технократический подход, основой которого является принцип минимизации затрат на производство продукции и выработку энергии.

В то же время мировым сообществом разрабатывается и получает все более широкое практическое применение стратегия «Устойчивого развития» (Sustainable development), принятая Международной конференцией ООН в Рио-де-Жанейро в 1992 году. «Устойчивое развитие» следует понимать как процесс, нацеленный на приспособление человеческой деятельности к природным ресурсам и к способности природы противостоять антропогенной деятельности. Эта стратегия подразумевает существенное переосмысление как политических, так и экономических подходов к управлению государством, где решающую роль должна играть экологическая политика. Данная стратегия поведения принята в Европейском сообществе, она последовательно реализуется наиболее развитыми государствами, такими как США и Япония. Одной из основ «Устойчивого развития» является концепция «Чистого производства» (Clean production). Чистое производство – это постоянное применение интегрированной превентивной экологической стратегии к процессам, продукции и услугам для повышения общей эффективности и сокращения рисков для человека и окружающей среды. Чистое производство может быть применено к процессам в любой отрасли промышленности, к самой продукции и разным услугам, предлагаемым в обществе. Мероприятия в рамках концепции чистого производства тесно связаны с целым рядом других концепций превентивного характера, таких как «Минимизация образования отходов», «Экоэффективность», «Промышленная экология», «Проектирование с учетом экологии». Таким образом, в современных условиях основными задачами развития отечественной экономики становятся положения концепции Устойчивого развития, а с учетом текущего отставания Российской экономики, темп внедрения новых подходов должен стать максимальным. Применительно к Мурманской области, где основными отраслями экономики являются горнорудная промышленность, включающая добычу руды, ее обогащение и переработку, а также металлургическое производство, для которых особенно характерны огромные количества отходов и выбросов, а также высокое энергопотребление, приоритетными представляются разработки, направленные на рациональное использование всех видов сырьевых ресурсов, в том числе и в топливно-энергетическом комплексе, повышение энергоэффективности существующих производств и повсеместное внедрение энергосберегающих технологий. Жизненно важными являются также задачи, связанные с утилизацией огромных накопленных объемов промышленных отходов и снижение технологических выбросов. Совершенно очевидно, что развитие этих направлений – важнейшее условие повышения конкурентоспособности отечественных промышленных предприятий, а в конечном итоге – даже условие их выживания. Очевидно также, что обеспечить такое реформирование экономики можно лишь за счет активной инновационной деятельности, а также совершенствования законодательной базы и существующей правоприменительной практики, которая ставила бы производителя в жесткую зависимость от стоимости используемых сырьевых и энергетических ресурсов, а также от объемов и качества производимых

отходов и выбросов. Одним из доказанных постулатов концепции «Устойчивого развития» является необходимость комплексной оптимизации технологических производств и недопустимость, а вернее вредность ограниченных локальных модернизаций. Принятие же конкретных инновационных проектов должно обосновываться с помощью отработанных и подтвержденных практикой оптимизационных технологий, учитывающих как экономическую составляющую принятых решений, так и их экоэффективность.

Многое в этом направлении государством уже делается. Так, в ноябре 2001 года правительством РФ была принята Федеральная целевая программа "Энергоэффективная экономика" на 2002-2005 годы и на перспективу до 2010 г. Целями и задачами программы являются перевод экономики России на энергосберегающий путь развития, надежное обеспечение энергоносителями отраслей экономики и снижение издержек производства в энергетическом секторе. Необходимость инновационного реформирования экономики постоянно подчеркивается в выступлениях президента России. Данная выше характеристика экономики региона в полной мере распространяется и на его транспортный комплекс, на всю транспортную инфраструктуру. Особенно неудовлетворительно состояние автомобильного транспорта. На наших дорогах эксплуатируются морально и материально устаревшие, изношенные автомобили, потребляющие значительно больше топлива и выбрасывающие в атмосферу гораздо больше токсичных выбросов, чем их зарубежные аналоги. Эксплуатация таких транспортных средств требует значительных эксплуатационных расходов и сопровождается повышенными отходами. Причем вопросы утилизации этих отходов практически не решаются. А ведь недаром считается, что одним из важнейших достижений западной экономики последних 50 лет является обустройство свалок, то есть организация хранения отходов. Положение в автотранспортном комплексе усугубляется неразвитостью транспортной инфраструктуры, связанной недостаточным количеством и совершенно неудовлетворительным качеством автомобильных дорог и городских улиц. Работа автотранспортного комплекса сопровождается недопустимо высоким уровнем дорожно-транспортного травматизма. Объясняется это не только ментальностью российских водителей и пешеходов, но и в большой мере техническим состоянием транспортных средств и необустроенностью городских дорог и особенно пересечений улиц. К сожалению, создается впечатление, что снижение дорожно-транспортного травматизма не является задачей муниципальных органов власти, так как они не предпринимают никаких мер по совершенствованию инфраструктуры городских улиц.

Уникальность нашего региона состоит в том, что мы непосредственно граничим со странами, где накоплен неоценимый интеллектуальный и практический опыт решения такого вида задач и где положения концепции Устойчивого развития стали принципами национальной политики. МГТУ за последние годы накопил опыт сотрудничества с научными центрами соседних территорий Финляндии, Швеции и Норвегии и в сотрудничестве с

ними готов реализовать большинство из сформулированных выше проблем. Каковы же направления инновационной деятельности, которые следует развивать и внедрять в первую очередь, и при реализации которых МГТУ могло бы сыграть исполнительную и координирующую роль.

1. Оказание практической помощи крупнейшим предприятиям индустриального сектора области, таким как КГМК, ОАО «Апатит», в решении оптимизационных задач по направлениям и способам модернизации их технологических производств, утилизации технологических выбросов, в том числе методами так называемого промышленного симбиоза за счет интеграции тепловых схем предприятий ми муниципальных образований.

2. Снижение потерь в электрических и тепловых сетях при производстве и транспортировке электрической и тепловой энергии за счет оптимизации сетей, широкого использования высокоэффективной теплоизоляции и внедрения высокотехнологичных средств регулирования и контроля потребления энергии.

3. Снижение потребления тепловой и электрической энергии жилых и производственных зданий за счет модернизации систем их теплоснабжения и вентиляции, утепления наружных ограждений, внедрения систем автоматического контроля и регулирования.

4. Исследование состава промышленных и муниципальных отходов и разработка способов их утилизации и хранения.

5. Разработка средств мониторинга и управления качеством работы промышленных и муниципальных систем водоснабжения.

6. Разработка средств и технологий обработки и утилизации промышленных и муниципальных стоков.

7. Разработка проекта и создание на базе МГТУ регионального центра технического контроля и сертификации транспортных средств, подготовка и повышение квалификации специалистов, занимающихся вопросами безопасности дорожного движения.

8. Разработка технико-экономических методов учета потерь от дорожно-транспортного травматизма и расчета инвестиционной привлекательности мероприятий по совершенствованию дорожно-транспортной инфраструктуры с учетом климатических особенностей региона.

Одновременно с решением этих научно-технических задач следует проводить и методическую перестройку учебного процесса, которая может быть сформулирована как «Обучение в целях Устойчивого развития», что предполагает качественно иную трактовку большинства изучаемых общественно-экономических и специальных дисциплин и предусматривает;

- междисциплинарный и холистический подход, при котором обучение устойчивому развитию встроено в весь учебный план, а не преподается отдельным предметом;
- продвижение ценностей устойчивого развития;
- многосторонность используемых методов;
- совместное принятие решений

– релевантность, то есть обращение как к глобальным, так и местным проблемам.

Совершенно очевидно, что роль вузовского образования является наиважнейшей в обеспечении быстрого и эффективного реформирования нашей экономики и общества и соответственно роль регионального университета, которым по существу является МГТУ, должна быть также определяющей при решении региональных проблем.

Основные этапы развития и внедрения образовательных дистанционных технологий в МГТУ в 2007-2008 годах

Серeda А.-В.И. (МГТУ, проректор по ИТ и ДО)

Совершенно очевидно, что в настоящее время по сравнению еще с недавним прошлым существенно изменились все условия, в которых осуществляется учебный процесс в высшей школе. Нет необходимости перечислять все признаки этих изменений. Они понятны любому. Можно только отметить объективность большинства произошедших изменений и, скорее всего, их необратимость.

Все это приводит к настоятельной необходимости коррекции самой концепции образования, смены методических и технологических подходов к его осуществлению. Новые условия требуют новых подходов к организации и проведению учебного процесса, главной целью которых является сохранение высокого рейтинга выпускника российской высшей школы у потенциальных работодателей.

Одним из важнейших факторов последнего времени можно считать безусловную информационную революцию, произошедшую в человеческом обществе в последние 15-20 лет. Интернет не только практически ликвидировал информационные границы между государствами. Он открыл совершенно новые возможности научной и педагогической деятельности.

При этом:

- заметно возросла доступность учебной и научной информации и оперативность ее получения;
- стала очевидной необходимость постоянного обновления знаний, поскольку часто они устаревают быстрее, чем могут быть получены.

Что касается образовательной сферы, то появились реальные предпосылки предоставления возможности получения профессиональных знаний практически любому человеку, желающему их получить. Важнейшую роль в этом играют новые информационно-коммуникационные технологии, лежащие в основе дистанционных образовательных технологий. Объективно нарастают интеграционные процессы в образовании (Болонский процесс). Создаются мощные виртуальные библиотеки образовательной направленности и образовательные порталы. В качестве примера здесь можно упомянуть интегрированный образовательный портал-шлюз GEM (Gateway to Educational Materials) в США, обеспечивающий доступ к структурированному хранилищу учебных материалов, европейский образовательный портал SchoolNet и ряд других. Реально появляется возможность получения транснационального образования посредством предложения всем и в любое время образовательных программ различных университетов на любом расстоянии. Помимо всего прочего, здесь особо можно отметить опасность стирания национальных различий, что всегда было особенно актуально для малочисленных народов. В сохранении этих

отличий далеко не последнюю роль играет национальное образование. Однако стремительность развития интеграционных процессов, характерная для последних лет, делает эту угрозу актуальной уже практически для всех.

В этой связи важно не отставать от общемировых тенденций, практически внедряя новые образовательные технологии и одновременно сохраняя специфику собственных образовательных традиций.

Процесс освоения и внедрения в реальный учебный процесс дистанционных образовательных технологий в мире начался примерно 15-20 лет назад. В настоящее время эти технологии становятся все более эффективными и завоевывают все большую признательность не только в зарубежных странах, где в настоящее время уже существует порядка десяти так называемых мега университетов с количеством студентов в несколько десятков и даже сотен тысяч человек, но и в России.

Общее информационно-образовательное пространство в России в настоящее время характеризуется развитыми общероссийскими образовательными порталами и ресурсами, виртуальными территориальными объединениями российских университетов, создаваемыми отдельными университетами локальными образовательными информационными сетями. Существуют и развиваются корпоративные дистанционные образовательные учреждения, выполняющие конкретный локальный заказ на подготовку и переподготовку специалистов соответствующего профиля. В частности, в системе ведомственных образовательных учреждений рыбного хозяйства под эгидой Агентства по рыболовству два последних года велась совместная разработка виртуального университета рыболовства (ВУР).

В МГТУ работа в области развития и внедрения дистанционных образовательных технологий (ДОТ) фактически началась в 2005 году, когда в начале июня 2005 года было создано новое подразделение университета – Институт дистанционного обучения (ИДО МГТУ).

За прошедшие полтора с небольшим года прошло первоначальное становление ИДО МГТУ. Отметим основные элементы этого становления.

Практически разработана нормативная база применения дистанционных технологий в МГТУ¹. К этой нормативной базе следует отнести, прежде всего, Положение об ИДО МГТУ, Регламент применения ДОТ в учебном процессе МГТУ, Методические рекомендации по разработке учебно-методических материалов для эффективного использования ДОТ в учебном процессе и ряд других.

Разработаны и утверждены на Ученом Совете МГТУ учебные планы по десяти специальностям высшего образования и подготовлен к утверждению еще ряд аналогичных учебных планов.

¹ Поскольку законодательная основа применения ДОТ в учебном процессе в РФ практически отсутствует в настоящее время, нормативные документы в этом направлении деятельности ВУЗ вправе разрабатывать самостоятельно, посредством приказов ректора или (при необходимости) утверждения отдельных документов на Ученом Совете университета.

1. По дисциплинам социально-экономического и естественнонаучного блоков учебных планов разработаны оригинальные учебно-методические материалы.

2. Практически подготовлены к началу образовательного процесса короткие образовательные программы (не более 72-х часов) по наиболее актуальным для практического освоения ДОТ направлениям.

3. Разработана и успешно функционирует первая версия Интернет сайта ИДО МГТУ, играющего не только информационную роль, но и представляющего собой важный функциональный элемент общей технологии дистанционного обучения, реализуемой в ИДО МГТУ. В частности, на сайте ИДО МГТУ функционирует форум, позволяющий реализовывать дистанционные консультации в реальном масштабе времени, обеспечена возможность дистанционного тестирования знаний и ряд других инструментов, облегчающих освоение учебных материалов, обучающимися дистанционно слушателями ИДО МГТУ.

4. Разработана программная среда, позволяющая автоматизировано формировать тестовые вопросы по образовательным блокам образовательных дисциплин, записывать их в базу тестовых вопросов, автоматически генерировать персональные тестовые задания (тесты), предъявлять их слушателям ИДО МГТУ, записывать и анализировать результаты проведенного тестирования, корректировать тестовые вопросы и соответствующие базы данных практически по всем дисциплинам реализуемых образовательных программ.

5. Достаточно большое количество кафедр и преподавателей МГТУ практически подключились к работе в ИДО МГТУ и приобрели начальный опыт использования дистанционных технологий в образовательном процессе.

6. Началось практическое взаимодействие ИДО МГТУ с филиалами университета в г. Апатиты и в г. Мончегорске Мурманской области. Здесь необходимо отметить, прежде всего, что такое взаимодействие является лишь первым шагом в реализации региональной образовательной сети, которая может быть в конечном итоге создана под эгидой МГТУ на Кольском полуострове.

7. Идет подготовка образовательных программ для старшеклассников средних школ. Существенно отметить, что в качестве главной задачи при работе в этом направлении ставится задача более основательной подготовки учеников старших классов к обучению в высшей школе, а не прагматическая подготовка их к ЕГЭ.

8. С ноября 2005 года в ИДО МГТУ ведется реальный учебный процесс по заочной форме обучения с использованием ДОТ. В настоящее время общее количество слушателей составляет порядка 100 человек.

На базе достигнутых результатов в 2007-2008 годах предполагается решение следующих основных проблем:

1. Завершение работы по созданию нормативной базы, позволяющей полноценно организовывать учебный процесс с применением ДОТ в МГТУ

2. Создание системы пространственно распределенных в Кольском регионе опорных пунктов дистанционного обучения на базе филиалов и представительств МГТУ. Прежде всего, в городах Апатиты, Мончегорск, Североморск и Кандалакша. В городе Мурманске такая система должна базироваться на взаимодействии со школами, техникумами и колледжами города.

3. Создание полноценного программно-технического обеспечения учебного процесса с использованием ДОТ. Оно должно включать в себя с технической стороны систему пространственно распределенных компьютерных классов, подключенных к интернет и объединенных при необходимости в единую сеть. С точки зрения программного обеспечения речь идет о развитом программном обеспечении, позволяющем осуществлять полноценную подготовку учебно-методических материалов и проведение учебного процесса с их использованием. К основным элементам такого программного обеспечения следует отнести, прежде всего, сайт ИДО МГТУ и автоматизированные рабочие места (АРМы) преподавателя-методиста ИДО МГТУ, слушателя ИДО МГТУ и методиста деканата ИДО МГТУ.

4. Разработка или приобретение необходимого учебно-методического обеспечения учебного процесса с применением ДОТ.

5. Создание общей системы образовательных услуг, предоставляемых ИДО МГТУ и включающей в себя:

- подготовку специалистов с высшим образованием, в том числе и по ускоренным формам подготовки;
- образовательные программы переподготовки специалистов в соответствии с потребностями Мурманска и Кольского региона;
- образовательные программы узкопрофессиональной направленности создаваемые и реализуемые по заказам ведущих предприятий и отраслей региона;
- короткие образовательные программы повышения квалификации специалистов различных отраслей;
- образовательные программы повышения уровня знаний школьников старших классов.
- образовательные программы подготовки преподавателей учителей школ к профессиональной разработке учебно-методических материалов и работе с использованием ДОТ при проведении учебного процесса с использованием ДОТ.

Решение указанных проблем позволит реализовать первую очередь информационно-образовательной среды в Кольском регионе. Создание такой информационно-образовательной среды позволит МГТУ в полной мере соответствовать целям и задачам сегодняшнего дня, достичь большей динамичности и эффективности в реализации образовательных услуг и подготовке необходимых региону кадров, сделать образование в регионе более доступным для широких масс населения и в большей степени соответствующим реальным потребностям. Безусловно, реализация

указанных планов позволит университету быть в ряду современных учебных заведений Российской Федерации, расширит возможности эффективного международного сотрудничества.

Конечно, важнейшей во всей этой системе была и остается проблема качества образования. В этой связи можно сказать, что с практической точки зрения лучшей характеристикой качества образования, по-видимому, можно считать в настоящее время востребованность знаний и успешность человека в профессиональной деятельности. Вместе с тем отличительной чертой и преимуществом российского образования всегда была его фундаментальность. Предлагаемая многоуровневая система образовательного процесса с использованием ДОТ в принципе позволяет найти необходимый компромисс при условии подготовки учебно-методических материалов требуемого качества и наличия необходимого программно-технического обеспечения процесса в целом. При этом, несомненно, важнейшую роль будут иметь и личностные качества обучаемых, поскольку самостоятельная работа над учебными материалами в процессе образования с использованием ДОТ будет играть значительную роль. Именно поэтому предъявляются дополнительные требования к учебно-методическому, техническому и организационному обеспечению учебного процесса, что в значительной степени должно компенсировать отсутствие традиционной возможности непосредственного взаимодействия обучаемого с преподавателем во время обучения, предоставляя возможность качественного освоения образовательной информации на расстоянии гораздо в большей степени стимулируя обучающихся к эффективной самостоятельной работе.

***СЕКЦИЯ:
«ТЕХНОЛОГИИ
ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ»***

Информационные технологии в системе образования

Брик Л.В. (МГТУ, кафедра социальной работы, психологии и педагогики)

Информационное общество - высший и наиболее развитый этап современного общества. Основа основ в нем - информация. Техника, технология, человеческая деятельность ориентированы на ее генерирование и оптимизацию.

Японский ученый Масуда отмечает: "Производство информационного продукта, а не продукта материального, будет движущей силой образования и развития общества [2].

Всякий субъект (человек, группа и т.д.) в любое время и в любом месте может получить любую информацию по интересующему его лично или общественно значимому вопросу. В принципе разрешается противоречие между информационным избытком и информационным недостатком (голодом), возникшим в XX столетии.

Возникают развитые информационные потребности людей, а на их основе формируется высокая информационная культура. Происходит интенсивное накопление и концентрация теоретического знания. Сбывается пророчество Ф.Бэкона - знание действительно приобретает характер силы, а точнее власти.

В обществе более интенсивно, чем прежде, генерируется новая социальная группа производители знания (ученые, деятели образования и культуры, технические работники, профессионалы в области менеджмента, маркетинга и т.д.)

Эта социальная группа строит свое благоденствие не на базе наследства или собственности, а на основе широких возможностей в получении знаний развитие интеллектуального потенциала и высокой квалификации- самых ценных в будущем обществе приобретений, имеющих немалую ценность и сейчас [1].

Преобладание информационных (интеллектуальных) операций в современном производстве меняет гендерную обстановку. Теперь женщина как работник не уступает мужчине. Даже известный женский "порок" в деловом плане - беременность, рождение ребенка в какой-то мере компенсируется работой на дому (электронное жилище).

Инновационные процессы, происходящие в настоящее время во всех отраслях экономики, затронули в полной мере и высшее образование. Необходимость строить учебный процесс вызвана как внешними причинами (бурный рост объемов информации, ускоряющееся устаревание знаний, усиление конкурентной борьбы на рынке образовательных услуг и т.п.), так и проблемами образовательной сферы (демографический спад, диктующий необходимость поиска способов "выживания" вузов, повышающиеся требования к компетентности выпускника со стороны работодателей,

изменение концепций построения образовательных стандартов в связи с вхождением России в Европейское образовательное пространство).

Среди главных проблем в процессе подготовки квалифицированных специалистов на сегодняшний день особую актуальность приобретают вопросы повышения эффективности образования на основе применения современных информационных средств и технологий.

Благодаря новым обучающим технологиям появилась инновационная форма обучения и получения образования - дистанционное обучение. Технология дистанционного обучения - это получение образовательных услуг без посещения учебного заведения, с помощью современных систем телекоммуникации, таких как электронная почта, телевидение и Интернет. Например, конференция, одна из служб Интернет, незаменима для научных дискуссий. При помощи конференции можно обсуждать интересующую тему в такой кампании, собрать которую в одном месте для личной беседы стоило бы непредсказуемых затрат времени и сил. Учитывая территориальные особенности России и возрастающие потребности качественного образования в регионах, технология дистанционного обучения дает возможность его получить всем, кто по тем или иным причинам не может учиться очно. В настоящее время технология дистанционного обучения используется в высшей школе, а также для повышения квалификации и переподготовки специалистов. Она открывает большие возможности для инвалидов. Современные информационные образовательные технологии позволяют учиться незрячим, глухим и страдающим заболеваниями опорно-двигательного аппарата.

Технология дает возможность учитывать индивидуальные способности, потребности, темперамент и занятость обучающегося, который может проходить учебные курсы в любой последовательности, быстрее или медленнее.

Одним из возможных направлений создания новых информационных технологий обучения являются электронные учебники. Существенно увеличившаяся обеспеченность студентов персональными компьютерами позволяет внедрять и использовать в процессе обучения как техническим, так и гуманитарным дисциплинам электронные учебники в традиционной очной системе обучения, а также дистанционной форме обучения.

Задача электронного учебника не только сохранить достоинства книги (учебного пособия) как основного источника знаний, но и использовать все современные информационные технологии и мультимедийные возможности, предоставляемые компьютером.

Построение эффективной системы профессиональной подготовки конкурентноспособного специалиста в вузе требует использования новых образовательных технологий, ориентации на требования рынка труда. Чем более образован человек в информационном обществе, тем полнее и целеустремленнее он обеспечивает себя информацией, тем адекватнее будет формируемый им образ реального мира, и тем лучше он сможет вписаться в окружающий мир.

Список литературы

1. Кастельс М. Информационная эпоха. Экономика, общество, культура. М.,2000, с.129.

2. Masuda Y. Information Society as Postindustrial Society/ Wash/World Future Soc 1983 P 29

Проведение практических занятий в режиме on-line в системе дистанционного обучения

Дмитриев М. М. (МГТУ, Институт дистанционного обучения, e-mail: idodec@mstu.edu.ru)

Введение

В последнее время очевидна тенденция развития технологий дистанционного обучения (ДО). В бурно развивающемся мире, где знания стали необходимой сущностью успеха и преуспевания, а нехватка времени приобретает критический характер, на передний план все больше выдвигаются системы обучения, предоставляющие качественный и в то же время быстрый и удобный подход к изучению материала. Технологии ДО минимизируют временные затраты на доступ к знаниям, не умаляя, а в чем-то даже превосходя, по качеству контроль успеваемости и доступность содержания предлагаемых курсов. На сегодняшний день существуют различные формы систем дистанционного обучения, включающие в себя разнообразные подходы к изложению и контролю предлагаемого материала. Наиболее распространены тесты с проведением on-line консультаций в рамках официального форума. Интерес может представлять и проведение практических занятий в режиме on-line, что в свою очередь может выступать гарантом успеваемости студентов.

Практические занятия в режиме on-line

В качестве основных организационных форм учебной деятельности при дистанционном обучении, как правило, выступают: лекция, семинар, практическое занятие, лабораторный практикум, контрольная работа, коллоквиум, консультация, самостоятельная работа, НИРС, практика, курсовое проектирование (курсовая работа), выполнение квалификационной работы (дипломного проекта или работы, магистерской диссертации) (1). Можно рассмотреть три формы проведения таких занятий:

Лекции, семинары, коллоквиумы, консультации проводятся преподавателем базового вуза с использованием off- или on-line технологий. Такая практика уже получила весьма широкое распространение. Фундаментом ее проведения, как правило, выступают различные on-line форумы или встречи в аудиториях базового вуза.

Практические занятия, лабораторные и контрольные работы проводятся под руководством преподавателей, тьюторов или в форме самостоятельной работы.

Курсовые и квалификационные работы выполняются студентами самостоятельно под руководством преподавателя и контролем тьютора.

Последние два пункта подразумевают в большинстве организационных форм учебной деятельности при дистанционном обучении аудиторские занятия в базовом вузе. За исключением самостоятельной работы, которую большинство студентов просто игнорируют. Однако временной фактор при

этом продолжает играть решающую роль. Зачастую многие студенты просто не имеют возможности присутствовать в аудитории в назначенное время. В то же время роль посещения и выполнения практических и лабораторных занятий переоценить невозможно. Именно на них студенты приобретают так называемые остаточные знания.

Идея проведения практических занятий в режиме on-line, очевидно, не нова и непосредственно наследует все преимущества подобной же формы обучения в рамках программ обычных вузов. В основе проведения on-line практического занятия все также лежит регламентированное время проведения занятия с присутствием преподавателя и студентов. За одним лишь исключением. Как преподаватель, так и все студенты при проведении on-line практического занятия могут находиться, где угодно. Они могут сидеть у себя дома, могут расположиться в библиотеке или ехать в поезде на дачу, оставаясь все время в зоне спутниковой связи. Содержание практического занятия тоже может в общем случае никак не отличаться от традиционного аудиторного. Предположим, что и при on-line занятии преподаватель может предлагать задания, давать время на выполнение и потом осуществлять непосредственную проверку выполнения задания и правку возникших недочетов. Никак не умаляется возможность и общего обсуждения предметной области задачи и трудностей того или иного студента. Не исключена и та форма проведения занятия, которую привычно наблюдать в технических вузах при «решении примеров у доски».

Реализация такого подхода к проведению практических занятий как организационной формы учебной деятельности при дистанционном обучении была бы привлекательна по следующим позициям:

доступ к практическому занятию, отсутствие пространственных и временных ограничений;

независимая и свободная обстановка, отсутствие факторов различных утеснений;

потенциальные условия для воплощения и развития творческих возможностей студента, желание студента достичь поставленных целей.

Этими тремя пунктами никак нельзя ограничить привлекательность on-line практических занятий. Такая форма их проведения, возможно, способна претендовать на достойное развитие и утверждение в дальнейшей практике ДО. Это позволит удовлетворить потребности многих людей, желающих приобщиться к тем или иным областям знаний без отрыва от текущей производственной деятельности.

Программная среда реализации практического занятия в режиме on-line

Из существующих на сегодняшний день форм проведения организационных учебных занятий наиболее распространены: форумы, чаты, web-клиенты, электронная почта и др. Каждая из них в той или иной степени способна удовлетворить потребности преподавателя и студента в необходимом взаимодействии (педагогическом общении). Однако каждая из них в свою очередь имеет ряд ограничений, которые не позволяют

использовать их для проведения on-line практических занятий. В качестве веского замечания здесь стоит отметить то, что под web-клиентом, как правило, подразумевается некая часть web-приложения, в основе которого лежит клиент-серверная архитектура обмена данными, включающая в себя базу данных организации обучения и предоставляющая доступ клиентам к этой базе; в качестве web-клиента, как правило, подразумеваются различные программные среды тестирования и контроля знаний, а также программы организации документооборота. К web-клиенту же можно отнести и программную среду реализации практического занятия в режиме on-line. Однако вышеназванным замечанием хотелось бы подчеркнуть особенность такого web-клиента. Чтобы лучше понять эту особенность, выделим его основные характеристики:

регламентированное время проведения практического занятия. Аналогично тому, как назначается время проведения занятия в аудитории базового вуза. Это необходимо для того, чтобы сохранить полноту практического занятия, т.е. не растягивать его по времени, как это может происходить при on-line семинарах на форумах. В целом предпочтительно проведение on-line практического занятия в рамках общепринятого двухчасового временного интервала.

организация коллективной (групповой) учебно-познавательной деятельности. Важно присутствие преподавателя или тьютора и студентов в назначенное время в так называемой виртуальной аудитории. И факт этого присутствия должен ощущаться всеми студентами и преподавателем.

организация системы on-line обсуждений решаемых задач. Т.е. организация одновременного живого реагирования всех участников практического занятия на некоторые замечания преподавателя или тьютора и исправление ошибок.

обучение решения задач на тестовых примерах в режиме on-line. Аналогично тому, как это происходит в аудитории при решении примеров на доске студентами или преподавателями. Включая возможность моментального реагирования на внесенную ошибку, минуя этап постпроверки и возврат результатов. В том числе и со стороны студентов.

предоставления доступа к сопутствующему инструментарию практического занятия. Предоставление доступа к необходимому программному обеспечению через клиент-серверную архитектуру в рамках проведения практического занятия.

проведение занятия в «закрытом помещении».

Наиболее распространенной реализацией такой программной среды, которая сразу напрашивается, очевидно, является проведение практического занятия в режиме on-line видеоконференций, имеющих достаточное распространение в среде корпоративных взаимодействий. Однако, такое проведение практических занятий налагает ряд, зачастую, непосильных требований, к которым можно отнести, как пропускную способность каналов связи, так и дороговизну подхода.

Другим вариантом реализации такой программной среды может выступать специальный web-клиент, который бы обеспечивал необходимую полноту подхода к проведению on-line практических занятий. Такие web-клиенты лишены видеоинформации и, как правило, ограничиваются средствами интерфейса web-технологий, доступных большинству пользователей интернета при незначительном трафике. Однако организация таких клиентов, включающих в себя ряд виртуальных (т.е. по сути, не зависящих от пространственных и временных характеристик) средств доступа к проведению практического занятия способна обеспечить некоторый уровень необходимого аудиторного восприятия. В первую очередь важно обеспечить пользователям клиента именно восприятие присутствия на практическом занятии, чтобы преподаватель или тьютор чувствовал заинтересованность студентов, а студенты адекватно реагировали на этапы проведения занятий.

Одним из примеров реализации коллективного взаимодействия с элементом должного восприятия присутствия может выступать чат. Для того, чтобы обеспечить полноту восприятия практического занятия в режиме on-line, необходим дополнительный комплекс средств.

Заключение

Обучение, независимо от формы организации учебного процесса, по своему определению, предполагает взаимодействие студента и преподавателя. И, следовательно, технология обучения есть в первую очередь технология такого взаимодействия (педагогического общения). В сравнении с традиционным обучением в технологиях ДО изменилась роль преподавателя. Если раньше он занимал центральное место как интерпретатор знаний, то в дистанционном обучении он уже выступает как координатор, помогая студентам приобретать необходимые знания. Проведение практических занятий в режиме on-line значительно дополнит содержательность координирования элементами интерпретации практических навыков, не выходя за рамки идеологии технологий дистанционного обучения, и при этом, повысит уровень доступности этих навыков.

Список литературы

1. В.П.Демкин, Г.В.Можаева. Технологии дистанционного обучения и анализ их эффективности / 2002, Томск, Томский государственный университет, «Телематика 2002».

Реализация автоматизированного рабочего места методиста в рамках технологии дистанционного обучения

Колпакчи С.С. (МГТУ, институт дистанционного обучения)

Введение

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

Автоматизированное рабочее место методиста ДО

В системе дистанционного обучения взаимодействие методиста с учащимися происходит также удаленно, как и весь процесс обучения. Данное обстоятельство обязывает систему ДО предоставить методисту максимально удобный интерфейс для обеспечения учебного процесса. В программной реализации системы ДО, рабочее место методиста выделено в отдельный модуль, который позволяет методисту выполнять следующие функции.

- добавление и редактирование новостей на информационном ресурсе ДО [1]. Нужно отметить, что новостные заметки в системе ДО могут быть добавлены таким образом, чтобы их могли видеть только преподаватели или только студенты определенной группы;
- формирование и редактирование расписания. Т.к. процесс обучения происходит дистанционно, расписание не должно серьезно ограничивать учащегося по времени, а должно в рекомендательном порядке настроить учащегося на определенный ритм обучения;
- добавление и редактирование информации о специальностях, по которым происходит обучение в системе ДО. Редактирование специальности включает формирование учебного плана с указанием всех дисциплин и иерархической последовательности их изучения.
- организация структуры дисциплин. Под структурой дисциплины, в данном случае, понимается разбиение ее на модули и разделы. Такая структура должна быть актуальна как для учебно-методических материалов дисциплины, так и для тестовых наборов;
- добавление и замена учебно-методических материалов по дисциплинам, с учетом сформированной структуры;
- загрузка тестовых наборов на сервер ДО. Эта часть системы ДО является наиболее сложной [2]. Рано или поздно в любой тестовый набор приходится вносить изменения добавлять новые тестовые задания и исправлять обнаруженные ошибки. При этом замена уже существующих тестовых заданий не должна повлиять на уже сформированные тесты, чтобы не утратить результаты ранее

пройденных тестов. Параметры тестирования также должны быть согласованы с расписанием.

– контроль за проведением тестирования. Процесс тестирования в системе ДО полностью автоматизирован, за исключением некоторой подготовительной фазы, когда от методиста требуется задать параметры тестирования. По этой причине могут возникнуть ситуации, когда система неверно оценивает выполненное задание, например, в открытом вопросе учащийся мог дать верный ответ, но ошибиться в форме написания ответа, или вопрос мог быть сформулирован некорректно. Методист, в подобном случае, имеет возможность самостоятельно исправить оценку конкретного тестового задания

– формирование и редактирование учебной карточки студента. Здесь при поступлении учащегося, методист должен вносить его личные данные, задавать дисциплины, которые будет изучать студент (т.к. некоторые дисциплины могут быть студенту зачтены еще при поступлении);

– учет успеваемости студента. Оценки за тестирование обрабатываются автоматически, но в системе ДО могут присутствовать формы контроля знаний, учет которых автоматизировать невозможно. Это может быть электронный семинар, контрольные работы или расчетно-графические работы. Оценки за подобные занятия должны вноситься методистом в систему ДО вручную. Наличие всех оценок учащегося позволяет системе ДО автоматически формировать рейтинг учащихся по успеваемости.

Заключение

Рассмотренный в работе подход к созданию рабочего места методиста позволяет реализовать максимально удобный и гибкий интерфейс взаимодействия методиста с программной средой ДО. Расписание, параметры тестирования и сами тестовые наборы могут вноситься в систему ДО только один раз, и использоваться каждый год заново для каждого нового потока учащихся. Если предположить что тестовые наборы формируются преподавателем абсолютно корректно, то работа методиста может быть сведена только к внесению результатов выполнения некоторых контролирующих работ в систему ДО.

Список литературы

1. Колпакчи С.С., Юрко А.С. «Построение системы тестирования в рамках технологии дистанционного обучения». 2006, Мурманск, МГТУ, «Наука и образование-2006». С. 71-73.

2. Юрко А.С., Колпакчи С.С. «Разработка интернет-сайта как базовая задача, стоящая на первом этапе внедрения дистанционных технологий в образовательный процесс». 2006, Мурманск, МГТУ, «Наука и образование-2006». С. 68-70.

Профессиональная подготовка преподавателя высшей школы к деятельности в системе дистанционного обучения на фоне социально-экономических преобразований в России

Костиков А. Н. (Санкт-Петербург, ГОУ ВПО «Российский гос. пед. ун-т им. А.И. Герцена», кафедра информационных и коммуникационных технологий, e-mail: kostikov@clipsal.ru)

The problem of high school teachers training to realization of distant education is under discussion. The author suggests a conceptual model of teachers training to change the existing problem of a gap between information-technological culture of high school teachers and growing needs of getting higher education by means of distant technologies.

Интенсивная модернизация высшей школы связана непосредственно с ее главным, стратегическим направлением - подготовкой научно-педагогических кадров. От их научной квалификации и профессионально-педагогической компетентности зависит формирование нового поколения специалистов - образованных, воспитанных, с высоким уровнем общей и профессиональной культуры, интеллектуального развития, конкурентоспособности к активной профессиональной и социальной деятельности в изменившихся социально-экономических условиях. Отечественная высшая школой накоплен значительный опыт подготовки научно-педагогических кадров через аспирантуру, докторантуру, ФПК, стажировку. Однако эти формы подготовки в основном ориентированы на предметную область знаний и очень слабо - на использование информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в своей предметной области.

В современном мире существует необходимость в постоянном и быстром обновлении знаний, формировании потребности в самостоятельном овладении ими. Поэтому перспективная система образования должна предоставлять человеку возможность не только получать дополнительное образование, но и возможность непрерывного образования. Одним из важных направлений развития такой системы образования является дистанционное обучение. Целью дистанционного обучения является предоставление обучающимся в образовательных учреждениях возможности освоения основных и дополнительных профессиональных образовательных программ среднего и высшего профессионального образования непосредственно по месту жительства или временного пребывания.

Традиционные формы дистанционного обучения на настоящий момент дополняются такой технологией как видеоконференцсвязь (ВКС), которая является одной из самых прогрессивных и перспективных технологий обучения, опирающихся на идеи ИКТ. Основным достоинством видеосвязи

считается возможность видеть своего собеседника на экране. Основным преимуществом, которое получает образовательная система ВУЗа с переходом от традиционных форм системы дистанционного обучения к ВКС, является значительно возрастающая скорость общения с подразделениями, находящимися в других городах. Как следствие, увеличивается эффективность от работы образовательного учреждения в целом, и снижаются командировочные расходы в частности. Посредством ВКС между обучающим и обучающимися возникает «тесный — удаленный» контакт. В прямом эфире обучающий может свободно общаться как с одним обучаемым, так и с группой. Таким образом, можно организовывать все формы обучения пригодные для традиционного образовательного процесса: видео лекции, видео семинары, практические работы в интерактивном режиме, проводить контроль знаний, защиту квалификационных работ и т.д.

На протяжении трех лет при использовании ВКС в обучении студентов Выборгского филиала проводилось их анкетирование по результатам видеолекций. Основным вывод был следующим: на протяжении всей видеолекции у студентов возникает некоторый дискомфорт, который описать они затрудняются. Опытные преподаватели РГПУ им. А.И. Герцена также не могли объяснить чувство неудовлетворенности от таких занятий. Возникает вопрос: способна ли ВКС полностью заместить непосредственное общение обучающего и обучаемого, обеспечив соответствующие эффективность и качество образовательного процесса, и какую методику необходимо разработать в отношении преподавателя и студента, которая позволила бы облегчить процесс обучения на удаленной основе.

Таким образом, на первый план, сдвинув немаловажную техническую составляющую ВКС, выдвигаются методический и психолого-педагогический аспекты ВКС, используя которые можно будет наиболее полно раскрыть содержание методики обучения преподавателей высшей школы к организации и проведению дистанционного обучения, разработать модель профессиональной подготовки преподавателя в этой области.

Из психологии известно, что разные люди обладают разными системами восприятия информации, причем у каждого есть доминантный, ведущий канал восприятия и запасные каналы. Для того чтобы коммуникация проходила успешно, следует выяснить, какие каналы восприятия информации используются. Тривиальное анкетирование студентов по вопросу выявления доминантного и запасных каналов восприятия информации показало, что подавляющее большинство студентов обладают визуальным каналом восприятия информации в качестве доминантного, на втором месте - канал аудиальный, и в заключение - кинестетический, о дискретном канале восприятия информации в анкете вопросов не было. Затем было предложено студентам сформулировать основные недостатки ВКС, которые мешали их доминантному каналу воспринимать информацию, то, что вызывало у них дискомфорт. Данный дискомфорт вносился как чисто технически (при большой загруженности канала возникали искажения изображения, потеря звука на несколько секунд

и т.д.), но и человеческим фактором (неподвижность преподавателя и камеры – эффект говорящей головы, монотонность, неинтерактивность и т.д.), однако было и что-то такое, что объяснить студенты не могли. Однако когда этот же преподаватель проводил занятие очно, такого дискомфорта не возникало. Следует заметить, что объект (преподаватель) один и тот же, но у энергофантома на экране появляются или исчезают элементы, не согласующиеся с теми, которыми он обладает при очном обучении, к которым привыкли студенты – возникает диссонанс.

Теория когнитивного диссонанса является одной из многочисленных концепций западной социальной психологии, выдвинутой американским психологом Леоном Фестингером (Leon Festinger) в 1957 г.

Когнитивный (от англ. cognitive — познавательный) диссонанс – это негативное побудительное состояние, возникающее в ситуации, когда субъект одновременно обладает двумя психологически противоречивыми знаниями об одном объекте. Другими словами, это противоречие между тем, как действует человек, и тем, что он знает. Подобный диссонанс и происходит между студентами (субъектами) и преподавателем (объектом). Согласно этой теории, существует определенная тенденция у человека к стремлению достигнуть согласованности между несколькими когнитивными элементами, вступающими друг с другом в различные отношения. Познание может быть охарактеризовано как часть знания. В качестве знания могут выступать отношения, эмоции, поведение, оценка и т.д.

Структура и характер связей между составными частями познавательного процесса определяют вид когнитивных отношений. Как правило, рассматриваются отношения между парой каких-либо элементов. Под элементами понимаются отдельные сведения, в том числе убеждения и ценности. Эти отношения могут быть:

1. иррелевантными (такие отношения означают множество связующих звеньев в структуре познавательного процесса человека; в таком случае, два познавательных элемента не имеют ничего общего друг с другом, т. е. не связаны между собой);

2. консонантными (один элемент следует из другого или просто ему соответствует; люди в большинстве случаев предпочитают элементы, подходящие друг другу, - либо в силу человеческой природы, либо за счет длительного процесса социализации);

3. диссонантными (из одного элемента следует нечто противоположное другому элементу).

Так что же происходит с людьми, когда они переживают состояние когнитивного диссонанса? Ответом служит основной постулат теории Фестингера. Человек, обладающий диссонантными или противоречивыми когнитивными элементами, находится в состоянии психологического диссонанса, который определяется как неприятное психологическое напряжение, вызывающее у человека чувства, эмоции, ассоциации негативного характера. В этом случае человек прилагает все усилия, чтобы это состояние устранить или хотя бы понизить степень его выраженности.

Такое напряжение похоже на голод или жажду. Когда человек в течение нескольких часов лишен пищи, то он переживает неприятное состояние напряжения, которое склонен понизить. Вот почему на видеолекциях студенты чаще могут отвлекаться или вообще пропускают такие занятия - это защитная реакция. Энергетическая матрица преподавателя не несет всю информацию, о которой знают студенты по очным контактам и тем более не несет никакой - когда с преподавателем не было очного контакта вообще. Но, однако, понижение психологического состояния диссонанса происходит не так просто, как в случае с едой и питьем.

В сущности, диссонанс можно редуцировать, т.е. понизить тремя способами:

1. Изменить один или несколько элементов в диссонантных отношениях. Если два элемента противоречивы, можно просто изменить один, чтобы привести его в согласование с другим или изменить каждый элемент по отношению друг к другу. Что касается аудиальной стороны вопроса - можно поставить более производительную акустическую систему (эквалайзеры, подавление шума, исключить возможность пропадания звука даже на несколько секунд, высылать раздаточный материал - текстовую версию лекции и т.д.), с визуальной стороны – необходимо использовать одну и ту же метрику (например, поставить бутылку 0,5 л «Акваминерале» на удаленном столе преподавателя и столе принимающей аудитории и согласовать их размеры).

2. Добавить новые элементы, согласующиеся с уже имеющимися. Если два элемента вызывают определенную степень диссонанса, она может быть понижена за счет добавления одного или нескольких консонантных элементов. Можно добавить предустановленные положения камеры (такая возможность у специализированных ВКС есть, но ей практически не пользуются) и изменять положения камеры во время сеанса видеолекции, добавить движения преподавателя по аудитории с наведением на него камеры и т.д.

3. Уменьшить значимость диссонантных элементов. С того времени, когда противоречивые и консонантные элементы распределятся по значимости, самым благоприятным будет изменить значение разнообразных когнитивных элементов, т.е. стараться проводить очные контакты между преподавателями и студентами, а первоначальный очный контакт просто необходим!

Эффективное использование ВКС, качественно приближающее ее к очному обучению, видимо предполагает применение специальных компенсирующих приемов. К их числу можно отнести:

- возможный очный личностный контакт-знакомство обучающего и обучаемых с обсуждением специфики обучения с использованием ВКС;
- установку обучаемым на активное взаимодействие с преподавателем (вопросы и другие вербальные реакции в процессе занятия с использованием ВКС);

– регулярный вербальный запрос преподавателя о понимании материала в процессе занятия с использованием ВКС. [3]

Также с точки зрения эргономики аудитории-студии, в которой проводится ВКС, для снижения перечисленных и других причин диссонанса имеет смысл придерживаться следующих принципов организации видеолекции преподавателем и обслуживающим персоналом:

1. Следует подготовить используемые бумажные и электронные документы и иллюстративные материалы, учитывая при этом технические возможности их отображения на экранах телевизионных и компьютерных мониторов. Если имеется возможность управлять локальной и/или удаленной камерами, то необходимо согласовать с удаленными собеседниками порядок управления - кто будет управлять (один или оба - каждый своей или чужой).

2. Необходимо настроить уровень звука с таким расчетом, чтобы все хорошо слышали каждого из выступающих. Возможно, что при первых словах выступления будет слышно свое эхо. Необходимо продолжить говорить в том же темпе, высококачественные терминалы автоматически в течение нескольких секунд подстроят параметры эхо- и шумоподавления.

3. Необходимо настроить предустановленные положения (4-6 для каждой камеры - общий план, Первое лицо, место для выступающего, группы участников на средних планах и т.д.) и стремиться использовать в сеансе именно их. Переключать положения в зависимости от развития действия, так чтобы в каждый момент времени говорящий был в поле зрения.

Очевидно, что ВКС имеет свои преимущества и недостатки применительно к процессу обучения по сравнению с традиционным очным обучением. Однако, максимально устраняя когнитивный диссонанс во всех каналах восприятия информации, уровень негативных последствий в использовании ВКС существенно снижается, полностью сохраняя ее преимущества.

Анализ отечественной и зарубежной литературы по методике обучения преподавателей высшей школы в области дистанционного обучения и использования ВКС, а также психологии восприятия аудио и видео информации и теории когнитивного диссонанса показал, что восприятие аудио и видео информации посредством ВКС и сама методика обучения как общественное явление практически не изучается как в нашей стране, так и за рубежом. Поиск готовой методики исследования по намеченной проблематике не принес никаких результатов. Поэтому, чтобы сформировать систему профессиональной подготовки преподавателей высшей школы по организации и проведению традиционного дистанционного обучения и удаленного обучения на основе ВКС, наиболее детально необходимо рассмотреть и найти решение по следующим проблемным вопросам:

1. Образовательный процесс на основе ВКС, информационные компоненты которого не взаимосвязаны с точки зрения логики и понижают степень заинтересованности преподавателей высшей школы и студентов вуза.

2. Низкий уровень доверия преподавателя высшей школы к ВКС в большей степени определяется его личным теоретическим опытом и предпочтениями.

3. Незнание или намеренное игнорирование психолого-педагогических особенностей образовательного процесса на дистанционной основе и обучения с использованием ВКС приводит к высокому уровню непонимания между преподавателем высшей школы и студентами.

На основе рассмотренных и решенных вопросов можно будет наиболее полно разработать основное содержание методической системы подготовки преподавателей высшей школы к осуществлению дистанционного обучения. Также появится возможность разработки профессиональной адаптивной модели профессиональной переподготовки преподавателя высшей школы к использованию ВКС в образовательном процессе и разработать механизмы мониторинга качества в процессе обучения по данной модели.

Дистанционное обучение английскому языку в учебных заведениях и система дополнительного профессионального образования

Малаева А.В. (МГТУ, кафедра иностранных языков)

Дистанционная форма обучения - это получение образовательных услуг с помощью современных информационно-образовательных технологий и систем телекоммуникации, таких как электронная почта, телевидение и INTERNET. Наиболее эффективно дистанционную форму обучения можно использовать для освоения программ профессиональной подготовки специалистов.

Дистанционная форма обучения эффективно используется в системе ДПО и позволяет получить образование всем, кто по тем или иным причинам не может учиться очно. Учитываются индивидуальные способности, потребности, темперамент и занятость обучающегося. Он может изучать учебные курсы в любой последовательности, быстрее или медленнее. Все это делает дистанционную форму обучения иностранному языку в системе ДПО качественнее, доступнее и дешевле.

В настоящее время современные информационные технологии дают неограниченные возможности решения проблемы дистанционного обучения иностранному языку, позволяя обеспечить хранение, обработку и доставку информации на любое расстояние. В таких условиях, на первый план при организации системы дистанционного обучения языку выходит методологическая, содержательная и структурная составляющие.

В программе дистанционного обучения английскому языку присутствуют несколько функций, которые обеспечивают ее интерактивность:

- уроки с преподавателем и другими учащимися программы;
- форум, где можно обсудить различные темы;
- переписка по электронной почте с куратором программы;
- проверка письменных заданий учителем в режиме online;
- встроенный в программу дистанционного обучения табель успеваемости, позволяющий корректировать индивидуальный темп обучения.

Некоторые требования применяемые к курсу дистанционного обучения английскому языку:

- создание проекта на базе современных Интернет-технологий;
- использование мультимедийных возможностей компьютера;
- привлечение учебных материалов, созданных носителями языка;
- обеспечение возможности общения обучающегося с преподавателем независимо от места их нахождения и разницы во времени;
- организация виртуальных классов для учащихся с посещением уроков преподавателем в реальном времени;

- возможность общения между одноклассниками внутри группы;
- предоставление возможности проделать пробный урок до начала занятий.

Эффективность дистанционного обучения достигается путём наиболее полного и точного согласования требований и возможностей обучающегося. Обычно, обучение проводится с использованием нескольких средств общения одновременно, что позволяет обучающемуся, одновременно с процессом получения информации, быть в курсе всех технологических новинок.

Эффективность дистанционного обучения основана на высоком уровне мотивации в изучении иностранного языка, и немало зависит от регулярности занятий. Это объясняется тем, что невозможно сформировать систему знаний при неравномерной учебной нагрузке. Однако своевременность и четкость в предоставлении отчётности - важный аспект системы дистанционного обучения.

Важное значение для организации дистанционного обучения иностранному языку по программам ДПО имеют следующие факторы:

- отбор и организация языкового материала в соответствии с целями и задачами курса;
- структурирование курса, его методическая и технологическая организация (гипертекстовые технологии, Web-страницы);
- четкое планирование работы группы (организация малых групп, конференций, в том числе при возможности аудио - и видеоконференций, организация систематической отчетности - индивидуальной, групповой);
- организация постоянных консультаций с преподавателем и куратором сервера;

установление и умелое поддержание положительного эмоционального фона в группе в целом и у каждого обучающегося в отдельности. Основной идеей методики дистанционного обучения является создание учебной информационной среды, включающей компьютерные информационные источники, электронные библиотеки, видео - и аудиотеки, книги и учебные пособия. Составной частью такой учебной среды являются как обучаемые, так и преподаватели, взаимодействие которых осуществляется с помощью современных телекоммуникационных средств. Такая учебная среда предоставляет уникальные возможности обучаемым для получения знаний, как самостоятельно, так и под руководством преподавателей.

При разработке учебных курсов упор делается на самостоятельную работу обучаемых, их коллективное творчество, проведение мини - исследований различного уровня. Предусматривается большое количество заданий, рассчитанных на самостоятельную проработку, с возможностью получения ежедневных консультаций.

Идеальная методика дистанционного обучения представляет собой интегрированную среду, с определением роли различных компонентов: методических, организационных, педагогических и технологических - таких, как печатные материалы, радиовещание, телевидение и применение компьютеров.

Дистанционное обучение посредством сети INTERNET стало неотъемлемой частью традиционного образования во всем мире. На сегодняшний день оно популярно во всех развитых странах Америки, Европы и Азии. Актуальность развития дистанционного образования для всех стран мира очевидна, так как оно отвечает требованиям современной жизни, особенно, если учесть не только транспортные расходы, но и расходы на организацию всей системы очного обучения.

Дистанционное обучение можно рассматривать как неотъемлемую часть дополнительного профессионального образования, как необходимого условия непрерывного развития человека. Так если главной целью профессионального образования является воспроизводство кадрового потенциала в той или иной области, то в случае дополнительного образования, в качестве главной цели выступает развитие личности обучающегося как высшей ценности.

Дополнительное образование направлено на углубленное гармоничное творческое и профессиональное развитие личности и может иметь различные формы: учебная и внеучебная формы научно-исследовательской работы студентов, творческих самодеятельных объединений, разработки и реализации научно-технического творчества, и т.д.

Учитывая растущий ритм жизни, дистанционная форма обучения является для многих специалистов единственно приемлемой формой получения знаний.

Дополнительное образование способствует удовлетворению возрастающих духовных потребностей общества, самовыражению в творческом поиске, культурному росту и является важной неотъемлемой частью единой государственной модели непрерывного профессионального образования.

Некоторые подходы к управлению качеством образования

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

Abstract. In the article consider some of approaches of the problems quality education. One of the approaches in decision problems of higher education is knowledge – based systems and Fuzzy Logic.

Аннотация. В данной статье рассматриваются некоторые подходы к вопросам качества образования. Одним из подходов в решении проблем, стоящих перед высшим образованием являются экспертные обучающие системы, в основе которых лежит аппарат нечёткой логики.

Получение качественного профессионального образования представляет собой комплексную задачу, решение которой даст ответы существующим и будущим потребностям и вызовам времени.

Одной из основных проблем высшего образования является несоответствие между возможностями традиционных методов обучения и тем объёмом фактических знаний, которые требуются от выпускников высших учебных заведений работодателями на современном этапе. Увеличение сроков обучения для решения постоянно возрастающих задач исчерпано, поэтому необходимо полагаться на внутренний потенциал учебного процесса. Речь идёт о качестве усвоения знаний и оптимизации учебного процесса.

Тем не менее, нет единого понятия в определении значения самого термина «качество» применительно к образованию. Причина этому динамичность понятия и, что ещё более важно, его большая эмоциональная и моральная сила, высокий статус и престиж в обществе и науке (4).

Качество обучения - это непосредственный результат учебного процесса, напрямую зависящий от уровня квалификации профессорско-преподавательского состава, учебно-методического обеспечения, состояния материально-технической базы вуза, интеллектуального потенциала обучающихся (студентов, магистров, аспирантов) (2).

Качество образования (образовательные услуги) – более широкое понятие, которое включает такие новые характеристики, как востребованность выпускников вуза на рынке профессий и труда, уровень общей и профессиональной культуры специалиста (2).

Термины «качество обучения» и «качество образования» не могут рассматриваться как взаимозаменяемые, т.к. образование является и результатом и процессом, и самое главное, системой.

Объективными средствами управления качеством подготовки специалиста являются:

- модель учебного процесса;

- схема оценки качества получаемого студентом образования;
- информационная система управления качеством образования.

Качество обучения описывается совокупностью показателей, характеризующие различные компоненты учебного процесса и его результаты. К ним относятся:

- качество цели;
- качество подготовки абитуриентов;
- качество учебной деятельности;
- качество преподавания;
- содержание образовательных программ;
- качество результатов обучения;
- научный потенциал вуза;
- учебно-лабораторная и материальная база;
- социальная защищённость студентов и сотрудников;
- воспитательная среда;
- сформированность мировоззрения и др.

Основные функциональные задачи системы оценки качества обучения:

- описание технологий овладения студентами основных профессиональных задач по отдельным специальностям;
- система тестирования степени овладения учебными дисциплинами, навыков решения профессиональных задач;
- организация мониторинга качества обучения согласно учебным планам;
- разработка методических документов и форм оценки знаний, умений, навыков.

Одним из подходов в решении проблем, стоящих перед высшим образованием являются экспертные обучающие системы.

Экспертные системы представляют собой класс компьютерных программ, которые выдают советы, проводят анализ, выполняют классификацию, дают консультации и ставят диагноз. Назначение экспертных систем заключается в решении трудно описываемых на математическом уровне задач на основе накопленной базы знаний, отражающей опыт работы экспертов в рассматриваемой проблемной области (3).

Для чего используются экспертные системы в образовании? Резкое увеличение объёма информации в учебном процессе усложняет задачу преподавателя – управлять обучением, диагностируя знания студентов, выявляя причины возникновения у них ошибок, а также найти способы для их устранения. Эффективная помощь при решении этих задач может быть достигнута методами инженерии знаний, позволяющих устанавливать связи между предметными областями. Кроме повышения эффективности обучения внедрение экспертных систем имеет и другие положительные эффекты: ЭС разгружают преподавателя от ряда трудоёмких и повторяющихся действий

по предоставлению учебной информации и контролю знаний, может использоваться в дистанционном обучении.

Экспертные системы используются во многих областях, среди которых достаточно популярное место отводится образованию. Например, АВАНТЕСТ и МИКРОЛЮШЕР для определения основных свойств личности по результатам психодиагностического тестирования, обучение языку программирования ЛИСП в системе “Учитель ЛИСПа”, система PROUST-обучение языку Паскаль и др.(1)

Системы обучения производят диагностику ошибок при изучении какой-либо дисциплины и выдают подсказки относительно правильности решения, а также выявляют слабые стороны в усвоении знаний и соответствующими средствами устраниают их.

Одной из проблем развития экспертной системы является создание встроенного механизма введения, накопления и порождения знаний. В связи с этим возникают задачи создания математической модели для проектирования экспертной системы и использования инструментальных средств программирования.

Разрабатываемая интеллектуальная система должна настраиваться на несколько режимов работы, как в виде экспертной системы в режиме диагностики и консультирования, так и в виде обучающей системы (обучение и тестирование).

Какие цели должны быть поставлены перед экспертной системой? Актуальными являются задачи построения обучающей экспертной системы, работающей в реальном времени, диагностирующую и исправляющую поведение обучаемого, с выдачей необходимых консультаций при решении сложных задач по оценке качества усвоения знаний.

Блок формирования системы правил принятия решений представляет собой прототип экспертной системы и состоит из следующих компонентов:

- система предметных и профессиональных знаний области управления качеством (экспертные знания, тематические словари, описание и сравнительный анализ существующих методик);
- создание схем и правил анализа данных и принятия управленческих решений (аттестация знаний, опросов студентов и преподавателей, отзывы работодателей);
- формирование системы учебных и методических документов.

Как показывает практика, большинство случаев принятия решений происходит в условиях неопределённости, т.к. часто приходится пользоваться неточными знаниями, которые не могут быть интерпретированы как полностью истинные или ложные, однако содержат важную информацию (1). Для формализации подобных знаний может использоваться теория нечётких множеств, предложенная американским математиком Лотфи Заде.

Предлагаемая экспертная система должна включать в себя следующие возможности: ввод и редактирование базы данных информации; изменение уровня сложности тестирования; модульность структуры ПО (для

обеспечения возможности добавления новых функций и модификации существующей структуры программного комплекса); автоматическую генерацию заданий для полностью формализованных разделов дисциплин; сбор, просмотр и печать статистической информации по результатам тестирования.

Итак, опишем основные модули:

- модуль выбора режима после запуска системы (работа со студентом, работа с преподавателем);
- модуль запроса группы (вводит данные о студенте, выбирает группу из списка);
- генератор проверочных вопросов;
- модуль сбора статистики (осуществляет обработку параметров ответа и запись статистической информации в базу данных статистики);
- модуль контроля (вывод контрольных заданий на экран, контроль времени тестирования, контроль ввода ответов и передачу параметров ответа в модуль сбора статистики).

Задачами экспертной системы являются:

- локализовать конкретные пробелы в обучении, определить их диапазон;
- определить качество усвоения знаний;
- дать возможность исследователю вынести окончательное суждение и дать рекомендации.

Источники знаний: книги, методики, знания экспертов.

Цели применения экспертной системы:

- выявить качество усвоения знаний;
- автоматизация рутинных действий.

Из вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- создание ЭС по оценке качества усвоения знаний предполагает учёт следующих принципов:
- преподаватель выступает в роли специалиста – консультанта;
- поточный метод обучения уступает методу индивидуальной подготовки специалиста;
- возрастает роль самостоятельной работы студента;
- резко возрастает роль текущего, рубежного и итогового контроля знаний, умений и навыков.

Проведённый анализ научных работ относительно вопросов качества образования и обучения позволяет говорить о многоаспектности этого понятия по отношению к процессу обучения. Следует заметить, что сам термин “качество” образования разными авторами освещается по – разному, т.е. нет однозначного определения.

Список литературы

1. Гаврилова Т.А, Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. - СПб: Питер, 2000. – 384.
2. Кряклина Т.Ф. Качество образования: сущность и формы измерения. – Материалы Всероссийской научно – практической конференции 22-23 октября 2004 г. часть 1 с.1.
3. Плотников С.И. Интеллектуальные информационные системы. – Мурманск, 2005 г. с.9.
4. Ткачёва Т.А., Толмачёв А.А. Методы сбора, обработки и представления информации в педагогическом исследовании: пособие для студентов и аспирантов. – Красноярск: Изд – во КГПУ, 1996. – с.3.
5. Уотерман Д. Руководство по экспертным системам. Москва “Мир”, 1989 г. с.21.
6. Чернилевский Д.В., Лузик Э.В. Подходы к диагностике качества обучения. – М.: МГТА, 2000. –с.27.
7. Р. Левин, Д. Дранг, Б. Эделсон. Практическое введение в технологию искусственного интеллекта и экспертных систем с иллюстрациями на Бейсике.- Москва: Финансы и статистика, 1990.- 23с.

Разработка тестовых заданий при организации дистанционного обучения

Медведев В.А., Яруллина А.Р. (*г.Оренбург, Оренбургский государственный университет, кафедра ВТ, Victormedvedev@mail.ru*)

The article is written on a theme "Development of test tasks at the organization of remote training". Here kinds of computer testing are described. The material contains the information on the basic merits and demerits of computer testing. In this article the main principles sold at remote testing are considered.

При подготовке автоматизированных курсов обучения проблема постановки обучающих заданий приобретает особенное значение в первую очередь и определяет эффективность обучения. Включение в контрольно-обучающие программы (КОП) обучающих заданий различного вида и различных алгоритмов выполнения позволяет обеспечить настройку обучения, реализуемого в КОП, на различный тип мыслительной деятельности обучающегося, что не может не отразиться на результативности обучения и, особенно, на начальном этапе формирования знаний (1).

При создании КОП необходимо особое внимание уделить разработке тестового материала. Тестовое задание – это четкое и ясное задание по предметной области, представленное по определенным правилам и требующее однозначного ответа или выполнения определенного алгоритма действий (2).

При проведении тестирования учитываются три критерия качества теста: надежность, валидность, объективность.

Надежность – определение степени погрешностей в педагогической оценке, в вычислении истинного значения оценки.

Валидность теста – соответствие форм и методов контроля его цели.

В целях повышения валидности педагогического контроля применяются экспертные оценки контрольного материала для приведения в соответствие требований учебной программы и концепции знания. Концепция знания может зависеть от статуса вуза, контингента обучаемых. Соответственно должен варьироваться и контрольный материал.

Объективность – критерий, в котором сочетаются надежность, валидность плюс ряд аспектов психологического, педагогического, этического, ценностного характера (3).

При организации дистанционного обучения необходимо оптимально подбирать систему и методику компьютерного тестирования.

Существуют следующие виды компьютерного тестирования:

- централизованное вузовское тестирование по контрольным материалам;
- аттестационное тестирование (при самообследовании кафедр, подтверждение государственной лицензии);
- итоговое тестирование по оценке соответствия полученных в процессе обучения знаний по конкретной дисциплине требованиям государственного образовательного стандарта;
- рубежное и текущее тестирование по оценке подготовленности в процессе изучения дисциплины;
- оценка остаточных знаний обучаемых.

Методом компьютерного тестирования можно получить объективную, оперативную, достоверную информацию о знаниях, полученных в процессе обучения и о готовности обучаемых к восприятию нового материала.

Компьютерное тестирование имеет ряд преимуществ:

- обеспечение стандартизации;
- обеспечение индивидуальности процедуры контроля;
- повышение объективности контроля и исключения субъективных факторов (усталость преподавателя и его эмоциональность или плохое настроение, отсутствие или недостаточность времени для личного общения с преподавателем, другое);
- оперативность статистической обработки результатов контроля;
- доступность для обучающегося к полной информации о результатах контроля;
- обеспечение возможности преподавателю быстрой проверки знаний большого количества обучаемых по разным темам, выполнению заданий, дисциплине в комплексе;
- освобождение преподавателя от выполнения повторяющейся трудоёмкой и рутинной работы по организации массового контроля, высвобождение времени для творческого совершенствования разных аспектов его профессиональной деятельности;
- обеспечение всесторонней и полной проверки;
- обеспечение возможности обучающемуся самопроверки освоения материала в том режиме работы как это ему удобно (сетевой режим доступа к контролирующим системам и измерительным материалам);
- доступности и равноправия всех участников процедуры тестирования.

Компьютерное тестирование имеет ряд недостатков, выделим два основных:

- исключение из процедуры контроля устного речевого компонента;
- снижение потребности выбора главного в прочитанном.

Самой сложной задачей эксперта по компьютерному тестированию является задача разработки тестов, которые позволяют максимально объективно оценить уровень соответствия или несоответствия личностной модели знаний ученика и экспертной модели знаний. Разработка тестовых

материалов для любой формы контроля (бланкового или компьютерного) должна удовлетворять определенным принципам, выработанным требованиями, правилам оформления и удовлетворять требованиям экспертов по оценке тестовых заданий.

При организации тестирования ни одному испытуемому не дается никаких преимуществ перед другими испытуемыми. Все отвечают на задания, которые охватывают учебные элементы, составляющие основу структуры содержания обучения по данной специальности, всем дается одинаковое время. Правила оценки выполнения задания определяются заранее и должны одинаково применяться ко всем испытуемым.

При разработке дистанционного тестирования необходима реализация определенных принципов, позволяющих оптимально проводить проверку обучающегося.

Принцип доступности тестового контроля. Принцип доступности тестового контроля - один из самых важных для обучающегося принципов. Обеспечение этого принципа позволяет рассматривать форму тестового контроля как необходимое условие самообразования, где очень важна возможность самоконтроля в любое удобное время для обучающегося. Безусловно, компьютерное тестирование при лицензионных проверках должны проходить по своим правилам и в отведенное для такого тестирования время и место. Но очень важно для самого процесса обучения иметь доступ к системе тестирования в удобное время и необходимое количество раз.

Принцип полноты теста. Итоговое тестирование должно включать в себя вопросы по всем основным тематикам дисциплины. Таким образом, итоговое количество вопросов контрольного теста варьируется в зависимости от объема изучаемой дисциплины.

Принцип объективности теста. Содержание вопросов теста должно быть однозначным и не включать субъективное мнение составителей теста. Содержание вопросов теста должно опираться только на научные факты и ключевые темы дисциплины. Различные спорные места и неоднозначные толкования в изучаемой дисциплине включать в разработку теста не следует.

Принцип простоты изложения. При изложении вопросов теста следует избегать сложных конструкций предложений. Должны исключаться малопонятные и редко употребляемые слова, а также неизвестные символы, иностранные слова, затрудняющие восприятие смысла. При подготовке теста следует рассматривать однозначность вопросов. Однозначность следует рассматривать в двух аспектах:

1) однозначность содержательная, что необходимо для понимания теста всеми участниками процесса тестирования именно только так как написано;

2) однозначность оценки качества выполнения теста, т.е. единство правил оценки ответов в рамках принятой формы.

Также необходимо предусматривать краткость заданий. Краткость заданий должна обеспечиваться тщательным анализом содержания каждого

слова, символа, их толкования в словарях русского языка и иностранных слов, в различных энциклопедиях и т.д.

Принцип достоверности тестирования. Контролирующий материал для любого тестирования должен обеспечивать адекватность результатов проверки изученному материалу, поэтому нужно очень тщательно проработать все тесты, чтобы проверка осуществлялась в соответствии с целями и содержанием обучения. Кроме того, сама система компьютерного тестирования должна обеспечить достоверность самого процесса тестирования, в который мы вкладываем следующий смысл: сведение к минимуму случайности оценки действий обучающихся; исключение несанкционированного доступа, как к материалам контроля, так и к самому процессу тестирования (защиту полученных результатов тестирования); корректный перевод шкалы оценивания результатов тестирования и выставление соответствующей оценки.

Принцип вариативности. Содержание теста должно зависеть от развития науки, научно-технического прогресса, от нового содержания учебной дисциплины и новых учебников. С изменением содержания учебной дисциплины должно изменяться тестовое задание в соответствии с контингентом испытуемых, уровнем их подготовленности, степенью обученности и индивидуальными особенностями обучающегося.

Принцип объективности оценки результатов тестирования. Компьютерное тестирование по самой сути исключает с одной стороны влияние преподавателя, его эмоциональность, субъективное отношение к обучающемуся, что сказывается положительно на психологический климат самого процесса контроля.

Список литературы

1. Красильникова, В.А. Становление и развитие компьютерных технологий обучения: монография [Текст] / В.А. Красильникова – М.: ИИО РАО, 2002. – 168 с.
2. Красильникова, В.А. Технология разработки программно-педагогических средств. Авторский курс лекций для специальности 030100. [Текст] / В.А. Красильникова – 122 с.
3. Буланова-Топоркова, М. В. Педагогика и психология высшей школы: Учебное пособие [Текст] / М. В. Буланова-Топоркова – Ростов / Д: Феникс, 2002. – 408 с.

Электронное пособие как элемент дистанционного обучения студентов – заочников

Меньших Н.Г. (г. Кировск, Филиал Костромского государственного университета им. Н.А.Некрасова, г. Кировск, Мурманская область, кафедра менеджмента, fkgu@com.mels.ru)

The changes, being nowadays in Russia, determine the necessity of reforming. Designing and inculcating of new education model. The solution of these tasks is direct connected with development of new technologies of pedagogical ideas adoption on of it is the distant education.

Перемены, происходящие в настоящее время в России, обуславливают необходимость реформирования, проектирования и внедрения новой модели образования. Решение этих задач непосредственно связано с разработкой новых технологий усвоения педагогических понятий. Одной из них является дистанционное обучение.

Организация дистанционного обучения студентов заочного отделения – перспективное направление внедрения информационных технологий. Для реализации дистанционного обучения необходимо первоначально разработать учебную программу по конкретной дисциплине, а затем в соответствии с ней и учебно-методический комплекс, обеспечивающий дистанционную форму обучения.

Основная цель программы — обеспечить активное владение студентами конкретных дисциплин. Программа задает конечную и промежуточные цели, структурирует пути, ведущие к ним, указывает задачи учебно-познавательной деятельности в соответствии с образовательным стандартом.

В методических рекомендациях на каждом этапе обучения по данной программе выделяются те особенности процесса обучения, которые определяют его специфику.

Учебно-методический комплекс по каждой дисциплине состоит из:

- электронного схемокурса, который включает обобщенную и систематизированную в текстовом и графическом виде информацию, структурированную по темам дисциплины;
- модуля тестирования и статистики;
- электронного учебно-тренировочного комплекса - практикума с задачами, упражнениями, конкретными ситуациями;
- контролирующей программы, представляющей собой контрольные задания и упражнения по пройденному учебному материалу;
- дополнительных пособий для всех этапов обучения.

В данной работе предлагается концепция электронного пособия для студентов заочного отделения, в которой заложены принципы открытой и саморазвивающейся системы.

Электронное пособие — это основной инструмент обучения. Оно предназначено для обучения дисциплины, содержащее систематическое изложение знаний, подлежащих обязательному усвоению студентами.

Электронное пособие в большей степени инструмент обучения и познания, и его структура и содержание зависят от целей его использования. Данное пособие является и репетитором, и тренажером, и самоучителем.

Основными факторами интенсификации учебного процесса с помощью электронного пособия являются:

- повышение целенаправленности;
- усиление мотивации;
- повышение информативной емкости учебного содержания данной дисциплины;
- активизация учебно-познавательной деятельности студентов;
- ускорение темпа учебных действий (1).
- Электронное пособие эффективно, когда имеются:
- практически мгновенная обратная связь;
- возможность быстрого поиска необходимой справочной информации;
- демонстрационные примеры и модели (пособие рассказывает, показывает, объясняет, демонстрирует);
- контроль (тренаж, самоконтроль, тестирование).
- Принципы построения электронного пособия заключаются в следующем:
- нелинейное и многоуровневое представление учебной информации;
- нацеленность на личность (личностно-ориентированное обучение) и на самостоятельную и индивидуальную работу.

В отличие от классического «бумажного» варианта пособий электронное пособие предназначено для иного стиля обучения, в котором нет ориентации на последовательное, линейное изучение материала. Учебно-информационный текст пособия четко иерархически структурирован по содержанию. Верхний уровень иерархии отражает основные понятия и концепции предметной области. Более низкие уровни последовательно детализируют и конкретизируют эти понятия. При этом четко обозначены определения, примеры, объекты и утверждения с помощью ключевых слов. Многоуровневость позволяет изучать предмет с различной степенью глубины.

Важнейшей частью пособия является глоссарий или структурированный каталог понятий и модулей. Он построен аналогично построению файловой структуры операционной системы компьютера. Здесь в роли каталогов, подкаталогов и файлов выступают модули, подмодули и понятия. С помощью этого обеспечивается легкая навигация по пособию.

Различные формы обучения в личностно-ориентированной системе нацелены на студента, чтобы побудить его активно мыслить и легко воспринимать новую информацию и знания. Важное условие правильного восприятия знаний об объектах и явлениях реального мира — непосредственное чувственное восприятие предметов и явлений, которые позволят сформировать представление о предметах и явлениях, раскрыть смысл и значение слов, создать условия, необходимые для сознательного усвоения знаний.

Возможности данного пособия позволяют также привлечь обучаемого к диалогу, активным действиям. Это достигается путем использования демонстрационных моделей и технологий компьютерного моделирования.

Сочетание демонстрационных примеров и демонстрационных моделей обеспечивает развитие психической деятельности студента, выступающего в качестве пользователя пособием.

Самостоятельное обучение подкрепляется возможностями самодиагностики знаний и контроля обучения. Поэтому важно, чтобы в пособии были контролирующие и тестирующие элементы.

В соответствии с изложенными выше принципами в пособии присутствуют:

- модель знаний;
- многоуровневая структура представления информации;
- демонстрационные модели и примеры;
- справочники, шаблоны, образцы;
- контроль в виде тестов, ситуация, упражнений (2).

Организация дистанционного обучения позволит решить многим студентам-заочникам проблемы: нехватки времени, финансовых затрат, поиска необходимых учебников, справочников и других пособий по конкретной дисциплине.

С помощью компьютерного учебного комплекса будут созданы условия для самостоятельной работы студентов, можно будет индивидуализировать процесс обучения, будет повышена активность студентов и мотивация обучения, а также создана комфортная среда обучения и способность к выработке самооценки у студентов.

Таким образом, дистанционная форма обучения является эффективным вариантом реализации конечных целей обучения студентов заочного отделения.

Список литературы

1. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2003- 192 с.

2. Кукушин В.С. Теория и методика обучения / В.С. Кукушин. – Ростов н/Д.: Феникс, 2005.- 474 с.

Роль тестового контроля при дистанционном обучении

Николаенко О.А., Петров Б.Ф. (МГТУ, ин-т дистанционного обучения,
e-mail: idodec@mstu.edu.ru)

Ускорение развития технологий и увеличение необходимых объемов знаний ставят перед преподавателями высшей школы задачи по интенсификации своего труда и использованию современной техники в процессе обучения. Широкое внедрение ЭВМ, получение информации из Интернета требует соответствующего программного обеспечения для обучения и контроля усвоения знаний студентами.

Тестовые методы являются наиболее простыми в этом комплексе программ. При использовании этой формы контроля эффективность работы преподавателя возрастает, особенно это при дистанционных формах обучения.

С точки зрения характера задач, решаемых преподавателем в процессе обучения, в дистанционном обучении применяют входное тестирование, тестирование в процессе обучения и итоговое тестирование.

Входное тестирование целесообразно проводить перед изучением курса (темы или раздела) для выявления степени владения студентами базовыми знаниями, умениями и навыками, необходимыми для начала обучения по дисциплине. Результаты этого тестирования позволят своевременно внести корректировки в учебно-методические материалы, или в график учебного процесса, а при необходимости, и в учебный план специальности.

Большая роль отводится тестированию в процессе обучения, которое позволяет определить совокупности знаний, умений, навыков, которые освоил студент при изучении теоретического и практического материала модуля (текущей темы или раздела), а также выявить пробелы в изучении материала. В процессе обучения студентам могут быть предложены тесты для самоконтроля и контролируемые тесты.

Выполнение тестов для самоконтроля помогает студентам критически оценить свои успехи при самостоятельном изучении отдельного теоретического материала.

Своевременный анализ результатов текущего контрольного тестирования позволяет не только проверить степень усвоения студентом материала каждого модуля, но также выявить пробелы в знаниях, умениях и навыках, разработать комплекс действий по устранению выявленных пробелов (повторение изучения данной темы или раздела, возврат на изучение предыдущих тем или разделов, проведение консультаций, более детальная проработка материалов УМК и т.д.) [1].

В настоящее время в Институте дистанционного обучения (ИДО) МГТУ по восьми специальностям изучается 43 дисциплины, которые включают в себя около 140 модулей. Изучение каждого модуля завершается

одной из форм контроля знаний (контрольным тестированием или контрольной работой). При этом предпочтение (около 80 %) отдается тестовому контролю. Контрольное тестирование студенты могут проходить как в компьютерном классе ИДО, так и через Интернет по месту жительства.

Для ритмичного изучения всех дисциплин ежемесячно разрабатываются графики тестирования по всем дисциплинам курсовой подготовки. В качестве критерия самостоятельной активности студентов используется рейтинговая система оценки контроля знаний. С результатами рейтинга студент ежемесячно может ознакомиться на сайте ИДО.

Завершая определенный этап обучения или все обучение в целом, учащийся должен получить зачет или сдать экзамен. Указанные виды контрольных испытаний также могут проводиться в виде тестирования.

Необходимо отметить, что тестирование при завершении обучения (итоговое тестирование) отличается от предыдущих видов тестирования (входного и текущего) своими задачами, которые заключаются в выставлении объективной оценки по результатам тестирования.

Качество тестовых материалов является основой тестовой технологии, и его реализация представляет собой одну из важнейших задач, стоящих перед преподавателями. К основным критериям тестов можно отнести: надежность, валидность и объективность.

Надежность тестов характеризует устойчивость его результатов. Н. Гронлунд отмечает: «Тесты по оценке результатов должны быть надежными и в связи с этим их обработка должна осуществляться очень тщательно. Если балл, полученный учеником в результате теста, будет соответствовать той оценке, которую он получил бы при повторном прохождении того же теста или идентичного с ним по форме, то данная оценка считается высоко надежной. Все тестовые результаты содержат некоторый процент ошибок (в связи с различием факторов, таких как, условия тестирования или студенческие ответы), но процент ошибок может быть уменьшен путем увеличения количества и усовершенствованием качества вопросов, задаваемых в тесте (длиной теста). Чем длиннее тест, тем более надежными и адекватными будут результаты» [2].

Валидность определяется в первую очередь соответствием форм и методов контроля его цели. Содержательная валидность теста характеризуется определенными требованиями к его содержанию: все аспекты тестирования, отвечающие его целям, должны найти отражение в соответствующих заданиях, и наиболее значимым аспектам должно соответствовать большее количество заданий. Содержательная валидность педагогического теста может быть проверена либо с помощью экспертной оценки, либо коррелированием оценок, полученных в результате выполнения заданий теста с оценками по той же теме, полученными другими методами (без использования тестов). Если при этом наблюдаются однотипные изменения общих результатов, то тест считается валидным (пригодным) с точки зрения поставленных перед ним целей измерения [3].

Если тест очень длинный, то ухудшается мотивация и внимание у испытуемых, а это снижает надежность и валидность. Следует отметить также, что если тестирование занимает более полутора часов, то при этом возникают организационные проблемы, испытуемые с неохотой соглашаются отвечать на вопросы теста. С другой стороны, с точки зрения теории, чем длиннее тест, тем он надежнее. Возникающее противоречие между теорией и практикой решается компромиссом в ту или иную сторону, в зависимости от конкретного случая.

Разработка тестовых материалов для любой формы контроля должна удовлетворять определенным принципам, выработанным требованиями, правилам оформления и удовлетворять требованиям экспертов по оценке тестовых заданий.

Повышения качества тестовых заданий можно достигнуть за счет:

- создания творческих коллективов из числа ведущих преподавателей по разработке тестовых заданий;
- разработки композиции теста и оценка его валидности;
- выбора экспертных комиссий по оценке качества тестовых заданий из числа наиболее опытных преподавателей кафедры;
- проведения экспертизы теста и тестовых заданий с выработкой рекомендаций по доработке тестовых материалов или принятия решения о готовности тестовых материалов для ввода материалов в автоматизированный банк данных.

Первый опыт ИДО показал, что применение практики тестирования направляет студентов на ритмичную организацию изучаемого материала по всем дисциплинам в течение учебного года и позволяет учебному заведению оценить качество освоения студентами учебного материала.

Список литературы

1. Писаренко Н.Д. Применение тестовых технологий в учебном процессе // Проблемы практической подготовки студентов: Материалы 3 ВНТК/ Воронеж, 2005. – С. 223-225.
2. Сыроева Л.А. Методика построения логико-семантической модели структуры содержания дисциплины / Вопросы тестирования в образовании. № 8, 2003. – Москва, Центр тестирования при Министерстве образования РФ. 2003. С. 15-20.
3. Чельшкова М.Б., Хлебников В.А. Основные подходы к оценке качества подготовки обучаемых // Проблемы качества, его нормирования и стандартов в образовании: Сб. науч. ст. М.: ИЦ, 1999.

Дистанционное обучение в МГТУ – опыт и перспективы развития

Петров Б.Ф., Николаенко О.А., Серeda В.И. (МГТУ, институт дистанционного обучения, e-mail: idodec@mstu.edu.ru)

Институт дистанционного обучения (ИДО) МГТУ открыт в мае 2005 года. Основная цель создания данного структурного подразделения университета – организация разработки и поэтапного внедрения в учебный процесс новых информационно-коммуникационных образовательных технологий (ИКТ), формирование и реализация общей концепции дистанционного обучения, его нормативного, методического и программно-технического обеспечения, создание информационно-образовательной среды, как в университете, так и в Мурманском регионе в целом.

В области образовательной деятельности ИДО МГТУ работает по следующим основным направлениям:

- высшее профессиональное образование;
- довузовская подготовка;
- послевузовская подготовка: получение второго высшего образования, повышение квалификации, профессиональная переподготовка.

В настоящее время в Институте обучается 106 студентов заочной формы обучения по следующим специальностям высшего профессионального образования: «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем», «Водоснабжение и водоотведение», «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», «Технология продуктов общественного питания», «Прикладная информатика (в экономике)», «Судовые энергетические установки», «Технология рыбы и рыбных продуктов», «Социальная работа».

Среди обучающихся в ИДО студентов: 46 % - жители г. Мурманска, 54 % - жители Мурманской области. В 2006 году на базе Апатитского филиала МГТУ создан опорный пункт ИДО для реализации образовательных программ для жителей удаленных населенных пунктов Мурманской области - городов Апатиты, Мончегорск, Кировск, Кандалакша. Это составляет порядка 27 % обучающихся в ИДО студентов.

Студентами ИДО в основном являются молодые люди в возрасте 25-30 лет. Многие из них имеют среднее специальное или незаконченное высшее образование и хотели бы обучаться по сокращенным образовательным программам.

Для обеспечения учебного процесса в ИДО задействовано 40 преподавателей МГТУ, из которых 50 % имеют ученую степень и/или ученое звание.

Графиком учебного процесса в течение учебного года для студентов предусмотрены: установочная сессия (2 недели), самостоятельное

дистанционное изучение материала, зачетно-экзаменационная сессия (3 недели). Опыт показал эффективность проведения установочной сессии, так как ее посещает порядка 70 % студентов.

Важной составляющей учебного процесса в ИДО является разработка учебно-методических материалов (УММ) по дисциплинам. В настоящее время в процесс формирования УММ по 43 дисциплинам вовлечено 17 кафедр МГТУ. В ближайшее время эта цифра возрастет в два раза. Необходимо долгосрочное планирование работы ИДО с кафедрами-разработчиками УММ путем заключения соответствующих договоров.

Доступ к УММ и к текущей информации по учебному процессу обеспечивается в ИДО посредством Интернет-сайта.

Промежуточный контроль знаний студентов ИДО осуществляется в основном с помощью тестирования. Разработан программный комплекс, позволяющий проводить тестирование студентов по локальной сети (компьютерные классы ИДО МГТУ, Апатитского филиала МГТУ) и индивидуально по сети Интернет. Опыт показывает, что 50% студентов предпочитают тестироваться в компьютерном классе, а 50 % - индивидуально.

Для реализации учебного процесса в виде электронных семинаров и электронных консультаций на сайте ИДО создан форум. Первый опыт проведения электронных семинаров уже накоплен по ряду дисциплин: «Концепция современного естествознания», «Экология», «Социология». Как правило, в электронных семинарах принимает участие до 60% студентов. Необходимо расширить использование форума в учебном процессе. С целью активизации использования форума ИДО проведет обучающие семинары для преподавателей МГТУ.

Возникающие в ходе освоения дисциплины вопросы студент также может задать преподавателю по электронной почте.

Кроме заочных консультаций графиком учебного процесса в ИДО предусмотрены очные консультации. Однако опыт показывает их неэффективность при дистанционном обучении – очные консультации посещает не более 5 % студентов. Это подтверждает необходимость развития дистанционных форм консультирования студентов ИДО (особенно с помощью форума).

Опыт работы ИДО позволяет наметить следующую стратегию развития.

Изучение рынка образовательных услуг показывает его потребность в сокращенных формах обучения по программам высшего образования на базе среднего специального и высшего образования. На следующий учебный год планируется практически по всем открытым в ИДО специальностям внедрять указанные формы обучения. Также необходимо расширить спектр реализуемых специальностей гуманитарно-экономического направления.

Перспективным является заключение трехсторонних договоров с предприятиями о подготовке необходимых для них специалистов. В этом

направлении успешным является сотрудничество ИДО с ФГУП «СРЗ «Нерпа».

Необходимо начать реализацию программ среднего профессионального образования с использованием дистанционных технологий. Причем реализуемые программы должны быть взаимосвязаны с программами высшего образования, что позволит обеспечить непрерывность обучения.

В области довузовской подготовки целесообразным является разработка и реализации элективных курсов и корректирующих образовательных программ. Например, по химии, биологии, математике, информатике. Это позволит повысить образовательный уровень абитуриентов, поступающих в МГТУ.

В области повышения квалификации необходима разработка курса использования дистанционных технологий в образовательном процессе. Данный курс может быть полезен для обучения работников как средней, так и высшей школы.

Следует признать оправдавшей себя практику использования филиалов и представительств МГТУ в Мурманской области для реализации образовательных программ с использованием дистанционных технологий. Необходимо рассмотреть возможность создания представительств МГТУ в городах Мончегорск, Североморск, Кандалакша. В перспективе ИДО планирует выйти на Ленинградскую и Архангельскую области.

Для активизации внедрения дистанционных технологий в учебный процесс ИДО был разработан инновационный проект «Развитие и использование дистанционных образовательных технологий при подготовке кадров для Евро-Арктического региона по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники, создание региональной информационно-образовательной среды», который вошел в инновационную программу развития МГТУ.

Из опыта преподавания дисциплины «Химия» студентам ИДО МГТУ

Петрова Л.А., Дякина Т.А. (МГТУ, кафедра химии, petrovala@mstu.edu.ru)

В 2006/07 учебном году в ИДО МГТУ осуществлен набор студентов на специальности «Судовые энергетические установки» и «Водоснабжение и водоотведение». В соответствии с Государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования в Учебные планы этих специальностей входит изучение дисциплины «Химия».

Как известно, качество подготовки инженеров существенно зависит от уровня их образования в области фундаментальных наук: математики, химии, физики. Роль и место химии в системе естественнонаучных дисциплин определяется тем, что в области материального производства человеку всегда приходится иметь дело с веществом. Не зная свойства вещества, его строения, химической природы его частиц, механизмов их взаимодействия, возможных путей превращения одного вещества в другое, нельзя успешно освоить материал специальных дисциплин.

Обучение химии преследует две основные цели. Первая – общеобразовательная, заключающаяся в формировании и развитии у студентов элементов химического мышления. Вторая – конкретно-практическая, связанная с применением знаний химии в процессе профессиональной деятельности.

Задача дисциплины – дать необходимые знания по химии, позволяющие успешно использовать их в промышленности и технологических расчетах.

Дистанционные образовательные технологии значительно меняют организацию, методы и формы образования и преподавания дисциплин. Существенно изменяется и роль преподавателя. Он перестает быть активным источником знаний, а становится организатором самостоятельной работы студента, преподавателем-консультантом. Основная работа преподавателя проходит на предварительном этапе – этапе подготовки учебно-методических материалов дисциплины. В связи с этим повышается ответственность преподавателя при разработке учебно-методического комплекса дисциплины. От качества разработанных материалов, в том числе, будет зависеть успех изучения химии студентами.

Поскольку дисциплина «Химия» изучается на I курсе и является одной из первых дисциплин, осваиваемых студентами в режиме дистанционных образовательных технологий, необходимо детально описать всю методику изучения дисциплины. Учебно-методические материалы дисциплины «Химия» состоят из учебников по дисциплине, «Практикума по химии», «Методических указаний по самостоятельному изучению дисциплины «Химия»», «Лабораторного практикума по химии».

Учебники по дисциплине «Химия» для нехимических специальностей вузов достаточно широко представлены на Интернет-сайтах (www.chemister.da.ru; www.scilib.com.ru; www.rushim.ru, электронная библиотека книг МГУ им. М.В. Ломоносова и т.д.), поэтому нами не разрабатывались электронные учебники.

Обучение студентов по дисциплине «Химия» проходит по модульной системе изучения. Весь материал дисциплины разделен на три модуля: «Химия и периодическая система элементов. Химическая термодинамика и кинетика»; «Растворы»; «Электрохимические процессы. Специальные разделы химии». Каждый модуль содержит шесть завершенных тем дисциплины. В «Практикуме по химии» представлены содержание дисциплины по модулям и темам. В каждой теме рассмотрено решение типовых задач, предложены задачи и вопросы для самоконтроля, и контрольные задания для самостоятельного решения. Вопросы поставлены в различных формах: как в традиционной, когда студент должен ответить на них устно (проявив свои знания дисциплины и ораторское мастерство), так и в тестовой форме, когда из предложенных вариантов ответов нужно выбрать правильные, либо выявить соответствия между элементами предложенных множеств.

Для повышения качества изучения дисциплины нами разработаны методические указания к самостоятельной работе. В них даны рекомендации по изучению каждой темы дисциплины, указаны ссылки на теоретические источники с указанием глав, разделов, страниц, а также представлены требования к уровню освоения содержания темы (о чем студент должен иметь представление, что должен знать, уметь в результате изучения каждой конкретной темы).

Контроль текущей успеваемости студентов проводится в виде тестирования по каждому модулю. В ИДО МГТУ имеется конструктор тестовых наборов, который достаточно хорошо адаптирован к формированию тестов по химии. Сложность для преподавателя при формировании тестов заключается в необходимости создания объемной базы данных. Это, пожалуй, самая трудоемкая работа.

Преподаватель со студентами встречается на установочной сессии в начале семестра, когда читает лекции (2 – 4 часа), при проведении текущих консультаций (если они необходимы студенту), при приеме зачета или экзамена.

Особенность дисциплины «Химия» в том, что химия – экспериментальная наука. Поэтому, в отличие от гуманитарных наук, работа преподавателя со студентами не может быть только виртуальной. В настоящее время лабораторный практикум проводится в дни экзаменационной сессии в режиме реального времени в лаборатории кафедры химии. Студенты закрепляют полученные в процессе самостоятельного изучения дисциплины знания, выполняя лабораторные работы, приобретают навыки работы с лабораторным оборудованием,

осваивают основные методики химического анализа, применяемые в водоподготовке.

Полученный опыт преподавания дисциплины «Химия» с применением дистанционных образовательных технологий позволит в дальнейшем создать расширенную базу тестовых заданий различного уровня сложности и для различных форм контроля. Созданный банк данных может быть применен для промежуточной аттестации студентов всех форм обучения.

Современные методы контроля знаний студентов при дистанционном обучении

Фахрутдинова Е.В. (Казанский государственный университет, кафедра экономики. Efahr@mail.ru)

История дистанционного обучения насчитывает не один десяток лет. Первая серьезная попытка разорвать связь "профессор-студент" была предпринята Яном Коменским еще 350 лет назад, когда он ввел в широкую образовательную практику иллюстрированные учебники. Он также создал базу для использования системного подхода в образовании, написав свою "Великую дидактику". По-видимому, именно его следует признать родоначальником дистанционного образования.

В конце XIX века произошла "вторая дистанционная революция" - появилось "корреспондентское" обучение. Теперь студент мог не только читать книги, но и посылать учителю свои письменные работы, получать по почте комментарии преподавателя и новую порцию учебников. Эти изменения произошли благодаря появлению регулярной почтовой связи. Такой способ обучения очень понравился тем, кто жил вдали от крупных городов и не мог обучаться в обычных заведениях, - для многих людей тогда это было единственной возможностью получить приличное образование.

Образовательные учреждения корреспондентского типа обучения существуют и до сих пор. В России это ЕШКО, АССА, Школа Илоны Давыдовой и другие. Разумеется, они постоянно совершенствуют свои технологии: включают в пакет учебных материалов аудио- и видеокассеты, используют "программированные" учебники, интерактивные тесты и так далее. Принципиальная проблема заключается в том, что уровень адекватного усвоения письменной информации составляет около 15%, что вчетверо ниже, чем при чтении лекций. Относительно слабая обратная связь - посредством пересылки письменных работ - также не гарантирует правильного усвоения знаний.

Прародители следующего дистанционного изобретения решили усилить обратную связь путем скрещивания корреспондентского обучения с очным и получили "заочное образование". Главная и, безусловно, плодотворная идея этого подхода - оптимальное сочетание очных и дистанционных методик преподавания - и лучше, и недорого. Другое дело, что реализовать это можно по-разному...¹

В XX веке появился целый букет изобретений, позволяющих передавать и воспроизводить огромное количество информации, поэтому многих вдохновили идеи "эфирных университетов" и "видеопрофессоров", но оказалось, что отсутствие обратной связи, взаимодействия преподавателя со студентом делает эти уникальные технологии практически бесполезными. Наконец в 1969 году англичане, изучив опыт России (заочное обучение и

¹ http://www.i2r.ru/static/317/out_5565.shtml

Институт повышения квалификации) придумали открытое дистанционное образование. Наибольшее влияние на создание ОДО оказали фундаментальные достижения в таких областях, как образовательные методики, информационные технологии и маркетинговые методы обслуживания потребителей. Важнейшую роль сыграло также осознание необходимости перехода в образовании от использования отдельных методик к комплексным учебным технологиям, широкому применению разделения труда, системного и сетевого подходов, обеспечивающих высокое качество при массовом предоставлении услуг.

Носителями знаний здесь являются не преподаватели, а комплекты учебных материалов, которые тщательно разрабатываются командами лучших профессоров. Причем учебники эти интерактивные, то есть предназначены не только для хранения информации, но и для взаимодействия со студентом. И после того как учебники уже написаны и изданы, "озвучивание" их на лекциях кажется довольно бессмысленным. Лектор может даже знать больше, чем авторы учебников, но ведь есть еще технология преподавания, а все ее аспекты он точно учесть не сможет. Это все равно что попытаться управлять всеми технологическими линиями завода в одиночку.

Преподавателю достается одновременно и более легкая, и более сложная роль. При использовании ОДО отсутствует необходимость «надиктовывания» материала. Плюсом является и высокая мотивация студентов в получении знаний. Преподавателю достается функция контрольная. То, что студент не понял или понял из учебников неточно, нужно выявить и исправить.

Следует отметить, что дальнейшее улучшение качества подготовки кадров с высшим образованием опирается на совершенствование учебного процесса, обеспечивающее повышение качества знаний, умений и навыков студентов, развитие их творческих и профессиональных способностей. Особенно это становится актуальным при дистанционном обучении. Важнейшим средством управления процессом обучения, способствующим росту его эффективности, является улучшение контроля учебной работы студентов при дистанционном обучении. Концепция повышения качества образования в России, сформулированная в Федеральной программе «Развитие образования в России», предусматривает реформирование высшего профессионального образования за счет внедрения новых информационных технологий обучения и контроля знаний студентов. Инновационные процессы характеризуются не только существенными изменениями в содержании обучения и воспитания, переходом на многоуровневую систему профессиональной подготовки специалистов, фундаментализацией и гуманизацией образования, но и кардинальными изменениями в методах и формах обучения и контроля знаний студентов. В связи с разработкой Национальной системы оценки качества образования в России и введением государственных образовательных стандартов особенно актуальным является вопрос организации научно-обоснованной и объективной системы педагогического контроля и методик диагностирования знаний студентов.

Государственные требования к уровню подготовки специалистов - в настоящее время стержневой документ для оценки качества усвоения соответствующей образовательной программы как на выходе из нее, так и на промежуточных этапах. Государственные образовательные стандарты, устанавливая, с одной стороны, минимальные требования к степени усвоения знаний и умений, исходя из предполагаемой профессиональной и социальной деятельности выпускников вузов, с другой - минимальные требования к содержанию образовательно-профессиональной программы, создают более четкую базу для создания системы управления качеством образования. Кроме того, в связи с введением учебных планов нового поколения, организованных по модульному принципу, меняются дидактические цели контроля знаний, что неизбежно приводит к необходимости пересмотра всей системы диагностирования.

Одним из основных требований новой системы дистанционного образования является его фундаментальность, что включает в себя содержание двух уровней. Первый уровень обеспечивает образованию общечеловеческий характер, включает универсальные формы усвоения всякого знания, культуру обучения, развитие критического ассоциативного мышления за счет гуманитарной направленности учебных курсов. Второй уровень - это уровень конкретно-содержательных знаний по одному из современных направлений развития науки и техники. В связи с этим возникает необходимость диагностирования фундаментальной подготовки специалистов, учитывающего ее инвариантную часть и вариативную (специализацию).

В настоящее время постоянное внимание уделяется обеспечению объективности данных об уровне подготовки будущих специалистов. Результаты межсессионного контроля и показатели успеваемости систематически и глубоко анализируются, на их основе принимаются меры по улучшению организации и содержания учебно-воспитательного процесса, усилению требовательности к студентам за качество и эффективность аудиторных и самостоятельных занятий. Внедряются новые прогрессивные методы контроля знаний. При дистанционном обучении одним из современных методов контроля знаний студентов и степени усвоения в течение семестра является написание эссе. Данный метод контроля знаний студентов применим и для студентов экономических специальностей.

Эссе от французского "essai", англ. "essay", "assay" - попытка, проба, очерк; от латинского "exagium" - взвешивание. Создателем жанра эссе считается М.Монтень ("Опыты", 1580 г.). Это прозаическое сочинение - рассуждение небольшого объема со свободной композицией. Жанр критики и публицистики, свободная трактовка какой-либо проблемы. Эссе выражает индивидуальные впечатления и соображения по конкретному поводу или вопросу и заведомо не претендует на определяющую или исчерпывающую трактовку предмета. Как правило, эссе предполагает новое, субъективно окрашенное слово о чем - либо и может иметь философский, историко-биографический, публицистический, литературно-критический, научно-популярный, беллетристический характер.

Эссе студента - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем (тема может быть предложена и студентом, но обязательно должна быть согласована с преподавателем). Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи. Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Тема не должна инициировать изложение лишь определений понятий, ее цель — побуждать к размышлению. Тема эссе должна содержать в себе вопрос, проблему, мотивировать на размышление. Тема предполагает не только определение общих для всех трех концепций положения, но и разработку категорий для сравнения. Развитию творческого мышления и аргументации способствуют темы, предложенные в программе «Институциональная экономика» (автор Заиченко Н.А.): «Фирма и контракт. Как уберечься от оппортунистического поведения менеджера», «Специфика проблем в контрактных отношениях», «Постконтрактный оппортунизм и как с ним бороться. (моральный риск и моральная угроза)». По курсу «Истории экономической мысли», например, темы эссе могут формулироваться следующим образом: «Количественная теория денег Фишера и Фридмена: общее и различия». По работам: Фишер И. «Покупательная сила денег», Фридмен М. «Количественная теория денег: новая формулировка». Таким образом от формулировки предложенной темы зависит реферат или эссе напишет студент.

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе.

Титульный лист (заполняется по единой форме, см. приложение 1);

Введение - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически;

На этом этапе очень важно правильно **сформулировать вопрос, на который вы** собираетесь найти ответ в ходе своего исследования. При работе над введением могут помочь ответы на следующие вопросы: «Надо ли давать определения терминам, прозвучавшим в теме

эссе?»), «Почему тема, которую я раскрываю, является важной в настоящий момент?», «Какие понятия будут вовлечены в мои рассуждения по теме?», «Могу ли я разделить тему на несколько более мелких подтем?». Например, при работе над темой «Экономика России времен Петра I: традиционная или командная» в качестве подтемы можно сформулировать следующий вопрос: «Какие признаки были характерны для экономики того периода?».

Основная часть - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса. Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина — следствие, общее — особенное, форма — содержание, часть — целое,

Постоянство — изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли. Хорошо проверенный (и для большинства — совершенно необходимый) способ построения любого эссе — использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить. Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

Заключение - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений.

Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь. Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения. **Тезис** — это положение (суждение), которое требуется доказать. **Аргументы** — это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. **Вывод** — это мнение, основанное на анализе фактов. **Оценочные суждения** — это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. **Аргументы** обычно делятся на следующие группы:

Удостоверенные факты — фактический материал (или статистические данные). Факты — это питательная среда для выяснения тенденций, а на их основании - законов в различных областях знаний, поэтому мы часто иллюстрируем действие законов на основе фактических данных.

Определения в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.

Законы науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Виды связей в доказательстве.

Для того чтобы расположить тезисы и аргументы в логической последовательности, необходимо знать способы их взаимосвязи. Связь предполагает взаимодействие тезиса и аргумента и может быть прямой, косвенной и разделительной. Прямое доказательство — доказательство, при котором истинность тезиса непосредственно обосновывается аргументом. Например: мы не должны идти на занятия, так как сегодня воскресенье. Метод прямого доказательства можно применять, используя технику индукции, дедукции, аналогии и причинно-следственных связей. Индукция — процесс, в результате которого мы приходим к выводам, базирующимся на фактах. Мы движемся в своих рассуждениях от частного к общему, от предположения к утверждению. Общее правило индукции гласит: чем больше фактов, тем убедительнее аргументация. Дедукция — процесс рассуждения от общего к частному, в котором вывод обычно строится с опорой на две предпосылки, одна из которых носит более общий характер. Например, *все люди, ставящие перед собой ясные цели и сохраняющие присутствие духа во время критических ситуаций, являются великими лидерами. По свидетельству многочисленных современников, такими качествами обладал А. Линкольн - один из самых ярких лидеров в истории Америки.*

Аналогия - способ рассуждений, построенный на сравнении. Аналогия предполагает, что если объекты Л и Б схожи по нескольким направлениям, то они должны иметь одинаковые свойства. Необходимо помнить о некоторых особенностях данного вида аргументации: направления сравнения должны касаться наиболее значительных черт двух сравниваемых объектов, иначе можно прийти к совершенно абсурдному выводу. Причинно-следственная аргументация - аргументация с помощью объяснения причин того или иного явления (очень часто явлений, находящихся во взаимозависимости).

Требования к фактическим данным и другим источникам

При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедиться в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением). Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

Как подготовить и написать эссе?

Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как:

исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме);

качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы);

аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

Процесс написания эссе можно разбить на несколько стадий: обдумывание — планирование — написание — проверка — правка.

Планирование — определение цели, основных идей, источников

информации, сроков окончания и представления работы. **Цель** должна определять действия. **Идеи**, как и цели, могут быть конкретными и общими, более абстрактными. Мысли, чувства, взгляды и представления могут быть выражены в форме аналогий, ассоциации, предположений, рассуждений, суждений, аргументов, доводов и т.д.

Аналогии — выявление идеи и создание представлений, связь элементов значений.

Ассоциации — отражение взаимосвязей предметов и явлений действительности в форме закономерной связи между нервно — психическими явлениями (в ответ на тот или иной словесный стимул выдать «первую пришедшую в голову» реакцию).

Предположения — утверждение, не подтвержденное никакими доказательствами.

Рассуждения — формулировка и доказательство мнений. Аргументация - ряд связанных между собой суждений, которые высказываются для того, чтобы убедить читателя (слушателя) в верности (истинности) тезиса, точки зрения, позиции. Суждение — фраза или предложение, для которого имеет смысл вопрос: истинно или ложно? Доводы — обоснование того, что заключение верно абсолютно или с какой-либо долей вероятности. В качестве доводов используются факты, ссылки на авторитеты, заведомо истинные суждения (законы, аксиомы и т.п.), доказательства (прямые, косвенные, «от противного», «методом исключения») и т.д. Перечень, который получится в результате перечисления идей, поможет определить, какие из них нуждаются в особенной аргументации. Источники. Тема эссе подскажет, где искать нужный материал. Обычно пользуются библиотекой, Интернет-ресурсами, словарями, справочниками. Пересмотр означает редактирование текста с ориентацией на качество и эффективность. Качество текста складывается из четырех основных компонентов: ясности мысли, внятности, грамотности и корректности. Мысль — это содержание написанного. Необходимо четко и ясно формулировать идеи, которые хотите выразить, в противном случае вам не удастся донести эти идеи и сведения до окружающих.

Внятность — это доступность текста для понимания. Легче всего ее можно достичь, пользуясь логично и последовательно тщательно выбранными словами, фразами и взаимосвязанными абзацами, раскрывающими тему.

Грамотность отражает соблюдение норм грамматики и правописания. Если в чем-то сомневаетесь, загляните в учебник, справьтесь в словаре или руководстве по стилистике или дайте прочитать написанное человеку, чья манера писать вам нравится.

Корректность — это стиль написанного. Стиль определяется жанром, структурой работы, целями, которые ставит перед собой пишущий, читателями, к которым он обращается.

Оценивание эссе

Критерии оценки эссе могут трансформироваться в зависимости от их конкретной формы, при этом общие требования к качеству эссе могут оцениваться по следующим критериям, предложенным в «Методических рекомендациях по написанию эссе» Государственным Университетом Высшей Школы Экономики Санкт-Петербургского филиала² :

Критерий	Требования к студенту	Максимальное количество баллов
Знание и понимание теоретического материала.	<ul style="list-style-type: none"> - определяет рассматриваемые понятия четко и полно, приводя соответствующие примеры; - используемые понятия строго соответствуют теме; - самостоятельность выполнения работы. 	2 балла
Анализ и оценка информации	<ul style="list-style-type: none"> - грамотно применяет категории анализа; - умело использует приемы сравнения и обобщения для анализа взаимосвязи понятий и явлений; - способен объяснить альтернативные взгляды на рассматриваемую проблему и прийти к сбалансированному заключению; - диапазон используемого информационного пространства (студент использует большое количество различных источников информации); - обоснованно интерпретирует текстовую информацию с помощью графиков и диаграмм; - дает личную оценку проблеме; 	4 балла
Построение суждений	<ul style="list-style-type: none"> - ясность и четкость изложения; - логика структурирования доказательств - выдвинутые тезисы сопровождаются грамотной аргументацией; - приводятся различные точки зрения и их личная оценка. - общая форма изложения полученных результатов и их интерпретации соответствует жанру проблемной научной статьи. 	3 балла
Оформление работы	<ul style="list-style-type: none"> - работа отвечает основным требованиям к оформлению и использованию цитат; - соблюдение лексических, фразеологических, грамматических и 	1 балл

² <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/essay-2005.phtml>

	стилистических норм русского литературного языка;	
- оформление текста с полным соблюдением правил русской орфографии и пунктуации;		
- соответствие формальным требованиям.		

Максимальное количество баллов, которое студент может получить – 10.

Осуществление глубокого анализа и целенаправленного использования результатов написания эссе необходимо для определения уровня усвоения знаний студентами в течение семестра с последующим проведением зачетов, курсовых и государственных экзаменов, защиты дипломных работ и проектов для совершенствования учебного процесса.

Список литературы:

1. Галактионова Т.Г. От самопознания к самореализации. Персонал-технология образовательной деятельности - СПб: Институт специальной педагогики и психологии. – 1999 г.

2. Забродина Н.П. Что такое эссе по экономике//Экономика в школе. - 2004.- №1.

3. Лутохина М.А. Эссе по экономике. // Экономика для школьников.- 2002.- №2, СПб: РГПУ им. Герцена.

4. Простые слова. Конкурс эссе. Пособие для участников конкурса. - МОО "Достижения молодых" - Junior Achievement Russia - М., 2006.

5. Федосюк М., Хамракулова Х. Эссе//Экономика в школе.-2000.-№1.

6. Т.Е.Ворожейкина. Как написать хорошее эссе. Web: <http://www.msses.ru/study/how-to-write-good-essay.html>

7. Методические рекомендации по написанию эссе. <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/essay-2005.phtml>

8. Написание эссе при поступлении в американский ВУЗ. Web: <http://us4u.by.ru/ed12.shtml>

9. Советы по написанию эссе. Web: www.begin.ru/db2/doc.html

Компьютерное моделирование при изучении дисциплины «Теоретические основы электротехники»

Шиян А.Ф. (МГТУ, кафедра электрооборудования судов,
e-mail: afshiy@rambler.ru)

Шиян П.А. (Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный
технический университет, кафедра физики металлов,
e-mail: pashiy@rambler.ru)

Изучение дисциплины «Теоретические основы электротехники» (ТОЭ) в высших учебных заведениях предполагает не только овладение суммой теоретических знаний, но и практическую проверку усвоенных законов электрических и магнитных цепей на натуральных и компьютерных моделях в лабораторных условиях, приобретение практических навыков работы с измерительными приборами.

Организация лабораторного практикума и других форм практических занятий

со студентами дневной формы обучения достаточно отработана, и студент может работать с необходимым оборудованием непосредственно в специализированных лабораториях.

При заочной и дистанционной форме обучения студент большую часть времени обучается самостоятельно, по индивидуальному учебному плану и вне учебных аудиторий и лабораторий. В этих условиях возрастает роль компьютерного эксперимента – исключительно как важного и необходимого **дополнения к натурному эксперименту**.

Целесообразность использования виртуального компьютерного моделирования в процессе самостоятельной работы при изучении ТОЭ по индивидуальному плану, состоит в том, что студенты:

- овладевают современными методами научного познания;
- приобретают навыки исследовательской деятельности;
- получают дополнительные условия для формирования познавательного интереса;
- получают дополнительную возможность самостоятельно приобретать знания, проверять собственные идеи, самим разрабатывать эксперимент;
- получают возможность самостоятельно и оперативно проверять правильность решения большинства своих тренировочных задач (как простых, так и самых трудоемких и сложных) и контрольных заданий по ТОЭ, моделируя (затрачивая на это минимум времени) схемы исследуемых цепей и их работу;
- получают возможность моделировать и виртуально проводить сложные физические эксперименты, которые невозможно поставить

натурно в условиях учебного заведения и тем более, дома – во время самостоятельной работы.

Проиллюстрируем эти моменты лишь на одном конкретном примере, отражающем использование компьютерных моделей уже на завершающем этапе изучения одного из достаточно сложных для усвоения вопросов курса ТОЭ – темы «Переходные процессы в электрических цепях».

Итогом изучения этой темы является объемная и сложная курсовая работа «Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях». В задании

на курсовую работу предлагается несколькими способами рассчитать переходный процесс, протекающий в линейной электрической цепи, содержащей несколько накопителей энергии и описываемой характеристическим уравнением, содержащим два или три корня. Расчет достаточно трудоемкий и практически каждый студент дневной формы обучения неоднократно обращается за консультациями к преподавателю.

При дистанционном обучении студент проявляет большую самостоятельность. Конечно, он также получает консультации, используя возможности компьютерных телекоммуникаций, однако общение с преподавателем (тьютором) не прямое и значительно короче по времени. Поэтому на каждом этапе расчета студенту необходимо иметь возможность оперативно проверить правильность своих промежуточных результатов.

На рис. 1 показано рабочее окно программы Electronics Workbench, в котором собрана виртуальная компьютерная модель линейной электрической цепи, находящейся в состоянии после коммутации.

Цепь содержит виртуальную катушку индуктивностью 0,5 Гн, виртуальный конденсатор емкостью 40 мкФ, зашунтированный виртуальным резистором сопротивлением 100 Ом. В ветви с конденсатором включен виртуальный измерительный резистор сопротивлением 0,1 Ом, для снятия осциллограммы тока конденсатора. Напряжение с этого резистора синим проводником подано на вход канала **B** виртуального осциллографа. На вход канала **A** этого осциллографа красным проводником подано напряжения с конденсатора. Цепь питается от виртуального источника ЭДС напряжением 100 В. Виртуальный ключ, управляемый клавишей «Space» (клавишей Пробел), показан в послекоммутационном состоянии. В этом состоянии ключ шунтирует резистор сопротивлением 50 Ом.

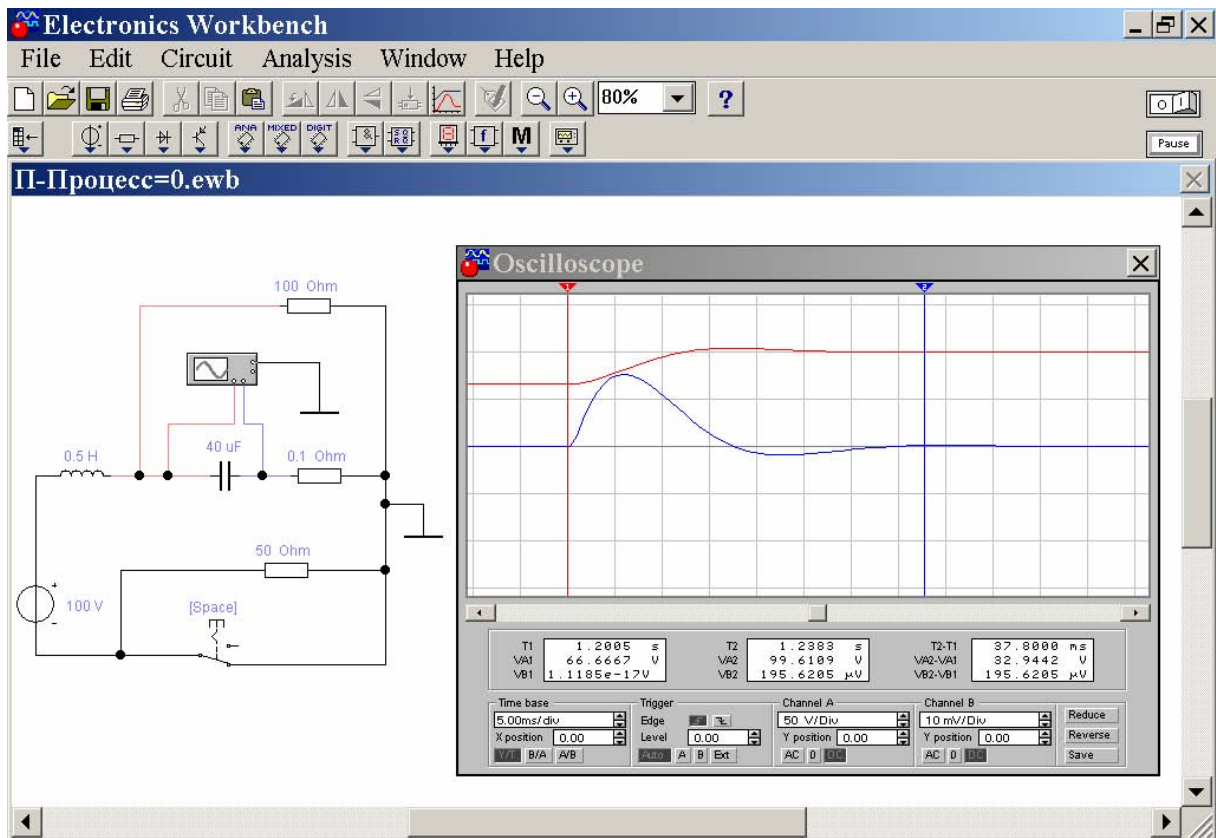


Рис. 1

В правой части рабочего окна «распахнут» экран виртуального осциллографа и панель управления его работой. По результатам моделирования видны формы кривых тока (синяя кривая) и напряжения (красная кривая) конденсатора в продолжение переходного режима. Визир 1 (красный) и 2 (синий) пользователь может перемещать, используя манипулятор «мышь» и в окнах T1 и T2 он сможет наблюдать числовые отсчеты моментов времени T1 и T2, прошедших от момента включения режима моделирования, а в окнах ниже – значения напряжений в каналах *A* и *B*. В рассматриваемом случае T1 = 1,2005 с – время прошедшее от начала запуска модели в режим симуляции до точки отсчета, в которую помещен визир 1. Соответственно, T2 = 1,2383 с – время прошедшее от начала запуска модели в режиме симуляции до точки отсчета, в которую помещен визир 2.

На рис. 1 первый визир установлен непосредственно на момент коммутации, второй – на момент времени близкий к завершению переходного процесса.

Иногда бывает необходимо измерять длительность промежутка времени, соответствующего отрезку оси абсцисс, заключенному между визирами *A* и *B*, а также приращение напряжения в каждом из каналов за тот же промежуток времени. Все эти значения можно наблюдать в окне T2 – T1 (T2 – T1 = 37,8000 мс) и далее (ниже) – окна с приращениями напряжений в каналах *A* и *B*.

На заключительном (наиболее сложном) этапе этой курсовой требуется рассчитать отклик цепи (интеграл Дюамеля) на воздействие импульса

сложной формы. Проверка результата расчета может быть в считанные минуты выполнена на компьютерной модели.

В среде Electronics Workbench сигнал сложной формы может быть задан с помощью источника ЭДС программируемого пользователем. На рис. 2 показаны результаты моделирования отклика цепи (синяя кривая – ток конденсатора), на вход которой подан сигнал сложной формы (красная кривая).

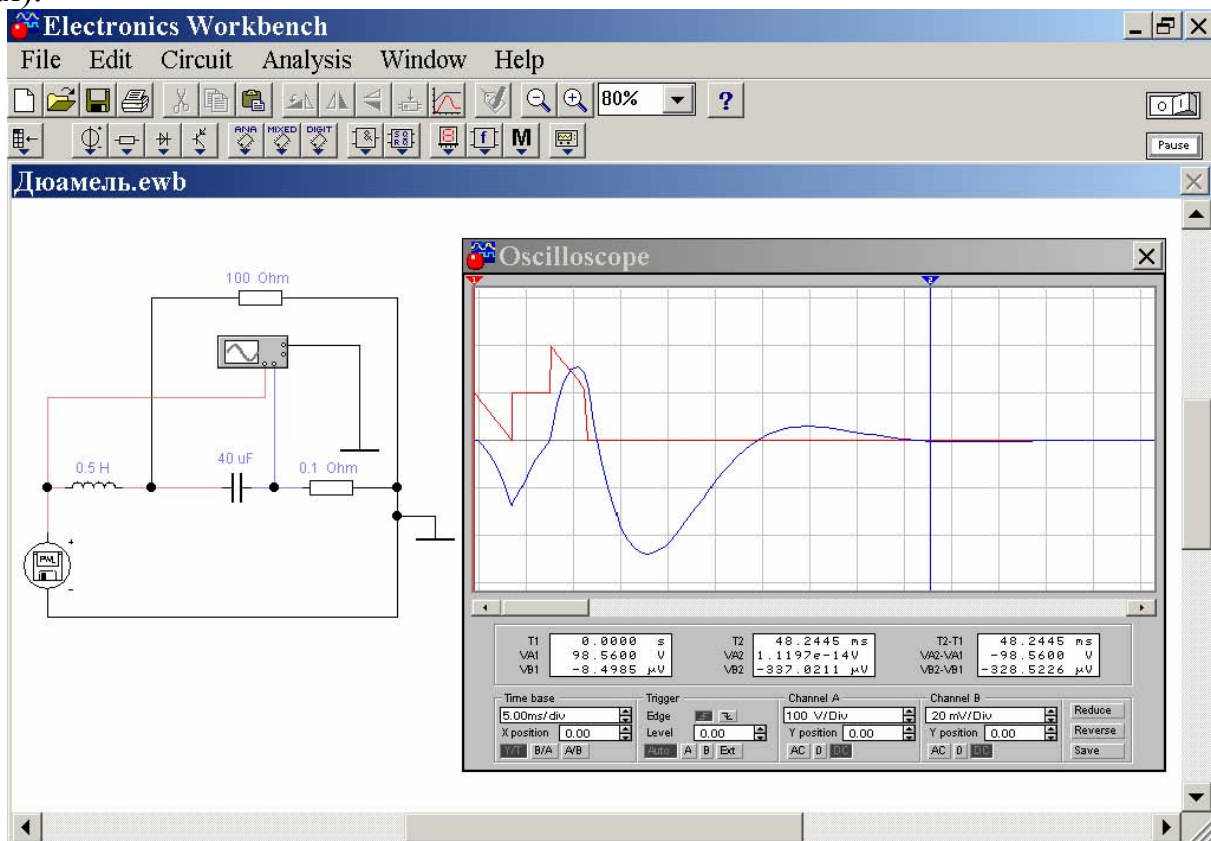


Рис. 2

Компьютерные модели электрических и электронных схем позволяют с минимальными затратами времени и без риска испортить реальные радиокомпоненты исследовать не только те режимы, которые можно реализовать в лаборатории на реальных установках, но широко варьируя любые параметры элементов схемы, изучать режимы работы промышленных установок, не представленных в учебных лабораториях.

Использование виртуального компьютерного моделирования электронных устройств позволяет оптимально организовать как аудиторную, так и самостоятельную работу студентов, обеспечивая им глубокий уровень физического понимания теоретического материала, давая навыки работы с современными профессиональными программно-аппаратными средствами электронного моделирования.

Форум как средство для проведения удаленных консультаций и электронных семинаров

Юрко А.С. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

Введение

Современные информационные и телекоммуникационные технологии во многом изменили мир вокруг нас. Использование глобальной сети Интернет, компьютеров и мобильных устройств де-факто стало неотъемлемым атрибутом во многих сферах человеческой деятельности. Стремительное развитие компьютерной техники позволило отыскать новые подходы к решению сложных проблем.

Не исключением является и сфера образования. Компьютерная техника и глобальные сети позволяют людям с ограниченными возможностями получать образование без необходимости посещения учебного заведения. Но дистанционные технологии – это не только возможность удаленного обучения. Современные информационные технологии предлагают новые методы организации самого процесса обучения: новые формы контроля знаний, новые организационные формы получения консультаций и выполнения практических и лабораторных работ – все это может использоваться не только при дистанционном обучении, но и при прохождении традиционных форм обучения.

Одним из наиболее важных моментов, связанных с формированием учебного процесса, является необходимость проведения консультаций. В случае дистанционного обучения это должны быть консультации, организуемые с использованием глобальной сети Интернет. Консультации могут проводиться в двух режимах:

- онлайн: в этом случае участники консультации (преподаватели и студенты) в режиме реального времени обсуждают ту или иную проблематику, отвечают на поставленные вопросы, выдвигают гипотезы, комментируют ответы;
- оффлайн: в этом случае всем участникам консультации нет необходимости находиться в сети Интернет одновременно, а ответы на вопросы и комментарии даются в течение некоторого времени после постановки вопроса.

Первая форма консультаций может быть организована с использованием программ типа чата. Основным недостатком данного вида консультаций является необходимость одновременного нахождения в сети всех участников дискуссии. Главным же достоинством – возможность оперативного получения ответов на интересующие вопросы.

Вторая форма консультаций является более гибкой в плане организации учебного процесса. Участникам дискуссии не требуется всем вместе одновременно находиться в сети, следовательно, ответы и комментарии студенты и преподаватели могут оставлять в любое удобное

для них время в течение контрольного срока проведения консультаций. Такой вид консультаций может быть организован на основе программ типа форума.

Форум как компьютерная программа

В общем случае форум представляет собой специальное программное обеспечение для организации общения посетителей Интернет-сайта. Форум предлагает набор разделов для обсуждения. Работа форума заключается в создании пользователями тем в разделах и последующим обсуждением внутри этих тем. Отдельно взятая тема, по сути, представляет собой тематическую гостевую книгу. Таким образом, распространённое деление форума: «разделы → темы → сообщения».

Обсуждение должно соответствовать теме. Отклонение от начальной темы обсуждения часто запрещено правилами поведения форума. За соблюдением правил следит модератор – участник, наделённый возможностью удалять чужие сообщения в определённом разделе или теме, а также контролировать к ним доступ отдельных участников.

На форумах может применяться чрезвычайно гибкое разграничение доступа к сообщениям. Так, на одних форумах чтение и создание новых сообщений доступны любым случайным посетителям, на других необходима предварительная регистрация – те и другие форумы называют открытыми. Применяется и смешанный вариант – когда отдельные темы могут быть доступны на запись всем посетителям, а другие – только зарегистрированным участникам. Кроме открытых существуют закрытые форумы, доступ к которым определяется персонально для каждого участника администраторами форума. На практике также нередко встречается вариант, когда некоторые разделы форума общедоступны, а остальная часть доступна только узкому кругу участников.

При регистрации участники форума могут создавать профили – страницы со сведениями о данном участнике. В большинстве форумов имеется система приватных сообщений, позволяющая авторизованным пользователям общаться индивидуально, аналогично электронной почте.

Как правило, форум отличается от чата более серьёзными обсуждениями, поскольку предоставляет отвечающим больше времени на обдумывание ответа. Форумы часто используются для разного рода консультаций, в работе служб технической поддержки.

Таким образом, форум как устоявшаяся форма организации консультаций в сети Интернет, может также использоваться и при дистанционном обучении. В институте дистанционного обучения форум используется как средство для проведения удалённых консультаций и электронных семинаров.

Форум ИДО МГТУ

Использование форума в учебном процессе предполагает внесение некоторых изменений в традиционную структуру форума. В институте дистанционного обучения форум имеет следующую структуру. На верхнем уровне иерархии находятся разделы. Каждый раздел представляет собой специальность, по которой проводится обучение в институте. Далее разделы делятся непосредственно на форумы. Каждый форум представляет собой ту дисциплину, которая изучается в рамках той или иной специальности. Подобная организация форума позволяет разграничить права доступа к дисциплинам для различных категорий пользователя.

По каждой дисциплине ведется обсуждение. Обсуждение заключается в том, что пользователи (преподаватели, студенты и т.д.) создают в рамках дисциплины новые темы. Каждая новая тема может представлять собой вопрос для обсуждения. Далее участники форума дают ответы на поставленный вопрос. Таким образом, становится возможным организовать электронный семинар в рамках той или иной дисциплины.

Кроме того, существуют форумы, который относятся ко всем дисциплинам и специальностям одновременно. Это так называемые форумы технической поддержки. Доступ к ним имеют все пользователи. В рамках данных форумов каждый из участников может задать интересующий его вопрос технического или организационного характера и получить ответ от своих коллег, сотрудников ИДО или администраторов. В этом случае форум используется для проведения удаленных консультаций.

Все пользователи форума ИДО разделены на четыре группы: администраторы, сотрудники, преподаватели и студенты. Кроме того, студенты входят в учебные группы. Вхождение в ту или иную группу дает определенные права доступа к дисциплинам, а использование учебных групп позволяет предоставить или запретить права доступа к той или иной дисциплине для всей группы одновременно, а не для каждого пользователя (студента и преподавателя) по отдельности.

Студенты ИДО МГТУ могут просматривать только те дисциплины, по которым они обучаются в рамках выбранных специальностей, а также могут создавать новые темы в рамках этих дисциплин, давать ответы и комментарии. Однако студенты не могут редактировать сообщения других пользователей форума.

Преподаватели ИДО МГТУ также имеют доступ только к тем дисциплинам, по которым они ведут занятия. Преподаватели создают новые темы для обсуждения, дают ответы на вопросы студентов и сами формируют вопросы. Некоторые из преподавателей имеют права модератора, то есть они могут редактировать сообщения студентов или удалять их, если эти сообщения не соответствуют тематике форума.

Сотрудники имеют доступ ко всем существующим форумам и могут просматривать сообщения, созданные другими пользователями. Кроме того, сотрудники могут добавлять свои комментарии, однако они не могут редактировать и удалять сообщения студентов и преподавателей.

Администраторы имеют полные права доступа ко всем разделам и форумам, могут добавлять, изменять и удалять сообщения. Кроме того,

администраторы добавляют новых пользователей в систему, так как форум ИДО МГТУ является закрытым и для регистрации в нем необходимо подтверждение администратора. При этом при добавлении студентов в учебную группу требуется назначить модератора группы, то есть пользователя, который будет иметь права на добавление и исключение студентов из группы. Как правило, таким пользователем является администратор форума.

Некоторые особенности связаны и с организацией самого процесса обсуждения в форуме ИДО. Так, например, при создании новой темы существует возможность создания опроса, а при ответе на вопрос можно прикрепить к сообщению файл. Типы файлов, которые можно добавлять к сообщениям, редактируются администратором. Как правило, такими файлами могут быть рекомендации для выполнения тех или иных практических работ, образцы и шаблоны документов, контрольные вопросы.

Сообщения, которые оставляют пользователи, как правило, доступны для всех участников образовательного процесса, имеющих права доступа к соответствующим дисциплинам. Однако существует возможность для отправки частных, или приватных, сообщений, то есть сообщений, которые будут доступны для чтения только определенному пользователю. При отправке такого сообщения также на электронную почту пользователя приходит уведомление о том, что ему (пользователю) было отправлено личное сообщение.

Следует отметить также, что при формировании ответа по выбранной теме пользователь может воспользоваться двумя текстовыми редакторами: простым и расширенным. При использовании простого редактора текст отправляется «как есть», то есть без форматирования. При использовании расширенного редактора существует возможность изменить формат текста: сменить шрифт, изменить цвет текста и фона, добавить специальные символы, таблицы, изображения, нумерованные и маркированные списки, изменить междустрочный интервал, выравнивание текста и многое другое.

Форума ИДО МГТУ создан на основе программного средства phpBB. phpBB является так называемым «движком» форума, или его ядром, на основе которого проектируются многие форумы в сети Интернет. Несомненными достоинствами phpBB являются:

- Система шаблонов, спроектированная таким образом, что упрощает её использование и модификацию в дальнейшем.
- Многоязычный интерфейс: языковые файлы переведены на более чем 50 языков.
- Большое количество доступных и обновляемых модификаций.

Заключение

Таким образом, форум может использоваться как средство для проведения удаленных консультаций и электронных семинаров. Использование форума позволяет студентам более активно участвовать в образовательном процессе в ИДО МГТУ, задавая интересующие их вопросы и отвечая на уже поставленные, а преподавателям дистанционно проводить консультации и электронные семинары.

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

Разработка требований к программному обеспечению для достижения функциональной пригодности

Березовский Л. В. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

In the article the value of process of formalization and management of requirements to software product for maintenance of its functional suitability - the major characteristic of quality according to the standard ISO 9126 is considered. Substantive provisions of process, methods of revealing of requirements, attributes of the requirements are cited, allowing to reach the planned degree of quality, and the metrics for an estimation of requirements.

Способность программного средства (ПС) обеспечивать решение задач, удовлетворяющих установленные потребности заказчиков и пользователей при применении комплекса программ в заданных условиях, отражена в стандарте ISO 9126 характеристикой **функциональные возможности**. В ней на первом месте стоит самая важная субхарактеристика жизненного цикла (ЖЦ) ПС - **функциональность** или **функциональная пригодность**. Кроме нее в состав функциональных возможностей включены, по существу, конструктивные субхарактеристики: корректность и способность к взаимодействию. Более сложно классифицировать защищенность, функции которой непосредственно и органически связаны с конкретными особенностями функциональной пригодности, чем она выделяется из, более инвариантных к функциям ПС, конструктивных характеристик.

Функциональная пригодность - наиболее ответственная, неопределенная, объективно трудно формализуемая и оцениваемая в системном проекте характеристика комплексов программ. Данная характеристика связана с тем, **какие функции и задачи** решает ПС для удовлетворения потребностей пользователей, в то время как другие, конструктивные характеристики главным образом связаны с тем, **как и при каких условиях**, заданные функции могут выполняться с требуемым качеством. Субхарактеристики и атрибуты функциональной пригодности можно характеризовать в основном свойствами, категориями и качественным описанием функций, для которых зачастую трудно определить численные меры и шкалы. Поэтому они отнесены в группу номинальных, категорийно-описательных характеристик.

Цель и назначение ПС детализируются и формализуются в **требованиях к функциям** компонентов и всего комплекса программ, способного реализовать декларированные цели:

- соответствие комплекса программ функциям информационной системы;

- соответствие автоматизируемых функций и комплексов задач назначению ЖЦ ПС;
- общие технические требования к реализации функций, компонентов и задач.

Адекватность и полнота отражения требуемыми функциями сформулированного назначения ПС, является характеристикой, определяющей потенциальную возможность реализации его функциональной пригодности в целом. Прослеживание детализации и покрытия целей, требованиями к функциям сверху вниз (начиная от целей ПС), а также конкретизация и корректировка целей снизу вверх от потенциально реализуемых функций должны обеспечивать адекватность и качество этой части основы функциональной пригодности.

Формализация и управление требованиями - это систематический метод выявления, организации и документирования требований к системе или ПС, а также процесс, в ходе которого вырабатывается и обеспечивается соглашение между заказчиком и разработчиками, в условиях меняющихся требований к системе (1).

Разработчики должны применить методы и процессы для того, чтобы понять решаемую задачу до начала разработки ПС. Для анализа проблемы можно использовать разнообразные методы. В частности, моделирование бизнес-процессов (2) – метод анализа проблем, который хорошо зарекомендовал себя для сложных информационных систем, осуществляющих поддержку ключевых бизнес-инфраструктур. Выявленные на данном этапе бизнес-прецеденты могут позднее применяться для определения совокупности требований к ПС. Методы **системного анализа**, позволяют осуществить разбиение сложной системы на подсистемы (3). Этот процесс помогает понять, каким общим целям должно служить ПС.

Понимание потребностей пользователей необходимый организационный этап, так как разработчики редко получают совершенные спецификации требований к создаваемой системе, они должны сами добывать информацию, необходимую им для успешной работы. Термин **выявление требований** точно отражает данный процесс, в котором разработчики должны играть активную роль. Чтобы помочь команде решить эти проблемы, лучше понять потребности пользователей и других заинтересованных лиц, целесообразно использовать методы:

- *интервьюирования и анкетирования* - создание структурированного интервью; проведение интервью с 5 - 15 пользователями и/или заинтересованными лицами; подведение итогов совокупности интервью, сформулировав 10-15 наиболее часто упоминавшихся потребностей пользователей;
- *совещания*, посвященные анализу и синтезу требований - формулирование и определение целей программного продукта;

ознакомление с ними всех участников проекта и установление, что они с ними согласны; если это не так, следует остановиться и уточнениями добиться согласия; обязательно убедиться в согласии заказчиков;

- «*мозговой штурм*» и отбор идей, чтобы: выявить и/или уточнить функции проекта; отсеять нецелесообразные идеи; провести классификацию функций, чтобы определить атрибуты приоритетов (критический, важный, полезный), риска (высокий, низкий, средний), трудоемкости реализации (человеко-месяцы), стабильности (высокая, низкая, средняя);
- *анализ* иллюстративных *прецедентов* в приложении к концепции требований (или системному проекту), чтобы их функции были наглядны и понятны;
- выявление или *создание прототипов* на основе первичных требований.

Хотя ни один из методов не является универсальным, каждый из них позволяет лучше понять потребности пользователей и тем самым превратить "неясные" требования, в требования, которые "лучше известны и понятны". Каждый из этих методов "эффективен" в определенных ситуациях, однако рекомендуется (4) отдавать предпочтение совещанию, посвященному требованиям, и мозговому штурму.

Поскольку работа с требованиями это дисциплина, которая начинает применяться с самого раннего этапа ЖЦ разработки, то ее влияние на качество конечного результата, которое может быть достигнуто путем надлежащего управления требованиями, увеличивается прямо пропорционально продвижению по этапам жизненного цикла. Относительно небольшие усилия, затраченные на ранних стадиях разработки, могут принести огромную пользу на последующих стадиях. ***Улучшение требований означает улучшение качества продукта*** (5).

Существует несколько *атрибутов качества*, которые должны использоваться в требованиях. Атрибуты, впервые предложенные Мак Коллом (McCall) в 1970-х годах, позволяют отличить просто «хорошие» требования от первоклассных. Вайгерс (Weigers) указывал на существование характеристик, которые должны быть присущи каждому требованию в отдельности, и желательных характеристик для всего SRS-документа (Software Requirements Specification) в целом. Согласно Боэму, одним из самых лучших показателей качества требования является его тестируемость. Если можно создать средство для тестирования требования, то оно определено однозначно и может быть измерено. При этом самым важным фактором является возможность определения того момента, когда требование будет удовлетворено (6).

При сборе информации о требованиях к ПО учитываются следующие *атрибуты*, позволяющие достичь запланированного уровня качества:

- Корректность — может быть подтверждена только заказчиком или пользователем.
- Пригодность— требует знания среды на стороне разработчика. При этом для удовлетворения окончательно сформулированных требований должны быть в наличии соответствующие средства, методы, человеческие ресурсы и бюджетные средства.
- Необходимость — необходимый уровень качества может быть определен во время обсуждения между разработчиками и организаторами. В ПС можно реализовать множество различных возможностей, но при разработке и реализации первой версии ПС достаточно использовать только самые необходимые требования.
- Приоритетность — может быть определена как разработчиками, так и организаторами совместного дела во время проведения интервью или сеанса выработки требований.
- Однозначность – согласно стандарту IEEE определяется наличие только одной интерпретации. Определяет простоту чтения и понимания.
- Лаконичность — содержание в требовании только той информации, которая необходима для выполнения текущего этапа разработки. Связанная с требованием информация об истории, стоимости и рабочем графике размещается отдельно.
- Возможность проверки (тестируемость, измеримость) — говорит о том, что соответствие программного продукта требованию может быть проверено человеком или компьютером.

В дополнение к признакам отдельного требования, можно рассмотреть признаки всей спецификации SRS в целом.

- Завершенность — определяется после обзора, проведенного организатором проекта, и говорит о том, что учтены все важные требования (функциональные свойства, производительность, внешние факторы и т.д.).
- Соответствие — определяется разработчиками при сопоставлении с внутренними документами.
- Изменяемость — изменение требований является вполне логичным процессом (7).

Учитывая потенциально возможные последствия неудач с формулированием деталей каждого требования, необходимо стараться оценить качество как можно большего числа требований. Выборочное использование метрик максимизирует отдачу от материальных вложений в

проверку, фокусируя процесс проверки на важных, измеренных результатах.

Каждая метрика дает выгоду, но стоит денег и времени для сбора, хранения, анализа и составления отчета. Искусство использования метрик заключается и оптимизации отношения затрат к получаемой выгоде. Сомнительной практикой является сбор метрик просто потому, что они могут пригодиться в будущем. Далее приведен список метрик контроля качества, куда включены метрики анализа требований из стандарта IEEE 982.2-1988.

Метрики контроля качества детальных требований включают в себя:

- метрики того, насколько хорошо написаны требования:
 - процент однозначных детальных требований (IEEE-метрика 6);
 - степень законченности (полнота) (IEEE-метрики 23 и 35);
 - процент неочевидных D-требований (в объектно-ориентированном стиле это измеряется процентом требований, размещенных в неправильном классе);
 - процент требований, которые:
 - не тестируются;
 - не прослеживаются (IEEE-метрика 7);
 - не отсортированы по приоритетам;
 - не элементарны (можно разбить на части);
 - не согласуются с остальными требованиями (IEEE-метрики 12 и 23);
- метрики эффективности проверки требований:
 - процент пропущенных или дефектных требований, найденных за каждый час проверки;
- метрики эффективности процесса анализа требований:
 - стоимость каждого D-требования:
 - общая (общее затраченное время/число D-требований);
 - критическая (стоимость получить еще одно);
 - скорость, с которой детальные требования могут быть изменены, удалены, добавлены;
- метрики полноты требований:
 - можно оценить после официального завершения сбора D-требований исходя из скорости, с которой требования изменяют, добавляют.

Метрики полезны, когда их целевые значения определены заранее. Например, базирываясь на опыте предыдущих проектов, можно сказать, что

требования будут считаться законченными, когда скорость внесения изменений и добавлений будет меньше 1 % в неделю (8).

Те организации, которые применяют высококачественные процессы разработки требований, получают массу преимуществ. Эффективность качественных требований не очевидна, и многие ошибочно считают, что время, которое тратится на обсуждение требований, просто отсрочивает выпуск продукта. При завершении проекта становится особо ясной ценность приемов повышения качества на ранних стадиях (7).

Список литературы

1. Липаев В. В. Методы обеспечения качества крупномасштабных программных средств. – М.: СИНТЕГ, 2003. – 520 с., ил.

2. Бурков В. Н., Грацианский Е. В., Дзюбка С. И., Щепкин А. В. Модели и механизмы управления безопасностью. М: СИНТЕГ, 2001.

3. Липаев В. В. Системное проектирование сложных программных средств для информационных систем. Изд. второе переработанное и дополненное. М.: СИНТЕГ, 2002.

4. Леффингуэлл Д., Уидриг Д. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный подход. Пер. с англ. М.: Вильямс, 2002.

5. Э. Халл, К. Джексон, Д. Дик. Разработка и управление требованиями. Изд. второе, 2005.

6. Роберт Т. Фатрелл, Дональд Ф. Шафер, Линда И. Шафер. Управление программными проектами. Достижение оптимального качества при минимуме затрат. Пер. с англ. М.: Вильямс, 2004.

6. Карл И. Вигерс. Разработка требований к программному обеспечению. М.: Русская редакция, 2004.

7. Эрик Дж. Брауде. Технология разработки программного обеспечения. Питер, 2004.

Применение генетического алгоритма в задаче оптимизации Брэгговского волоконного световода с поллой сердцевиной

Богданович Д.В. (*Москва, Московский инженерно-физический институт (технический университет), кафедра физики твердого тела, e-mail: denis.bogdanovich@gmail.com*)

Bragg fiber with a hollow core is optimized for maximal reflection of light from multilayered cladding by using genetic algorithm incorporated with multidimensional minimization method. The brief description of a method and the basic results are presented.

Очень часто при исследовании различных физических явлений, возникают ситуации, когда необходимо численно получить корень системы уравнений, найти глобальный экстремум функции многих переменных. Задачами такого рода являются задачи оптимизации. К сожалению, среди интегро-дифференциальных методов нет универсального алгоритма для решения задач оптимизации. Для каждого отдельного случая приходится подбирать свой метод или даже комбинировать несколько. Общими недостатками для этих алгоритмов являются необходимость знания «рельефа» исследуемой поверхности и точного ограничения положения экстремума функции, неспособность выходить из возможных локальных экстремумов.

Гораздо более подходящим для решения такого рода задач является генетический алгоритм (ГА), впервые предложенный J. H. Holland (1975) (1). Методологическая основа ГА зиждется на прямой аналогии гипотезы селекции существующей в природе. ГА оперирует популяциями потенциальных решений, применяя принцип выживания и участия в формировании потомства наиболее приспособленных из них. Приспособленность каждого потенциального решения определяется значением его целевой функции, дающей определение того, насколько данное решение отличается от желаемого результата. Чем выше приспособленность решения, тем выше вероятность того, что в потомстве, полученном с его участием, «полезные» признаки, определяющие приспособленность будут выражены еще сильнее. ГА не требует знания рельефа поверхности, на которой происходит поиск экстремума, способен выходить из точек локальных экстремумов, прост в реализации и не требует больших вычислительных мощностей.

В волоконной оптике ГА может быть применен в задаче оптимизации Брэгговского волоконного световода на максимальное отражение света от многослойной оболочки. Брэгговский волоконный световод представляет собой одномерный фотонный кристалл, свет в

котором распространяется в основном в полой сердцевине или сердцевине из материала с меньшим, чем у оболочки, показателем преломления. Это оказывается возможным, поскольку оболочка служит многослойным диэлектрическим зеркалом, работающим по принципу брэгговских резонансов (2). Благодаря этому, ряд свойств Брэгговского световода значительно отличается от стандартных двухслойных световодов. В частности, высокий порог возникновения нелинейных явлений, одномодовость и возможность возбуждения поляризационно-невырожденных мод в широком спектральном диапазоне, возможность варьирования дисперсионных свойств, делают Брэгговские волоконные световоды перспективными во многих приложениях, где обычные волоконные световоды имеют существенные ограничения или не применимы вовсе.

Несмотря на то, что методы анализа свойств многослойных цилиндрических световодов были предложены достаточно давно Р. Уен, А. Уагив (1978) (2) и на сегодняшний день имеется большое количество теоретических работ посвященных данной проблеме, полного понимания поставленной задачи пока нет (3). В частности, авторы, по аналогии с плоскопараллельным случаем, исследуют структуры с оптическими толщинами слоев равными четверти длины волны, не учитывая специфики задачи обусловленной ее цилиндрической симметрией. Дело в том, что в цилиндрической геометрии компоненты электромагнитного поля выражаются цилиндрическими функциями с меняющимся пространственным периодом так, что толщины слоев зависят от радиальной координаты и с все меньшей скоростью падают с ростом r . Только асимптотически при сравнительно больших r , когда цилиндрические функции с хорошей точностью аппроксимируются тригонометрическими, коаксиальная структура многослойного диэлектрического зеркала приближается к периодической с примерно равными через один толщинами слоев. Только в работе (4), было обращено на это внимание и проведена попытка оптимизации световедущей структуры на максимальное отражение света от оболочки. Однако авторы проводили оптимизацию структуры световода последовательно добавляя слой за слоем, что не корректно. Дело в том, что волноводные характеристики Брэгговского световода для фиксированной моды зависят от величин действительной и мнимой частей ее постоянной распространения β . Действительная часть β отвечает за дисперсионные характеристики моды, мнимая часть β - за ее потери. В свою очередь, β критически связана с конструкцией многослойной оболочки световода, любое изменение которой, например добавление дополнительного слоя, приводит к изменению β , что сказывается на распределении полей во всей структуре в целом. Таким образом, следует оптимизировать структуру световода уже с фиксированным числом слоев оболочки. Кроме того,

авторы (4) рассматривали только поперечные моды и не проводили анализа потерь и дисперсионных характеристик модовой структуры Брэгговского световода. В этом смысле попытка оптимизации Брэгговского световода не была доведена ими до конца.

Таким образом, задача оптимизации структуры Брэгговского волоконного световода представляет собой обратную электродинамическую задачу. Необходимо при заданных начальных параметрах – рабочей длине волны λ , контрасте показателей преломления слоев оболочки Δn , числе слоев N и радиусе сердцевинки r_1 , найти структуру световода, которая для выбранной нами моды обладает наименьшими потерями.

Несомненным достоинством ГА является способность быстрого обнаружения глобального экстремума на исследуемом пространстве. Однако доведение найденного значения до заданной точности, может занимать у ГА гораздо более продолжительное время, нежели чем у традиционных методов. Чтобы этого избежать, ГА использовался совместно с безградиентным методом многомерной минимизации (5).

Смысл, использованного нами, алгоритма заключался в следующем – изначально случайным образом генерировался набор из M возможных решений, представляющих собой цепочки чисел, из которых две первые позиции занимают значения действительной и мнимой постоянной распространения β , а все остальные значения координат границ слоев – всего $N+2$ позиции. Для каждой переменной, исходя из физических соображений, определялась заранее область возможных значений. Для постоянной распространения β выбирались области соответствующие наибольшим возможным значениям действительной части и наименьшим значениям мнимой части. Центры областей изменения значений соседних координат слоев r_i отличались друг от друга в пределах от одного до нескольких $\lambda/4n_j$, ($j = 1;2$ для нечетных слоев и четных слоев соответственно). Радиус сердцевинки r_1 был фиксированной величиной. Затем каждое решение подставлялось в дисперсионное уравнение, определяющее связь β с длиной волны λ и координатами слоев оболочки r_i . Чем меньше было отличие от нуля, тем более пригодно было решение для дальнейшего участия в формировании потомства.

Далее осуществлялся выбор и скрещивание родительских решений. Случайным образом равновероятно выбирались два решения и производилось сравнение их пригодностей. Более пригодное решение участвовало в формировании потомков. Повторными испытаниями подбирались второе и третье родительские решения. Решения-потомки формировались так, как это показано на рис.1. Применение двух точек разрыва обусловлено тем, что это существенно повышало эффективность метода, а ввод третьего родительского решения позволял ускорить накопление «полезных» признаков в потомстве (6). Из трех полученных

потомков с равной вероятностью выбирался один и заменял в популяции наименее пригодное решение. Все эти операции повторялись, пока не истекло заданное количество потомков.

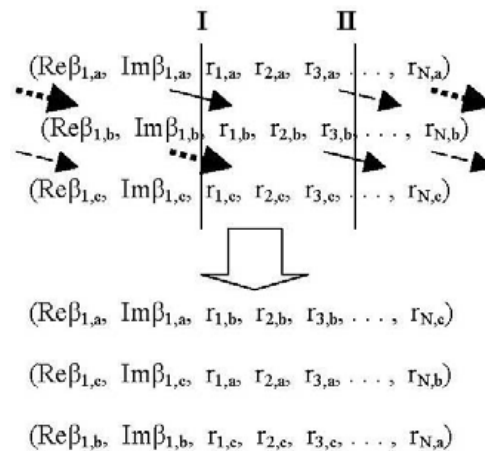


Рис.1. Формирование генотипов потомков. Точки разрыва I и II выбирались случайно.

Применение начальных популяций большой численности увеличивало вероятность нахождения области глобального минимума, модифицированный оператор скрещивания в свою очередь способствовал накоплению «полезных» признаков и позволял эффективно конструировать из исходного материала наилучшее возможное решение, которое использовалось в методе многомерной минимизации в качестве начальной точки и доводилось до требуемой точности.

Исследовалась структура с радиусом сердцевин $r_1 = 7.5 \mu\text{м}$, показателями преломления сердцевин $n_0 = 1.0$, оптически более плотных слоев $n_1 = 3.5$ и менее плотных $n_2 = 2.0$ и числом слоев $N = 8$, длина волны $\lambda = 1,65 \mu\text{м}$. На рис.2 и рис.3 приводятся зависимости потерь α и эффективных показателей преломления n_{eff} от длины волны λ для TE₀₁, TM₀₁ и HE₁₁ мод, полученные с помощью описанного метода. Индексом $\lambda/4$ помечены моды структуры с толщинами слоев равными четверти длины волны, индексами Opt обозначены моды оптимизированных структур. На рис.4 представлены распределения координат границ слоев g_i для четвертьволновой и оптимизированных структур. В данном случае координаты границ слоев для структур оптимизированных на TE₀₁ и HE₁₁ моду совпали.

Таким образом, соединив гибкость, простоту и универсальность ГА с точностью метода многомерной минимизации, удалось создать метод, который быстро и эффективно решал задачу оптимизации Брэгговского световода.

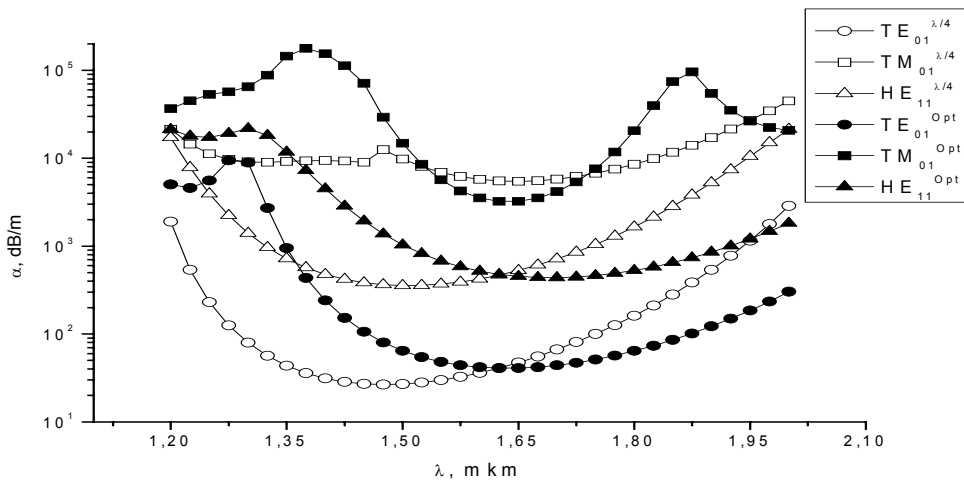


Рис. 2. Зависимость потерь α от длины волны λ для TE_{01} , TM_{01} и HE_{11} мод четвертьволновой и оптимизированных структур.

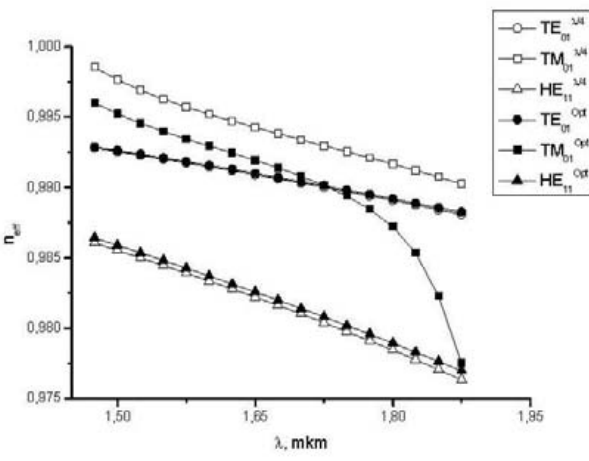


Рис.3 Зависимость эффективного показателя преломления n_{eff} от длины волны λ для мод четвертьволновой и оптимизированных структур.

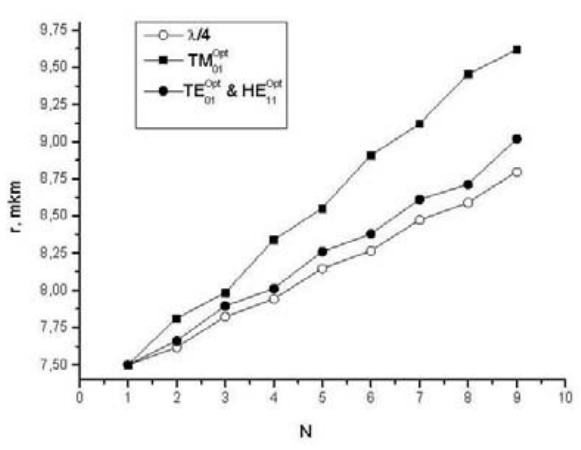


Рис.4 Распределения координат границ слоев r_i четвертьволновой и оптимизированных структур.

Список литературы

1. J.H. Holland, "Adaptation in Natural and Artificial Systems", Cambridge, MA: The M.I.T. Press, 1975.
2. P. Yeh, A. Yariv, E. Marom, "Theory of Bragg fiber," J. Opt. Soc. Am., 1978, V.68. P. 1196-1201.
3. Бирюков А.С., Богданович Д.В., Дианов Е.М., "Брэгговские волоконные световоды: основные методы исследования", Фотон-Экспресс, №6, 2005, 72-76.

4. В.В. Николаев, Г.С. Соколовский, М.А. Калитеевский, “Брэгговские отражатели для цилиндрических волн”, Физика и техника полупроводников, 1999, том 33, вып.2, 174-179.

5. W.H. Press et al., “Numerical recipes in Fortran 77: the art of scientific computing”, 2nd ed., Cambridge University Press, 1997, P.406-413.

6. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М., “Генетические алгоритмы”/ под ред. Курейчика В.М. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.

Технологические аспекты разработки обучающих программ

Возженников А.П. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

Технология автоматизации создания обучающих программ представляет собой совокупность методов и инструментов для производства особого вида информационных продуктов, называемого обучающей программой.

Под обучающей программой будем понимать программное средство, включающее исчерпывающие материалы и вспомогательные средства обучения по некоторому объему учебного материала, называемому модулем. Суть принципа модульности состоит в том, что содержание обучения по дисциплине структурируется в форме отдельных блоков-модулей, включающих в себя цели и учебную задачу, набор необходимых учебных материалов, методические рекомендации и средства контроля успешности выполнения учебной деятельности. В рамках модульного изучения дисциплин логично рассматривать программный обучающий комплекс как целостную систему, модулирующую процесс обучения, т.е. передачу знаний, умений и навыков (ЗУН) через три соответствующих компонента. Назовем их теоретический (знания), практический (умения) и экспериментальный (навыки). Таким образом, можно сформировать базовую структуру обучающей программы, включающую три составляющих. [2]

Разработка каждого компонента имеет свои технологические аспекты разработки, которые основываются на принципиальной функции составляющей процесса обучения.

Теоретический компонент.

Основа теоретического компонента – электронный конспект лекций (ЭКЛ): совокупность предъявляемых обучаемому информационных страниц, то есть структурированной и разделенной на уровни информации с удобной системой навигации и интерактивными обучающими элементами. [3]

Опыт создания ЭКЛ позволяет сформулировать основные принципы изложения теоретического материала в электронной форме:

- ЭКЛ имеет подробное содержание (структуру) конспекта;
- существует иерархия элементов структуры (тема разбивается на главы, параграфы, пункты и т.п.);
- используются разработанные стили оформления элементов структуры;
- в ЭКЛ выделяются иллюстративные элементы с последующим распределением их на статические, динамические и интерактивные;

- имеется возможность определить уровни сложности представляемого материала;
- используются средства навигации по конспекту, основанные на гиперссылках;

Практический компонент.

Практический компонент включает в себя разбор примеров и задач по теме, а также самопроверку знаний и контролирующие тесты. В этом компоненте наблюдается синергетика ЭКЛ и ПО. При создании подобных материалов выделяются следующие этапы разработки:

- в данной теме (модуле) подбираются основные типы задач, затем формируются несколько примеров по каждому из типов;
- разрабатываются стиль и форма представления решений;

Одной из наиболее интересных форм представления разбора задач является фреймовая структура web-страниц, которая позволяет имитировать разбор задачи в аудитории. Один фрейм содержит некоторую базовую информацию по данной задаче и постоянно находится перед глазами пользователя. В другом фрейме содержится непосредственно решение задачи; количество информации в данном фрейме преобладает над количеством базовой информации, поэтому содержимое, как правило, не умещается в пределах экрана и может быть пролистано пользователем. [1]

Экспериментальный компонент.

Экспериментальный компонент представляет собой некоторую креативную среду – программный модуль, обеспечивающий творческую работу пользователя с объектами изучения. Такой программный модуль позволяет приобрести навыки работы с изучаемым материалом. Например, виртуально провести лабораторную работу, смоделировать какой либо процесс, визуально оценить характеристики некоторого объекта, проверить правильность решения задачи или истолковать ее смысл. Основные принципы разработки подобного экспериментального компонента:

- выделяется некоторый класс объектов в рамках данной темы, который имеет
 - символные и (или) числовые входные параметры,
 - математическое описание,
 - числовые и (или) графические выходные параметры;
- реализуется графическая либо числовая иллюстрации зависимостей объектов от входных параметров.

Разработка такого компонента требует больших временных затрат, но позволяет разрешить некоторые методические проблемы преподавания и усвоения материала, а также заметно усилить практический компонент за

счет автоматической генерации вопросов для тестирования и их автоматической проверки. [4] Проектирование средств автоматического тестирования на базе такого компонента может осуществляться следующим образом:

- для поставленной задачи формируется алгоритм ее решения. Выделяются входные параметры (начальные условия) и фиксируется форма ответа.
- осуществляется программная реализация алгоритма, то есть создается программный модуль, который в качестве входных данных имел бы начальные условия, а в качестве выходных данных – решение задачи: численное, символьное или графическое.
- разрабатывается система тестирования по данной задаче. Такая система имеет две части:
 - постановка задачи – формирует вопросы теста путем подстановки параметров в задачу (случайным образом или из заданного множества);
 - проверка решения задачи – автоматически решает задачу для имеющихся параметров и сравнивает решение с введенным ответом.

Для решения математических задач в рамках реализации экспериментального компонента используются следующие способы:

- реализация известных численных методов или их компиляция;
- привлечение статистических методов в качестве альтернативы аналитическим формулам и выводам;
- дискретизация значений функции одной и нескольких переменных.

Апробация предложенных решений имеется в виде обучающей программы «Исследование функции и построение графика», представленной в виде целостной трехзвенной структуры. Кроме того, имеются апробации разработки отдельных компонентов в виде программных модулей поддержки дисциплин.

Теоретический компонент реализован в виде ЭКЛ по дисциплине «Математический анализ» и модуля автоматизации формирования обучающих элементов ЭКЛ.

Экспериментальный компонент реализован в виде программных модулей «Построение функций двух переменных в декартовой, цилиндрической и сферической системах координат. Построение линий уровня», «Автоматическое построение двумерных областей, заданных системой неравенств», «Вычисление значения и визуализация геометрической трактовки определенного интеграла».

Практический компонент реализован в виде HTML-страниц с FLASH-анимацией, иллюстрирующих следующие темы: «Построение двумерной области в декартовой системе координат», «Определение

определенного интеграла». Кроме того, реализована система автоматизации самотестирования по теме «Выделение двумерной области, заданной системой неравенств» на базе экспериментального модуля «Автоматическое построение двумерных областей, заданных системой неравенств».

Реализованные программные продукты внедряются в процесс обучения по специальности 230105 в рамках дисциплины «Математический анализ». Оценкой эффективности такого внедрения пока являются сокращение лекционных часов по темам а также методическая поддержка практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Список литературы

1. Возженников А.П. Разработка обучающих программ по высшей математике. Открытое образование и информационные технологии: материалы ВНК, 17-20 октября 2005г., Пенза, 2005г. (стр.62-64).

2. Возженников А.П., Кацуба В.С. Приложение программного обеспечения к процессу обучения. Материалы XVII Международной конференции «Применение новых технологий в образовании», 28 – 29 июня 2006 г. г.Троицк, Московской области – ГОУ ДПО «Центр новых педагогических технологий» Московской области, МОО Фонд новых технологий в образовании «Байтик» (стр. 441 – 442).

3. Возженников А.П., Кацуба В.С. Разработка инструментов для создания электронного конспекта лекций по высшей математике.

4. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: межвузовский сборник статей. СПб, 2006 г. (стр. 10 – 15).

5. Возженников А.П. Разработка тестирующего программного обеспечения на базе автоматического решения задач высшей математики.

6. XVI конференция-выставка «Информационные технологии в образовании»: Сборник трудов участников конференции. Часть III. – М. «БИТ про», 2006 – 190 с. (стр.21-23).

Моделирование якорного крепления ставных неводов

Габрюк В.И., Телятник О.В. (г. Владивосток, Дальрыбвтуз, кафедра промышленного рыболовства, e-mail: demonn2003@list.ru)

Covered ports are widely used in the Far East. During 1,5 centuries by means of these instruments the salmon, a herring and extract others. Covered seines catch 80-90 % of a salmon. Feature of a craft of a salmon is that the period the catch coincides with passage of typhoons to northeast sector of Pacific ocean. Thus, the problem resistance covered ports is actual. And it is influenced first of all with anchor fastening. Therefore for calculation of delays (anchor a line) and anchors mathematical modelling is necessary.

Ставные невода широко используются на Дальнем Востоке. На протяжении 1,5 веков с помощью этих орудий добывают лосось, сельдь и другие объекты. Ставными неводами вылавливают 80-90% лосося.

Особенностью промысла лосося является то, что период лова совпадает с прохождением тайфунов в северо-восточном секторе Тихого океана. Так, с 1 июля по 15 сентября 2006 г.(период промысла ставными неводами) зафиксировано прохождение 8 тайфунов. К примеру, в путину 2004 г. на Западной Камчатке пострадало 90% ставных неводов. Из 139 установленных неводов не было сорвано тайфуном только 14. Рыбной промышленности Камчатки был нанесен большой урон, выразившийся в потере орудий лова и недолове лосося.

Для установки ставных неводов рыбаки применяют традиционный метод якорного крепления в виде мертвых якорей, в качестве которых применяют мешки с песком. Данный метод является простым, недорогим, но недостаточно надежным, так как якоря имеют небольшую держащую силу ($k=0,6$). И для постановки неводов требуется длительный период подготовки, который заключается в изготовлении большого количества мешков с песком (3-5 тыс.), т. е. для промысла требуется насыпать 150-250 т груза.

Таким образом, проблема штормоустойчивости ставных неводов является актуальной. И на нее влияет в первую очередь якорное крепление, для расчета которого необходимо математическое моделирование (ММ).

Проблема расчета ставных неводов решалась в работах (Андреев Н.Н.,1957; Трещев А.И.,1959; Баранов Ф.И., 1960; Калиновский В.С.,1995).

Математическая модель якорного линия

При небольших скоростях течения гидродинамическими силами, действующими на лить можно пренебречь и рассматривать лить как цепную линию, рис.1.

В этом случае ММ линия имеет вид:

$$\begin{aligned}
X &= P_{\bar{e}}^i \operatorname{arsh} \left(\frac{l + C_3^i}{P_{\bar{e}}^i} \right) - C_1^i \frac{\Pi}{\Pi} \\
Z &= P_{\bar{e}}^i ch \left(\frac{X}{P_{\bar{e}}^i} + C_1^i \right) - C_2^i; \\
P_{\bar{e}}^i &= -T_{A_x}^{\bar{e}} / q_z^{\bar{e}}; \quad q_z^{\bar{e}} = K_w^{\bar{e}} m_{\bar{e}}^{\bar{e}} g; \quad K_w^{\bar{e}} = 1 - \frac{m_w^{\bar{e}}}{m_{\bar{e}}^{\bar{e}}}; \\
T_{A_x}^{\bar{e}} &= 0,25(R_{x_N}^{i-1} + R_{x_N}^i) + R_{X_d}^i;
\end{aligned}
\tag{1}$$

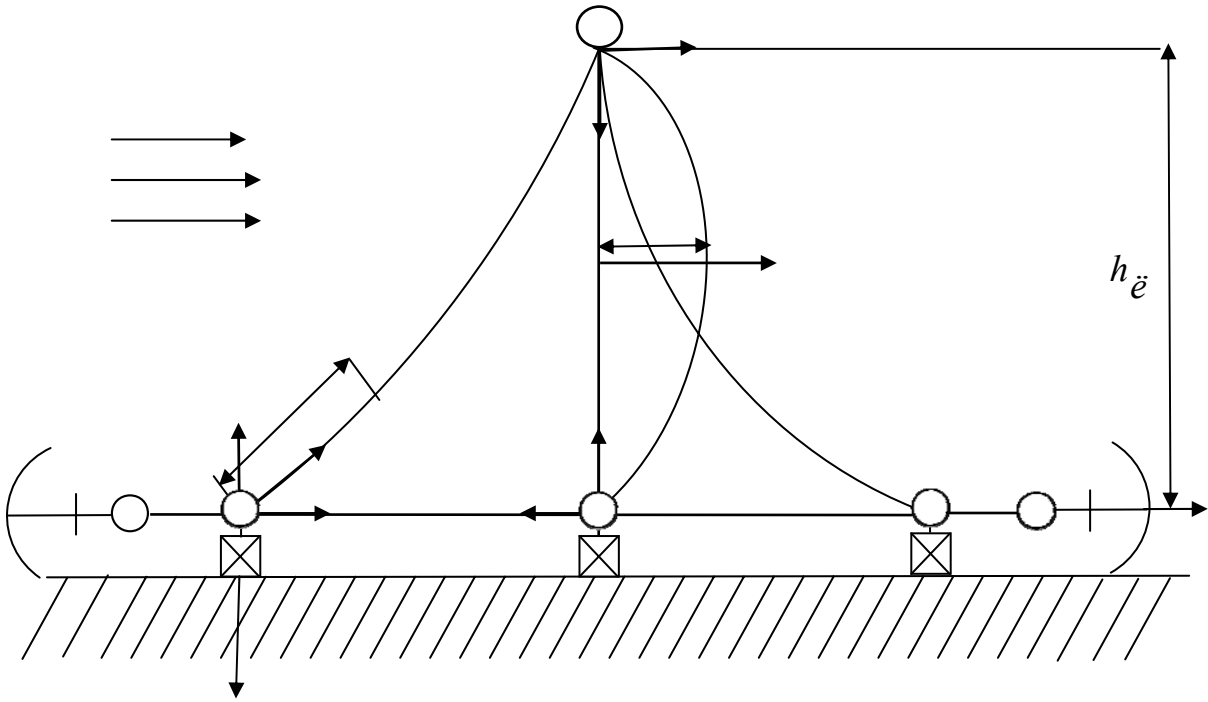


Рис.1. Схема сил

$$\begin{aligned}
T_{A_z}^{\bar{e}} &= 0,5q_z^{\bar{e}}(l_{\bar{e}}^i h_{\bar{e}}^i \sqrt{1 + 4P_{\bar{e}_i}^2 / (l_{\bar{e}_i}^2 - h_{\bar{e}_i}^2)}); \\
T_{B_x}^{\bar{e}} &= T_{A_x}^{\bar{e}} + q_z^{\bar{e}} h_{\bar{e}}^i; \\
T_{B_z}^{\bar{e}} &= T_{A_z}^{\bar{e}} - q_z^{\bar{e}} h_{\bar{e}}^i; \\
C_1^i &= \operatorname{arsh}(T_{A_z}^{\bar{e}} / T_{A_x}^{\bar{e}}); \quad C_2^i = P_{\bar{e}}^i ch C_1^i; \quad C_3^i = P_{\bar{e}}^i sh C_1^i
\end{aligned}
\tag{1}$$

где x, z -декартовы координаты текущей точки линия;

l -дуговая координата текущей точки линия отставленная от точки A_i ;

$p_{\bar{e}}$ -параметр линия;

$q_z^{\bar{e}}$ -проекция веса в воде 1 м линия на оси $z \downarrow \bar{g}$;

$k_w^{\bar{e}}$ -коэффициент веса линия в воде;

$m_w^{\bar{e}}$ -масса воды вытесненная 1 м линия;

$m_{\bar{e}}$ -линейная плотность линия;

$l_{\bar{e}}$ -длина линия ($l_{\bar{e}} = 3h_{\bar{e}}$);

$h_{\bar{e}}$ -проекция линия на вертикаль;

$R_{x_N}^i$ -сопротивление i -го участка линия;

$R_{x_a}^i$ - сопротивление i -го буя.

С учётом скорости течения ММ линия имеет вид:

$$\begin{aligned} \dot{T} &= q\ddot{e}_z \sin \alpha - R_{x_v} \cos \alpha + R_{z_v} \sin \alpha; \\ \dot{\alpha} &= (q\ddot{e}_z \cos \alpha + R_{x_v} \sin \alpha + R_{z_v} \cos \alpha) / T; \end{aligned} \quad (2)$$

$$\dot{x} = \cos \alpha; \dot{z} = \sin \alpha;$$

$$q\ddot{e}_z = -k_w^{\ddot{e}} m_{\ddot{e}} g; R_{x_v, z_v} = C_{x_v, z_v} \frac{\rho V^2}{2} d_a;$$

где α -угол атаки линия;

R_{x_v}, R_{z_v} -сила сопротивления и подъёмная сила, приходящаяся на 1 м линия;

C_{ij} -коэффициенты гидродинамических сил, зависящие от материала линия и количество наружных прядей.

Система (2) решается численно на ПК методом Рунге-Кутты. Для решения системы на ПК разработана программа. Для решения системы (2) надо знать граничные условия, т.е. натяжения и угол атаки линия в т. А, которые находятся по формулам:

$$\operatorname{tg} \alpha_A = |T_{Az}| / T_{Ax};$$

$$T_A = \sqrt{T_{Ax}^2 + T_{Az}^2}.$$

Математическая модель якоря

Якорь служит для обеспечения неподвижности невода.

В общем случае натяжение якорного линия в точке А его крепления к якорю \dot{O}_A имеет две составляющие: горизонтальную T_{Ax} и вертикальную T_{Az} .

Первая из них уравнивается держащей силой якоря F_y , вторая – весом в воде якоря и/или подъякорника Q_{ny} , рис. 2. Рассмотрим оба варианта: якорь без подъякорника (рис. 2, а) и якорь с подъякорником (рис. 2, б).

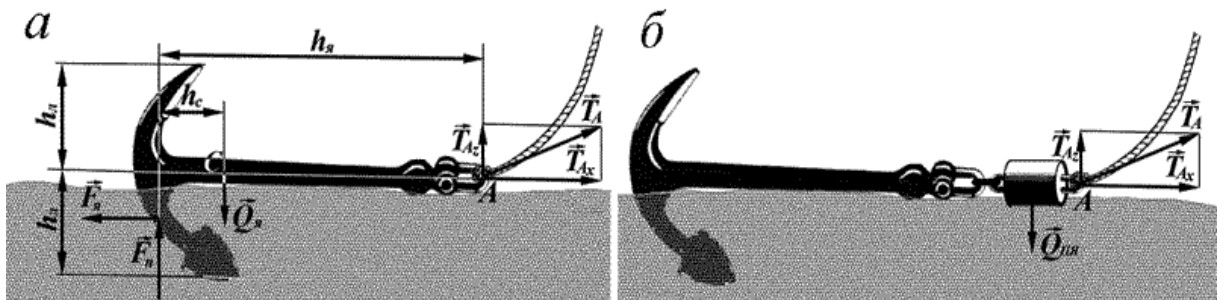


Рис. 2.14. Характеристики: а- якоря; б- якоря с подъякорником в форме груза

Максимальная горизонтальная сила, которую способен удерживать якорь (держущая сила якоря) определяется по формуле

$$F_{\dot{y}}^{\max} = k_{\dot{y}} \cdot F_n,$$

где $F_{\dot{y}}^{\max}$ - максимальная держущая сила якоря; $k_{\dot{y}}$ - коэффициент держущей силы; F_n - сила давления якоря на грунт (нормальная реакция грунта).

В первом варианте, когда используется якорь без подъякорника, из условия равновесия якоря следует:

$$F_{\dot{y}}^{\max} = k_{\dot{y}} F_n = k_{\dot{y}} (Q_z^{\dot{y}} + T_{AZ}) = T_{AX} \Rightarrow M_{\dot{y}} = (T_{AX} - k_{\dot{y}} T_{AZ}) / k_{\dot{y}} k_w g. \quad (3)$$

Условие не опрокидывания якоря вокруг пятки имеет вид:

$$|T_{AZ}| h_{\dot{y}} < Q_{\dot{y}} h_c \Rightarrow |T_{AZ}| < T_{AZ}^{\max} = Q_{\dot{y}} h_{\dot{N}} / h_{\dot{y}} = k_w M_{\dot{y}} g h_{\dot{N}} / h_{\dot{y}}, \quad (4)$$

где $h_{\dot{y}}, h_c$ - плечи сил $Q_{\dot{y}}, T_{AZ}$ относительно пятки якоря, см. рис. 2, а.

Таким образом, сила T_{AZ} , входящая в (3), должна удовлетворять условию (4). Выполнение условия (4) всегда можно добиться соответствующим выбором длины якорного линия $l_{\dot{e}}$. Минимальная длина якорного линия $l_{l, \min}$ определяется из уравнения:

$$T_{AZ}^{\max} = 0,5 q_z^l [l_{l, \min} \pm h_l \sqrt{1 + 4 p_l^2 / (l_{l, \min}^2 - h_l^2)}] = Q_{\dot{y}} h_c / h_{\dot{y}}. \quad (5)$$

Если $l_{\dot{e}} > l_{l, \min}$, то не произойдет опрокидывания якоря вокруг его пятки.

Во втором случае, когда используется якорь с подъякорником из условия предельного равновесия системы якорь – подъякорник следует:

$$T_{AX} = F_{\dot{y}}^{\max} + F_{\tau}^{\max} = k_{\dot{y}} Q_{\dot{y}} + f(Q_{i\dot{y}} + T_{AZ}), \quad Q_{n\dot{y}} \geq |T_{AZ}|,$$

где f – коэффициент трения подъякорника о грунт; F_{τ}^{\max} - максимальная сила трения подъякорника о грунт.

Откуда находим массу якоря

$$M_{\dot{y}} = [T_{AX} - f(Q_{n\dot{y}} + T_{AZ})] / k_{\dot{y}} k_w g. \quad (6)$$

По формуле (3) определяется масса якоря, когда $Q_{n\dot{y}} \geq |T_{AZ}|$.

Из условия $Q_{n\dot{y}} = |T_{AZ}|$ находим минимальную массу подъякорника:

$$Q_{n\dot{y}} = k_w^{n\dot{y}} \cdot G_{n\dot{y}} = k_w^{n\dot{y}} \cdot M_{n\dot{y}} \cdot g = |T_{AZ}| \Rightarrow M_{\min}^{i\dot{y}} = |T_{AZ}| / k_w^{n\dot{y}} \cdot g,$$

где $k_w^{n\dot{y}}$ - коэффициент веса подъякорника в воде ($k_w^{n\dot{y}} = 0,87$ – сталь).

При условии $Q_{n\dot{y}} = |T_{AZ}|$ масса якоря определяется по формуле:

$$M_{\dot{y}} = T_{AX} / k_{\dot{y}} k_w g.$$

Проекция натяжения линия в точке А на оси x и z , входящие в (3-6), когда скорость течения равна нулю ($V_{St} = 0$), определяются по формулам:

$$T_{AX} = T_{01} = q_1^\Sigma (l_1^2 - 4h_1^2) / 8 \cdot h_1; \quad (7)$$

$$T_{AZ} = 0,5q_z^{\tilde{e}} \left(l_{\tilde{e}} \pm h_{\tilde{e}} \sqrt{1 + 4p_{\tilde{e}}^2 / (l_{\tilde{e}}^2 - h_{\tilde{e}}^2)} \right),$$

где l_1, h_1 - длина и стрелка прогиба оттяжки; q_1^Σ - вес в воде 1м оттяжки ($q_1^\Sigma = Q_1^\Sigma / l_1$); $q_z^{\tilde{e}} = k_w^{\tilde{e}} m_{\tilde{e}} g$ - проекция на ось z веса в воде 1м линия;

$p_{\tilde{e}} = -T_{AX} / q_z^{\tilde{e}}$ - параметр якорного линия;

$l_{\tilde{e}}, h_{\tilde{e}}$ - длина якорного линия и его проекция на вертикаль.

Если ось $z \downarrow \bar{g}$, то в формуле (7) для определения T_{AZ} знак (+) берется, при $q_z^{\tilde{e}} < 0$, т.е. когда линия легче воды, а знак (-) – в противном случае.

Обозначим через $l_{\tilde{e}}^k$ длину якорного линия, когда он располагается по касательной к горизонту в нижней точке A . В этом случае $T_{AZ} = 0$. Поэтому

$$0,5q_z^{\tilde{e}} [l_{\tilde{e}}^k \pm h_{\tilde{e}} \sqrt{1 + 4p_{\tilde{e}}^2 / (l_{\tilde{e}}^2 - h_{\tilde{e}}^2)}] = 0 \Rightarrow l_{\tilde{e}}^k = h_{\tilde{e}} \sqrt{1 + 2T_{AX} / q_{\tilde{e}} h_{\tilde{e}}}.$$

Если длина якорного линия выбрана больше чем $l_{\tilde{e}}^k$, то часть линия будет лежать на грунте, если он тяжелее воды.

Предлагаемая ММ якоря позволяет в процессе расчета, определять необходимую для удержания невода массу якоря.

На кафедре промышленного рыболовства Дальрыбвтуза разработан способ установки ставных неводов на якорях особой конструкции.

Список литературы

1. Андреев Н.Н.. Теоретические основы расчета ставных подвесных неводов на самозатопление // Тр. Мосрыбвтуза, 1957. Вып. 8. – с.3-37.
2. Баранов Ф.И. Техника промышленного рыболовства. – М.: Пищепромиздат, 1960. – 696 с.
3. Габрюк В.И., Кулагин В.Д. Механика орудий рыболовства и АРМ промысловика. – М.: Колос, 2000. – 416 с.
4. Калиновский В.С. Проектирование и расчет штормоустойчивых ставных неводов // Обзорная информация. Промышленное рыболовство. Вып. 1. – М.: 1995. – 44 с.
5. Трещев А.Н. К методике расчета ставных неводов // Тр. ВНИРО, 1959. Т. 41. – С. 137-147.

Корректный метод оценки спектральной плотности на основе линейной модели

Драница Ю.П. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ, e-mail :axday@mail.ru)
Драница А.Ю. (г. Москва, ООО "СИС Совинтел. Голден Телеком")

Summary. The factorization of function co variation (FC) on line model's basis was inspected in this report. FC and spectrum density were estimated by analytics methods. The robation of received estimations was affirmed. Developed conception allows to decide tasks of decomposition and extrapolation of signal, filtration of noise component and others stages of pre-processing of given data. This method can be used for decision of others incorrectly given tasks.

Прямыми называются задачи, в которых нужно найти результат действия известной процедуры на заданный объект. Так, например, волновое уравнение позволяет найти отклик на заданный сейсмический импульс в любой точке пространства в произвольный момент времени для среды с известными характеристиками. Обратная задача заключается в построении свойств объекта по наблюдаемым данным и априорной информации, имеющейся у исследователя. В приведенном выше примере обратная задача заключается в построении структуры среды по замерам ее отклика на сейсмический импульс.

Очень часто обратные задачи могут быть некорректно поставленными [2]. Типичной некорректно поставленной задачей является, например, процедура вычисления спектра [3]. Речь идет об оценке спектральной плотности случайного процесса по известной совокупности его N измерений $x=(x_1, x_2, \dots, x_N)$, разделенных равными интервалами времени.

При анализе обратных задач исключительно важную роль играет априорная информация о процессе, в рамках которой формулируется подходящая модель данных. Принято различать непараметрические и параметрические оценки спектральной плотности. В первом случае для оценок используется только N измерений x , а во втором – к этим данным дополняется набор параметров, получаемый на основе принятой модели. В данной работе принимается, что наблюдаемые данные могут быть описаны авторегрессионной моделью вида

$$x_k = \sum a_i x_{k-i} + \varepsilon_k, \quad i=1, 2, \dots, l$$

(1)

где a_i - коэффициенты авторегрессии; l - лаг модели; ε_k - ошибка моделирования.

Согласно работе [1], поставим в соответствие модели (1) разностное уравнение с постоянными коэффициентами

$$x_k - \sum a_i x_{k-i} = f(k), \quad i=1, 2, \dots, l, \quad (2)$$

где $f(k)$ – внешние возмущения процесса.

Рассмотрим однородную часть этого уравнения

$$x_k - \sum a_i x_{k-i} = 0 \quad (3)$$

Решение однородного уравнения (3) имеет следующий вид

$$x_k = C_1(\lambda_1)^t + C_2(\lambda_2)^t + \dots + C_l(\lambda_l)^t \quad (4)$$

где C_i - некоторые константы, $i=1, 2, \dots, l$; $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_l$ - корни характеристического уравнения

$$a_0 \lambda^l + a_1 \lambda^{l-1} + \dots + a_l = 0 \quad (5)$$

При действительных коэффициентах уравнения (5) корни могут быть или реальными, или комплексно сопряженными. Рассмотрим корень $\lambda_k = b_k \pm i\varphi_k$ этого уравнения

$$\lambda_k = b_k \pm i\varphi_k = \exp(\ln(b_k \pm i\varphi_k)) = \exp(\ln(b_k^2 \pm i\varphi_k^2)^{0.5} + i(\arctg(\varphi_k / b_k)))$$

Введем обозначения $\alpha_k = \ln(b_k^2 \pm i\varphi_k^2)^{0.5}$, $\omega_k = \arctg(\varphi_k / b_k)$, в последнем выражении учитываем только главное значение функции \arctg . Этому корню соответствует решение

$$\exp(\alpha_k t)(A_k \cos(t\omega_k) + B_k \sin(t\omega_k)) \quad (6)$$

где A_k, B_k – неизвестные константы.

Для реального корня решение имеет вид (т.к. $\omega_k = 0$)

$$\exp(\alpha_k t) A_k \quad (7)$$

Принимаем, что в уравнениях (1-7) t есть дискретный параметр времени. Упорядочим функции (6, 7) по возрастанию частот и примем их в качестве системы базисных функций (J – число базисных функций с реальными корнями; ; m – порядковый номер комплексно-сопряженного корня).

$$\begin{aligned} Y_1(t) &= \exp(\alpha_1 t), \dots, Y_j = \exp(\alpha_j t), \\ Y_{j+1}(t) &= \exp(\alpha_{j+1} t) \cos(\omega_{j+1} t), Y_{j+2}(t) = \exp(\alpha_{j+1} t) \sin(\omega_{j+1} t), \dots, \\ Y_{m-1}(t) &= \exp(\alpha_m t) \cos(\omega_m t), Y_m(t) = \exp(\alpha_m t) \sin(\omega_m t), \dots \end{aligned} \quad (8)$$

Сформированный таким образом базис можно использовать для различных преобразований информации. Отметим, что для этих целей могут быть применены различные системы функций, например, полиномиальные, тригонометрические и другие. Однако в большинстве случаев эти системы функций имеют формальный характер, мало связанный с существом обрабатываемой информации. Напротив, данная базисная система имеет четкое физическое обоснование, обусловленное представлением процесса линейной динамической моделью, с решениями (6, 7, 8).

Рассмотрим эмпирическую функцию корреляции (ФК) временного ряда x

$$r(\tau) = r(-\tau) = \text{cov}(x, x'), \tau = 1, 2, \dots, l \quad (9)$$

где $\text{cov}()$ - операция вычисления ковариации ряда; значок “'” – операцию транспонирования. Разложим ФК (9) в базисе (8) согласно работе [1], в результате получим факторизацию вида (M – общее число корней решения (5))

$$r(\tau) = \sum \exp(\alpha_i \tau) (A_i \cos(\omega_i \tau) + B_i \sin(\omega_i \tau)), \quad i = 1, 2, \dots, M \quad (10)$$

где A_i, B_i – веса соответствующих базисных функций в разложении ФК.

Как известно, спектральная плотность $S(\omega)$ и ФК $r(\tau)$, связаны между собой парой преобразований Фурье:

$$r(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) e^{i\omega\tau} d\omega \quad (11)$$

$$S(\omega) = (1/2\pi) \int_{-\infty}^{\infty} r(\tau) e^{-i\omega\tau} d\tau \quad (12)$$

Расчет спектральной плотности по формуле (12) для эмпирически определенной ФК обычно выполняют численным интегрированием. При факторизации ФК по принятому базису появляется возможность вычисления спектра (12) аналитически.

Рассчитаем спектр составляющих типа затухающих экспонент, ФК которых представляется выражением

$$r(\tau) = A_k e^{-\alpha_k |\tau|} \quad (13)$$

Подставляя выражение (13) в формулу (12), будем иметь:

$$S_{ek}(\omega) = (A_k / 2\pi) \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\alpha_k |\tau|} e^{-i\omega\tau} d\tau = (A_k / 2\pi) \left[\int_{-\infty}^0 e^{\alpha_k \tau} e^{-i\omega\tau} d\tau + \int_0^{\infty} e^{-\alpha_k \tau} e^{-i\omega\tau} d\tau \right] \quad (14)$$

Интегралы (14) вычисляются элементарно

$$S_{ek}(\omega) = (A_k / 2\pi) \left[(-1/(\alpha_k - i\omega)) e^{-(\alpha_k - i\omega)\tau} + (-1/(\alpha_k + i\omega)) e^{-(\alpha_k + i\omega)\tau} \right]_0^{\infty} = \\ (A_k / 2\pi) \left[1/(\alpha_k - i\omega) + 1/(\alpha_k + i\omega) \right] = A_k \alpha_k / (\pi(\alpha_k^2 + \omega^2)) \quad (15)$$

Рассмотрим спектр процесса, имеющего ФАК в виде суммы затухающих косинуса и синуса

$$r(\tau) = A_k e^{-\alpha_k |\tau|} \cos(\omega_k \tau), \quad r(\tau) = A_k e^{-\alpha_k |\tau|} \sin(\omega_k \tau). \quad (16)$$

Косинус и синус в комплексной форме могут быть представлены с помощью формул Эйлера:

$$\cos(\omega_k \tau) = (e^{i\omega_k \tau} + e^{-i\omega_k \tau}) / 2, \quad \sin(\omega_k \tau) = (e^{i\omega_k \tau} - e^{-i\omega_k \tau}) / 2i, \quad e^{ix} = \cos(x) + i \sin(x) \quad (17)$$

Для расчета спектра затухающего косинуса, подставим первую формулу выражения (17) в выражение (12). В результате, разбив пределы интегрирования на отрицательное и положительное время, будем иметь два несобственных интеграла следующего вида:

$$S_{ck}(\omega) = (A_k / 4\pi) \left[\int_{-\infty}^0 e^{\alpha_k \tau} (e^{i\omega_k \tau} + e^{-i\omega_k \tau}) e^{-i\omega\tau} d\tau + \int_0^{\infty} e^{-\alpha_k \tau} (e^{i\omega_k \tau} + e^{-i\omega_k \tau}) e^{-i\omega\tau} d\tau \right] \quad (18)$$

Для вычисления выражения (18) разобьем каждое слагаемое в скобках на сумму двух интегралов. В результате, после элементарных

преобразований, будем иметь следующее выражение для спектральной плотности затухающего по экспоненте косинуса:

$$S_{ck}(\omega) = A_k \alpha_k / (2\pi) (1/(\alpha_k^2 + (\omega + \omega_k)^2) + 1/(\alpha_k^2 + (\omega - \omega_k)^2)) \quad (19)$$

Аналогично рассчитывается спектральная плотность для затухающего по экспоненте синуса

$$S_{sk}(\omega) = A_k / (2\pi) ((\omega + \omega_k) / (\alpha_k^2 + (\omega + \omega_k)^2) + (\omega - \omega_k) / (\alpha_k^2 + (\omega - \omega_k)^2)) \quad (20)$$

Вычисление спектра является линейной операцией, следовательно, плотность суммарного спектра может быть получена суммированием выражений вида (15, 19, 20) по переменной k . В результате суммарная плотность спектра будет иметь следующий вид

$$S(\omega) = \sum_k S_{ek}(\omega) + \sum_k S_{ck}(\omega) + \sum_k S_{sk}(\omega) \quad (21)$$

На основе ФК можно построить ковариационную матрицу, имеющую Теплицеву структуру. Отметим, что не всякая эмпирическая ФК может соответствовать случайному процессу, для этого требуется положительная определенность соответствующей ковариационной матрицы [3]. Однако ковариационные матрицы, построенных на примененной факторизации ФК, обладают положительной определенностью. Ошибки оценивания ФК возрастают по мере увеличения сдвига τ [3], следовательно, наиболее достоверная часть находится в ее головной части. Робастность оценок спектральной плотности достигается за счет: 1) использования наиболее достоверной части ФК; 2) экстраполяции ФК на всю числовую ось, следовательно, устранением эффектов, связанных с разрывом функции; 3) гарантированной положительной определенности ковариационной функции; 4) априорной информацией, основанной на применении авторегрессионной модели.

Список литературы

1. Драница Ю.П. Моделирование одномерных динамических процессов с целью предварительной обработки результатов. Вестник МГТУ, том 4, № 1, 2001.
2. Драница Ю.П. Об одном методе решения некорректно поставленных задач. Вестник МГТУ, том 3, № 1, 2000.
3. Тербиж В.Ю. Введение в статистическую теорию обратных задач.- М.: Физматлит, 2005.

Фильтрация и декомпозиция сигнала на основе метода коллокации

Драница Ю.П. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ, e-mail :axday@mail.ru)
Драница А.Ю. (г. Москва, ООО "СИС Совинтел. Голден Телеком")

Summary. The using of theory of collocation for decision tasks of filtration and decomposition of signal was inspected in this report. For decision this tasks the approximation of function co variation by analytics terms was used. As the basis of approximation were used fading exponents and fading over exponents cosinusoids. The basis was received in frames of line regression model of signal. Designed approach can be used for extrapolation of signal.

Отличительной чертой коллокации является то, что она имеет дело не с функциональной связью между причиной и следствием, как это имеет место в методе наименьших квадратов, а со стохастической зависимостью между ними, которую можно описать соответствующими ковариационными функциями.

Теорию коллокации изложим согласно работе [1]. Рассмотрим два множества случайных величин: множество “измерений”, образующих N – мерный вектор столбец $x=(x_1,x_2,\dots,x_N)$ с равноотстоящими отсчетами, и множество “сигналов”, которые образуют p – мерный вектор-столбец $s=(s_1,s_2,\dots,s_p)$. Предполагается, что обе эти векторные величины центрированы, т.е.

$$E[x]=0, E[s]=0. \quad (1)$$

Введем ковариационные матрицы

$$Q_{xx}=\text{cov}(x,x)=E(xx'), Q_{sx}=\text{cov}(s,x)=E(sx'), Q_{ss}=\text{cov}(s,s)=E(ss'). \quad (2)$$

где $\text{cov}()$, $E()$ – соответственно операция вычисления ковариации и математического ожидания; значок “'” - операция транспонирования; Q_{xx} и Q_{ss} – автоковариационные матрицы векторов x и s соответственно, Q_{sx} – матрица взаимных ковариаций между этими векторами, предполагается, что эти матрицы имеют полный ранг.

Будем считать, что вектор данных x известен и требуется оценить вектор сигнала s , если известны ковариации (2). Именно таким

образом ставится основная задача в методе СКК. Будем искать оценки сигнала s в классе линейных оценок вида

$$\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{H}\mathbf{x} \quad (3)$$

где \mathbf{H} – некоторая матрица размером $N \times p$. Иначе говоря, каждая компонента вектора s аппроксимируется линейной комбинацией компонент вектора данных x .

Вектор ошибок оценивания e определяется соотношением $e = \hat{\mathbf{s}} - \mathbf{s}$, а его ковариационная матрица имеет вид

$$Q_{ee} = \text{cov}(e, e) = E(ee') = E((\hat{\mathbf{s}} - \mathbf{s})(\hat{\mathbf{s}} - \mathbf{s})') \quad (4)$$

Диагональные элементы этой матрицы представляют собой дисперсию компонент оцениваемого сигнала

$$\sigma_j^2 = E(e_j^2) = E((\hat{s}_j - s_j)^2), \quad (j=1, 2, \dots, p). \quad (5)$$

Согласно общей теории статистического оценивания, наилучшей оценкой сигнала s по данным x является несмещенная линейная оценка вида (3) с минимальной дисперсией (5). Усредняя по реализациям выражения (3) и принимая во внимание (2), находим

$$E(\hat{\mathbf{s}}) = \mathbf{H}E(\mathbf{x}) = \mathbf{0} = E(\mathbf{s})$$

поэтому оценка (3) является несмещенной при любой матрице \mathbf{H} .

Попытаемся определить матрицу \mathbf{H} так, чтобы дисперсии оценивания (5) были минимальными. Ковариационная матрица этих ошибок при произвольной матрице \mathbf{H} , в соответствии с (2, 4), имеет вид

$$\begin{aligned} Q_{ee} &= E(ee') = E((\mathbf{H}\mathbf{x} - \mathbf{s})(\mathbf{H}\mathbf{x} - \mathbf{s})') = \\ &= E(\mathbf{H}(\mathbf{x}\mathbf{x}')\mathbf{H}' - E(\mathbf{s}\mathbf{x}')\mathbf{H}' - \mathbf{H}E(\mathbf{x}\mathbf{s}') + E(\mathbf{s}\mathbf{s}')) = \mathbf{H}Q_{xx}\mathbf{H}' - Q_{sx}' - \mathbf{H}Q_{xs} + Q_{ss} \end{aligned} \quad (6)$$

Так как матрица Q_{xx} имеет полный ранг и поэтому существует обратная ей матрица Q_{xx}^{-1} , то непосредственной проверкой убеждаемся, что выражение (6) эквивалентно следующему матричному равенству:

$$Q_{ee} = Q_{ss} - Q_{sx}Q_{xx}^{-1}Q_{xs} + (\mathbf{H} - Q_{sx}Q_{xx}^{-1})Q_{xx}(\mathbf{H} - Q_{sx}Q_{xx}^{-1})' \quad (7)$$

Таким образом, матрица Q_{ee} есть сумма двух матриц:

$$A = Q_{ss} - Q_{sx}Q_{xx}^{-1}Q_{xs} \quad \text{и} \quad B = (\mathbf{H} - Q_{sx}Q_{xx}^{-1})Q_{xx}(\mathbf{H} - Q_{sx}Q_{xx}^{-1})' .$$

Первая из них не зависит от матрицы H и поэтому одинакова для всех возможных линейных оценок сигнала, а матрицу B можно сделать нулевой, если принять

$$H = Q_{sx}Q_{xx}^{-1} \quad (8)$$

Диагональные элементы матрицы Q_{ee} являются суммой диагональных элементов матриц A и B . Можно показать, что диагональные элементы матрицы B всегда положительные числа. Тогда для минимизации диагональных элементов матрицы Q_{ee} необходимо выполнение равенства (8). Подставляя это равенство в (3), находим

$$\hat{\mathbf{s}} = Q_{sx}Q_{xx}^{-1}\mathbf{x}, \quad (9)$$

что и дает наилучшую (несмещенную и с минимальной дисперсией) линейную оценку сигнала s в виде явной функции исходных данных x . При $B=0$ формула (7) принимает вид

$$D_{ss} = Q_{ee} = A = Q_{ss} - Q_{sx}(Q_{xx})^{-1}Q_{xs} \quad (10)$$

где D_{ss} представляет апостериорную оценку ковариационной матрицы найденного сигнала.

Формулы (9, 10) дают полное решение основной задачи коллокации. Заметим, что при этом не делалось никаких предположений о количестве сигналов p и количестве данных N . При $p < N$ формула (9) дает сигналы в промежуточных точках между моментами наблюдений и ее называют средней квадратической интерполяцией. При $p = N$ процедура (9) определяет сигналы в моменты наблюдений, и поэтому она, по сути дела, является фильтрацией данных. И, наконец, при $p > N$, мы имеем дело с вычислением новых сигналов, т.е. прогнозом.

Пусть дана равноотстоящая последовательность измерений в виде N -мерного вектора $\mathbf{x} = (x_i)$, $i=1, 2, \dots, N$, который принимаем за выход некоторой динамической системы. Будем считать, что сигнал \mathbf{s} проявляется в этих данных в виде N -мерного “полезного” сигнала \mathbf{t}

$$\mathbf{x} = \mathbf{t} + \mathbf{n} \quad (11)$$

где \mathbf{n} – вектор шума наблюдений. Рассчитаем функцию ковариации (ФК) сигнала (11) и взаимную ФК между векторами \mathbf{t} и \mathbf{x}

$$r_{xx}(\tau) = r_{xx}(-\tau) = \text{cov}(\mathbf{x}, \mathbf{x}') = \text{cov}(\mathbf{t}\mathbf{t}') + \text{cov}(\mathbf{t}\mathbf{n}') + \text{cov}(\mathbf{n}\mathbf{n}') \quad (12)$$

$$r_{tx}(\tau) = \text{cov}(\mathbf{t}, \mathbf{t}') + \text{cov}(\mathbf{t}, \mathbf{n}') \quad (13)$$

Из соотношений (12, 13) следует, что

$$r_{tx}(\tau) = r_{xx}(\tau) - r_{nn}(\tau) \quad (14)$$

Требуется из данных \mathbf{x} выделить сигнальную часть \mathbf{t} , т.е. отфильтровать сигнал из \mathbf{x} . Согласно формулам (9, 12, 14) для этого нужно априори знать ФК шума наблюдений. Выполним факторизацию ФК (12) по системе базисных функций согласно работе [2] и получим разложение вида

$$r(\tau) = \sum \exp(\alpha_i \tau) (A_i \cos(\omega_i \tau) + B_i \sin(\omega_i \tau)), \quad i=1, 2, \dots, M \quad (15)$$

где A_i, B_i – веса соответствующих базисных функций в разложении ФК; M – общее число функций в базисе.

Обычно информационная часть представляет гладкую кривую, которая связана с низкими частотами сигнала, с верхней границей ω_{cp} . Если значение ω_{cp} известно, то все компоненты разложения (15) с частотами ФК, удовлетворяющие условию $\omega \geq \omega_{cp}$ отнесем к $r_{nn}(\tau)$. Известно, что ФК слабо коррелированного белого шума сосредоточена в начала координат. Такому поведению в факторизации (15) соответствуют экспоненты с большим коэффициентом затухания, которые также отнесем к компонентам $r_{nn}(\tau)$. Отметим, что решение этой задачи классическими методами основывается на более обширной априорной информации и имеет полуэмпирический характер. В соответствии с выражением (9) фильтрация сигнала \mathbf{t} будет определяться выражением

$$\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{Q}_{tx} (\mathbf{Q}_{xx})^{-1} \mathbf{x}, \quad (16)$$

Обратимся к построению ковариационных матриц, используемых в фильтре (16). Если рассматриваемый временной ряд данных $\mathbf{x} = (x_i)$, ($i=1, 2, \dots, N$) является стационарным и эргодическим, то его ковариационная матрица является теплицевой следующего вида

$$\mathbf{Q}_{xx} = \begin{bmatrix} r_{xx}(0) & r_{xx}(1) & \dots & r_{xx}(m) \\ r_{xx}(1) & r_{xx}(0) & \dots & r_{xx}(m-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{xx}(m) & r_{xx}(m-1) & \dots & r_{xx}(0) \end{bmatrix} \quad (16)$$

Аналогично выглядит ковариационная матрица \mathbf{Q}_{tx}

$$\mathbf{Q}_{tx} = \begin{bmatrix} r_{tx}(0) & r_{tx}(1) & \dots & r_{tx}(m) \\ r_{tx}(1) & r_{tx}(0) & \dots & r_{tx}(m-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{tx}(m) & r_{tx}(m-1) & \dots & r_{tx}(0) \end{bmatrix} \quad (17)$$

Апостериорные ковариации \mathbf{D}_{tt} , выделенного сигнала $\hat{\mathbf{t}}$ определяются по формуле, аналогичной (10)

$$\mathbf{D}_{tt} = \mathbf{Q}_{tt} - \mathbf{Q}_{tx}(\mathbf{Q}_{xx})^{-1}\mathbf{Q}_{xt} \quad (18)$$

Рассмотрим случай, когда помеха представляет реализацию типа белого шума с ФК следующего вида

$$r_{nn}(\tau) = \sigma_{nn} \delta(\tau) \quad (19)$$

где σ_{nn} – дисперсия белого шума; дельта функция $\delta(\tau) = 1$, если $\tau = 0$ и $\delta(\tau) = 0$, если $\tau \neq 0$.

Такое поведение функции соответствует скачку ФК измеренных данных равному дисперсии белого шума σ_{nn} в начале координат [1]. Для его выделения построим симметричное продолжение функции $r_{xx}(\tau)$ в отрицательную область аргумента, а затем аппроксимируем ее четным полиномом в окрестности точки $\tau = 0$ (за исключением самой этой точки). Таким образом, фильтрация белого шума для данной методики позволяет обойтись без какой-либо априорной информации.

Допустим, что из измеренного сигнала требуется выделить k -ую частотную компоненту разложения (15). В этом случае $r_{tx}(\tau) = r_{xx}(\tau) - r_{kk}(\tau)$ и алгоритм (12, 13, 16) будет выделять из смеси заданный сигнал. Таким образом, предлагаемый подход позволяет осуществить частотное разложение или декомпозицию сигнала. Эта задача может быть решена в рамках преобразования Фурье. Однако такое разложение носит формальный характер никак не связанный с сущностью рассматриваемых данных. Напротив, предлагаемая декомпозиция опирается на твердые теоретические обоснования, связанные с представлением сигнала авторегрессионной моделью.

Список литературы

1. Губанов В.С. Обобщенный метод наименьших квадратов. СПб.: Наука, 1997.
2. Драница Ю.П., Драница А.Ю. Корректный метод оценки спектральной плотности на основе линейной модели. Матер. Межд. науч.-технич. Конф. “Наука и образование - 2007”. Мурманск, МГТУ, 2007.

Создание программного комплекса для разработки, проверки работоспособности и анализа численного метода

Ефименко П.А., Серeda В.И. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

В рамках работы рассматривается создание программной среды, для решения задач численного моделирования, которая имеет 3 основных режима работы, главной целью которых является обеспечение деятельности:

- студента, изучающего некоторую численную модель;
- специалиста, занимающегося исследованием и модифицированием вычислительной модели;
- специалиста, использующего готовую вычислительную модель для решения интересующих его задач.

В качестве основной задачи, которая ставится перед программной средой, является предоставление возможности для пользователя заниматься главными для него проблемами, *не отвлекаясь на выполнение рутинных операций*. Решение этой задачи осуществляется за счет создания развитого и проблемно ориентированного пользовательского интерфейса, разработки проблемно ориентированных библиотек базовых процедур, создания интерпретатора вычислительных схем, механизма контроля размерности параметров.

При решении прикладных задач специалистами всего мира широко используются программные системы компьютерной математики (СКМ) универсального типа (MatLAB, Mathematica, MathCAD, Maple и др.). Для опытного пользователя недостатки этих системы нивелированы. Вместе с тем, например, с точки зрения образовательного процесса эти системы обладают как несомненными достоинствами, так и очевидными недостатками. Некоторые из основных недостатков – высокие требования к уровню подготовки пользователя, ориентированность на слишком широкий круг задач и заметная для многих стоимость пакетов. Так же немаловажно, то, что реализованный численный метод в рассмотренных пакетах представляет собой один документ, содержащий в себе данные, вычислительную схему, программу, промежуточные и окончательные результаты.

В создаваемой среде за счет настраиваемости и проблемной ориентированности интерфейса предполагается снизить требования к уровню подготовки пользователя. Эти свойства будут проявляться, например, в ограничении набора видимых операторов в зависимости от предметной области, в существовании шаблонных проектов, в возможности организации рабочего стола (окна) пользователя.

Результатом работы в этой среде является проект, включающий в себя файлы с программой, реализующей используемый метод, а также файлы с его описанием, с исходными данными и с отчетами о работе. Подобный подход позволяет осмысленно разделить всю работу, давая возможность пользователю в каждый момент времени работать с интересующим его участком, будь то удобное для пользователя программирование метода на встроенном языке, заполнение выводов в отчете или создание подпрограмм.

Технически создаваемый программный продукт разработки состоит из трех частей:

1. Библиотека операторов («моделей»).
2. Графическая среда редактирования (ГСР).
3. Модуль интерпретации/компиляции метода.

Библиотека операторов может содержать в себе методы либо из ранее созданных проектов, либо содержащиеся в *.dll библиотеке и имеющие описание в создаваемой среде. Данное свойство позволяет подключать к среде операторы, реализованные в любой среде разработки позволяющей сборку *.dll файлов. Каждый оператор может быть представлен в двух видах – в виде подпрограммы проекта (т.е. доступный к редактированию) или в виде неделимого элемента, позволяющего изменять лишь входные данные.

Подключение нового (внешнего оператора) производится по следующей схеме. Производитель оператора предоставляет скомпилированный оператор в виде, например, библиотеки *.dll и описание оператора. Описание оператора включает в себя описание входных и выходных параметров, включающее в себя: типы подаваемых значений, размеры, физическую размерность, пределы изменения значения. Пользователь описывает оператор в хранилище, указывая количество и тип параметров и файл с объектным кодом.

Графическая среда редактирования предназначена для предоставления пользователю возможности управления текущим проектом, возможностями вызова интерпретатора и обращения к библиотеке операторов. В качестве требований к пользователю выдвигаются: знание основ программирования (блок–схем, основных принципов) и знание собственно предмета исследования.

Помимо пользовательского интерфейса в целом, наиболее значимыми элементами ГСР являются редактор программ, редактор формул и генератор отчетов.

Редактирование программы состоит в сборке блок–схемы из типовых элементов, и последующем наполнении их командами. Редакторы формул и программ устроены таким образом, что написание кода в текстовом виде не является обязательным, а подстановка следующего элемента программы осуществляется выбором из возможных вариантов. Визуально формула в

программе должна и будет соответствовать общепринятым нормам отображения математических выражений. При таком подходе к организации работы, когда пользователь лишь выбирает один из правильных вариантов, невозможно создать программу с ошибками (с точки зрения интерпретатора) (см. рис.1).

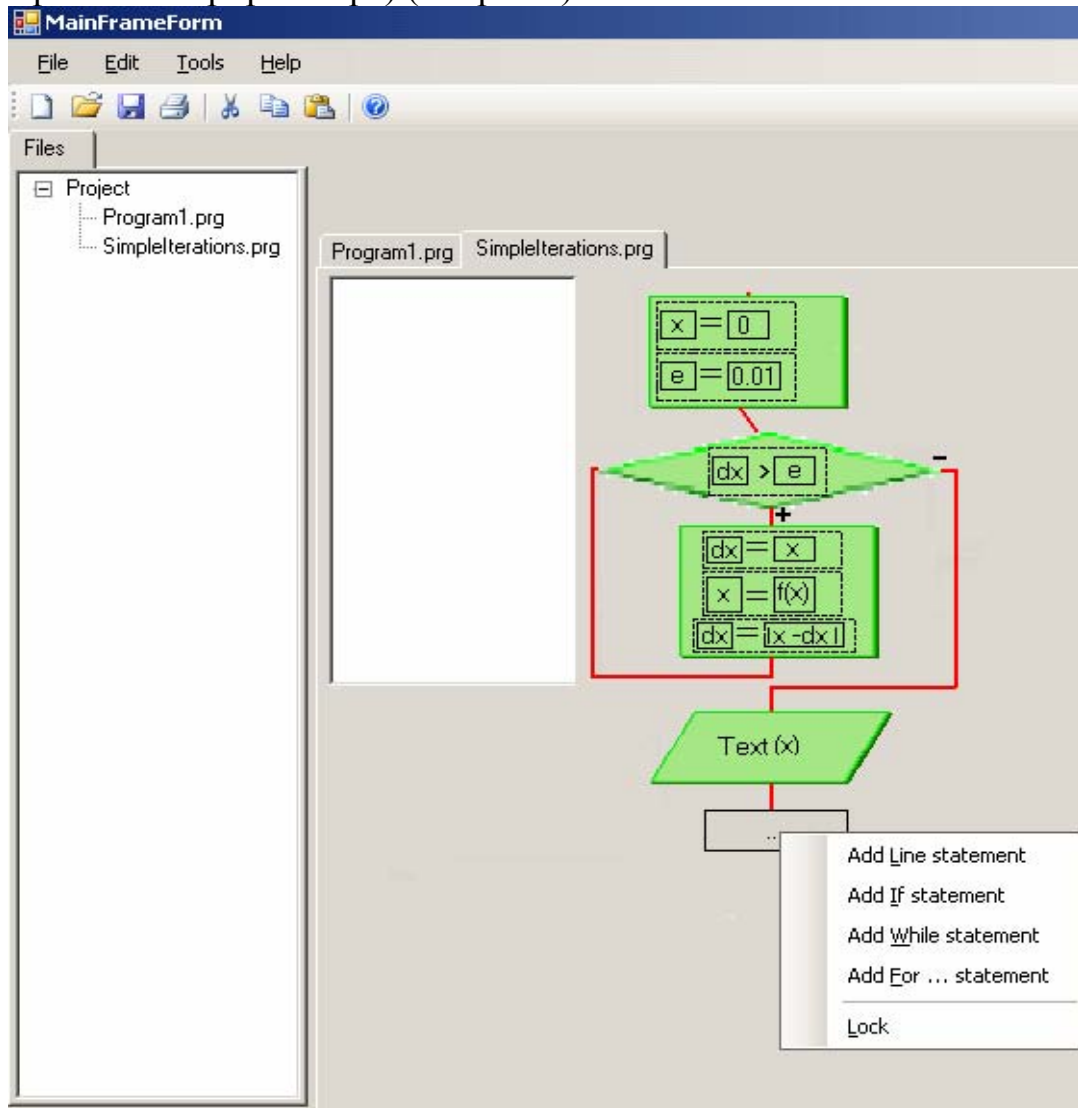


Рис. 1.

Команда представляет собой применение некоторых операций к описанным переменным, либо вызов оператора из библиотеки. Переменные представляют собой структуру, состоящую из описания типа (вещественный, целый и т.п.) значения, физической интерпретации и размерности значения. Переменные в общем случае являются векторными величинами. С точки зрения физической размерности существуют два типа переменных – с фиксированными и изменяющимися в процессе работы единицами измерения. Если пользователь создает переменную, в которой будет храниться значение, имеющее неизменную физическую единицу измерения — это будет переменная с фиксированной единицей измерения.

Переменные с изменяющимися физическими размерностями, для которых заранее неизвестны единицы измерения, являются переменными с изменяющимися физическими размерностями. При создании переменной с зафиксированной физической размерностью пользователь сам укажет единицы измерения, при этом будет невозможно записать в нее значение, с отличающейся от указанной физической размерностью.

Описывая переменную с фиксированным типом, пользователь указывает единицы измерения в виде символьного выражения, с помощью встроенного редактора (рис. 2). Система контроля параметров преобразует данное выражение, путем сведения к базовым, например, величинам системы СИ (рис. 3) и упростит его (рис. 4):



Рис. 2

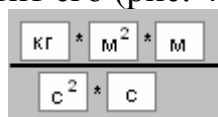


Рис. 3

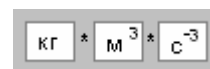


Рис. 4

При вызове функции система контроля параметров сравнит свойства подаваемых параметров с требуемыми. В зависимости от результатов сравнения либо функция будет запущена на выполнение, либо будет произведено оповещение об ошибке, либо будет выдано предупреждение. Считается возможной разработка системы автоматического приведения размерности параметров к единому виду.

Генератор отчетов предоставляет в библиотеку операторов методы вывода информации в отчет. Операторы вывода включают в себя вывод текста, вывод данных в табличной форме, вывод графических данных и собственно построитель графиков (2-х и 3-х мерных). Отчет представляет собой документ, который при желании можно отредактировать встроенным редактором, распечатать или сохранить в формате RTF или XML. Благодаря динамичности библиотеки операторов возможно несложное пополнение операторов ввода/вывода новыми методами.

Рассмотрим работу комплекса в режиме пользователя–студента в рамках дисциплины «Вычислительная математика». Перед студентом стоит задача: выполнить лабораторную работу, суть которой заключается в реализации некоторой вычислительной процедуры, применении ее к заданным начальным параметрам и предоставлении отчета о выполнении работы в установленной форме.

Для выполнения студенту поставляется данный ПП и набор заданий в виде проектов. Выбрав то или иное задание, студент открывает проект, в котором содержится описание работы. Далее с помощью редакторы программ студент реализует блок–схему метода, впоследствии наполняя ее смысловым содержанием.

Следующий этап – этап совместного выполнения созданной программы и формирования отчета. Изначально отчет представляет собой шаблон, содержащий титульный лист. В данном шаблоне автоматически

заполняются: текст задания, начальные условия, созданные студентом блок–схемы. По мере выполнения программы (в пошаговом или потоковом режиме) в отчет записываются промежуточные результаты, определяемые вызовами операторов вывода.

Последний этап – этап анализа и написания вывода по работе. Этот этап выполняется в ручном режиме с помощью редактора отчетов. После выполнения последнего пункта работа сохраняется и отправляется одним из доступных методов на проверку. В процессе проверки пользователь–преподаватель имеет возможность воспользоваться библиотекой стандартных операторов, прочесть и указать неточности в отчете и выставить оценку.

Каждый проект–студента имеет авторскую подпись. Более того, он может быть зашифрован на основе данных автора. Пользователь–студент не может изменять авторство работы. С помощью данной среды существует возможность выполнять работу, как в университете, так и в домашних условиях. Это делает возможным применение данного средства в качестве инструмента дистанционного образования.

Работа пользователя–предметника отличается упрощенностью режима. Перед пользователем стоит задача проведения расчетов тем или иным методом. Пользователь выбирает проект, соответствующий задаче. В проекте он может изменить лишь входные данные и некоторые аспекты не связанные с методом выполнения расчетов. Таким образом, например, социолог знакомый с методами статистики, сможет создать проект, с помощью которого, его коллеги менее осведомленные в методах статистики смогут выполнять задачи расчета.

На данный момент работа находится частично на стадии проектирования, частично на стадии сборки. Отрабатываются механизмы связи между отдельными техническими элементами проекта.

Моделирование процесса сборки под сварку резьбового соединения бурового алмазного долота

Журавлев А.Н., Борисов М.А. (г. Самара, Самарский государственный технический университет, кафедра “Технология машиностроения”, e-mail: zan.samgtu@mail.ru)

The work covers mathematical modeling of diamond bit threaded joint assembly processes for its further welding, that ensures high accuracy of the product parts relative position.

Как показывает опыт эксплуатации буровых алмазных долот, одним из важнейших показателей, характеризующих качество таких изделий машиностроения, является точность взаимного расположения соединяемых деталей.

Конструкция этих осесимметричных изделий (см. рис.1) состоит из корпуса поз. 2 и ниппеля поз. 3 соответственно с внутренней и наружной метрической резьбой. Качество соединения определяется по параметру соосности A_{Δ} оси корпуса поз. 1 и оси ниппеля поз. 4 на двух этапах сборки: первый - ориентирование двух деталей 2 и 3 по метрической резьбе в упор торцовых поверхностей; второй – фиксация полученного взаимного положения сваркой.

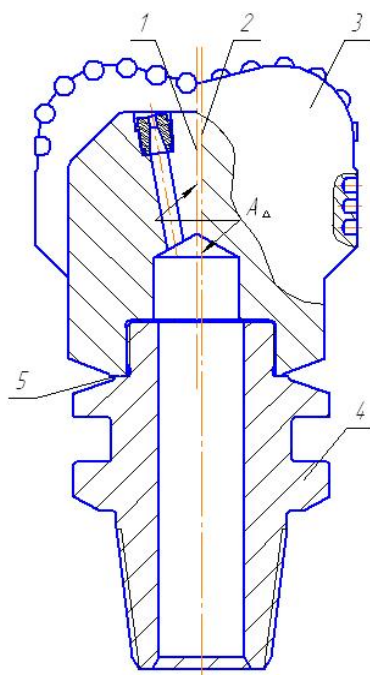


Рис. 1. Буровое алмазное долото

В работе рассматривается модель структурно упорядоченной сборки (1, 2), которая характеризуется следующим уравнением:

$$P_{сб} = f(P_{эк}, m),$$

где $P_{сб}$ – параметр сборки (соосность корпуса алмазного долота с ниппелем A_{Δ} (см. рис. 1), $P_{эк}$ – параметр эксплуатации (увод долота в скважине), m - структура (на этапе сборки под сварку – момент на динамометрическом ключе, возникающий при затяжке корпуса с ниппелем; на этапе сварки – зона прихватки).

В связи с вышесказанным модель структурно упорядоченной сборки включает следующие этапы:

1. Сборка корпуса алмазного долота с ниппелем с применением динамометрического ключа. В начале определяется оптимальный момента затяжки для формирования стыка между соединяемыми деталями, при котором соосность этих деталей будет минимальна. Для этого с помощью динамометрического ключа фиксируем силу затяжки по показаниям ключа (см. рис. 2). Замеряется взаимное расположение (соосность) корпуса и ниппеля алмазного долота.



Рис. 2. Затяжка корпуса долота с помощью динамометрического ключа

Оптимальная сила затяжки на динамометрическом ключе позволяет улучшить показатель соосности на 60% (к примеру исходное показание соосности составляло 0,15 мм, после оптимальной затяжки оно составило 0,09 мм).

2. Осуществление трех прихваток резьбового соединения и его дальнейшая сварка. Первая прихватка корпуса с ниппелем, выполняется в месте, противоположном максимальному значению соосности. На рис. 3 представлено смоделированное в программном продукте Ansys резьбовое соединение и показана первая прихватка.

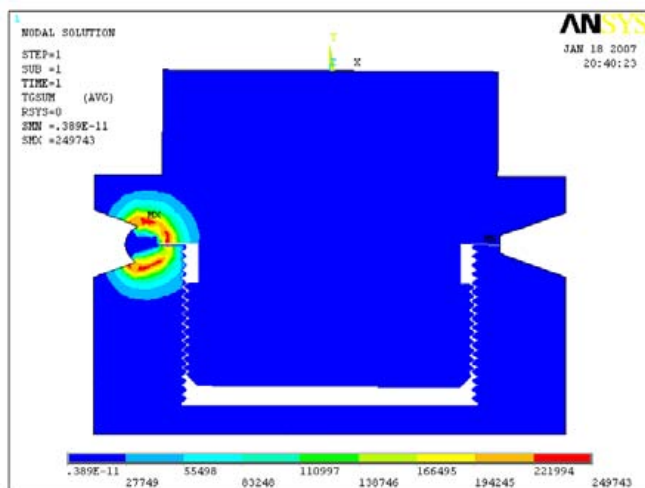


Рис. 3. Первая прихватка резьбового соединения

В результате прихватки в резьбовом соединении происходят тепловые деформации, которые изменяют положение ниппеля относительно корпуса долота в необходимом направлении (см. рис. 4).

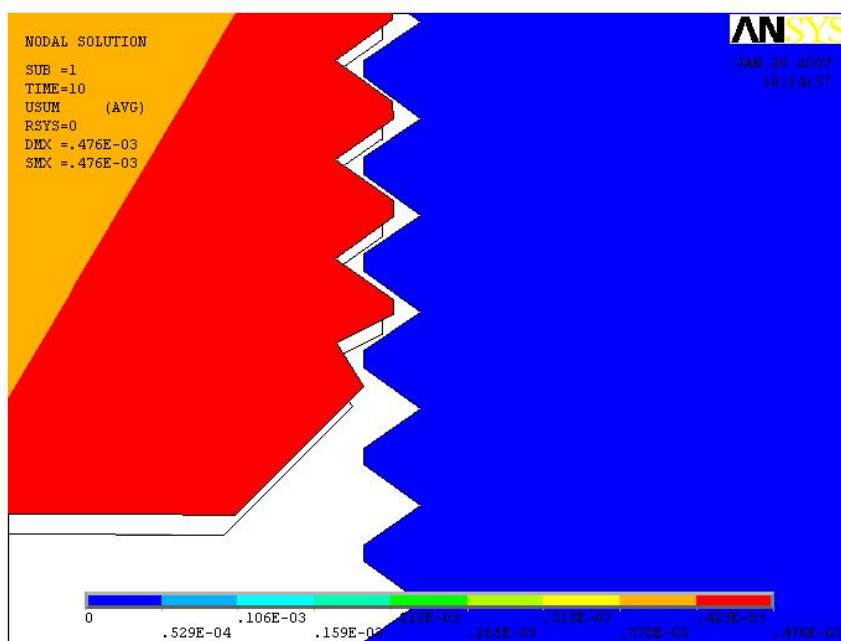


Рис. 4. Изменение положения ниппеля в результате тепловых деформаций

Аналогично первой производятся еще две прихватки. После каждой прихватки производится замер параметра соосности, которая в итоге составила 0,02 мм, что в семь с половиной раз меньше чем исходная соосность. После сварки параметр соосности немного ухудшился и составил 0,05 мм.

Предлагаемая модель процесса структурно упорядоченной сборки под сварку буровых алмазных долот позволяет обеспечить высокую точность взаимного расположения двух соединяемых деталей без ужесточения к требованию точности на этапе технологии механической обработки отдельных деталей изделия.

Полученные результаты по точности взаимного расположения после сварки основных деталей алмазного бурового долота в несколько раз лучше, чем результаты, получаемые при существующей заводской технологии.

Тематика работы входит в состав научно-исследовательских работ, проводимых в рамках тематического плана СамГТУ по заданию Федерального агентства по образованию на 2006-2009 годы по теме «Разработка теоретических основ структурно упорядоченной сборки тяжело нагруженных изделий машиностроения», номер государственной регистрации НИР 01.2.006 06882.

Список литературы

1. Журавлев А.Н. Упорядоченная сборка двухрядных роликовых опор // «Сборка в машиностроении, приборостроении». 2004. № 10. С. 14-18.
2. Журавлев А.Н., Борисов М.А. Структурно упорядоченная сборка под сварку резьбового соединения буровых алмазных долот: Сб. тр. науч.-техн. конф. с межд. участием «Высокие технологии в машиностроении»/ Самара, 2006. С. 135-140.

Анализ томографического метода для распознавания символов рукописного текста

Жарких А.А., Колпакчи С.С. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

This paper presents an analysis of tomography for character recognition of handwritten text. We provide comparing results of modifications of this method. Modifications use different schemes of the rays.

ВВЕДЕНИЕ

Задача распознавания рукописного текста является на данный момент одной из самых актуальных задач систематизации доступной человеку информации. Только представьте, что есть некая программа, которая может разобраться во всех ваших записях, автоматически их оформить в одном стиле и сохранить как электронный документ. Поиск нужной информации, при этом, становится минутным делом. Но, несмотря на важность задачи и активные работы в данной области, создать надежную систему распознавания рукописного текста еще никому не удалось. Процесс распознавания рукописного текста можно описать следующим образом (1-3).

Предварительная обработка (квантование, фильтрация шума, сегментация и т.п.);

Фрагментация на слова и символы. Первый этап распознавания;

Анализ результатов первого этапа распознавания (определение совокупности признаков для распознанных символов);

Второй, уточняющий этап распознавания с учетом полученных признаков. Разделение ошибочно объединенных фрагментов;

Окончательная проверка с помощью языкового словаря.

При формировании эталонов или признаков распознавания важно, чтобы каждый из них использовал вычислительные ресурсы максимально эффективно. То есть: один эталон или признак должен занимать достаточно малый объем оперативной памяти; процедура распознавания должна осуществляться достаточно быстро, в идеале – в реальном времени. Для этих целей необходимо проводить работу в двух направлениях: улучшение характеристик вычислительной техники; развитие методов распознавания и подготовки к распознаванию.

В данной работе приводится апробация томографического метода применительно к распознаванию рукописных символов.

Томографический метод для формирования признаков распознавания рукописных символов

Традиционный томографический метод используется для восстановления или изучения внутренней структуры объекта по результатам некоторых внешних измерений. Математически это означает восстановление структуры объекта по результатам измерения проекций его внутренних сечений (4, 5).

Измерение проекций физически возможно с использованием излучения, для которого объект частично прозрачен. Степень затухания излучения на выходе объекта в данном направлении является оценкой структуры объекта по этому направлению. В томографии такие оценки называются интегралами по лучам. При дискретизации задачи, интегралы преобразуются в суммы.

В общем случае задача томографии сводится к решению линейного операторного уравнения

$$Ax = b, \quad (1)$$

где A – линейный оператор, описывающий взаимодействие лучей с объектом, b – элемент функционального пространства, описывающий интегралы или суммы по лучам, x – элемент другого функционального пространства, описывающий внутреннюю структуру объекта. Таким образом, нахождение внутренней структуры x сводится к обращению или псевдообращению оператора A .

По аналогии с традиционной томографией мы используем томографический метод для формирования пространства признаков в задаче распознавания символов рукописного текста. В данной задаче роль интеграла по лучам играет число пересечений данной буквы лучом или протяженность пересечения буквы лучом. В отличие от физических лучей мы используем математические модели лучей.

В нашем случае, сканируемым объектом является рукописный символ. Однако неочевидным является то, по какой схеме нужно выполнять пересечение лучами, чтобы добиться наилучшей эффективности распознавания. Для решения этой задачи был проведен анализ трех вариантов построения лучей. В качестве первой схемы был выбран смешанный способ построения, который представляет собой сетку из восьми лучей (рис. 1). Две другие схемы пересечения представлены веерным расположением семи лучей (рис. 2 и рис. 3), отличаются они только расположением точки излучения.

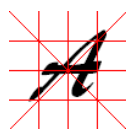


рис. 1



рис. 2



рис. 3

Чаще всего пересечение символа лучом состоит из нескольких подряд идущих точек, т.к. толщина пера может изменяться. Чтобы понять,

стоит ли в описание символа включать информацию о толщине пера в месте пересечения, было решено проанализировать описанные способы построения лучей с учетом протяженности пересечений и без неё. Сравнение происходило путем составления описания всех букв алфавита для условно эталонного стиля написания и для распознаваемого стиля. Также для проверки корректности метода, в качестве одного из стилей написания были приняты заранее ошибочные символы, а именно квадраты. Сами символы представлены в виде растровых изображений размером 96 x 96 пикселей с глубиной цвета 2 бита. Сравнение протяженности пересечений производилось только в том случае, если совпадало количество пересечений символа текущим лучом.

Результаты сравнения модификаций метода томографии

Для получения степени схожести эталонного стиля написания с распознаваемым стилем, использовался следующий подход:

$$C = \frac{\sum_{k=0}^{m-1} S_k \cdot 100}{m}, \quad (2)$$

где C – процент схожести стилей, S_k – процент схожести k -го символа, m – количество символов в наборе. S_k рассчитывается следующим способом:

$$S_k = \begin{cases} \sum_{i=0}^{q-1} \left(\frac{\min(p_i, p'_i)}{\max(p_i, p'_i)} \right), & q = q' \\ \frac{\min(q, q')}{\max(q, q')}, & q \neq q' \\ 1, & q = 0, q' = 0 \end{cases}, \quad (3)$$

где p_i, p'_i – протяженность i -го пересечения для эталонного и распознаваемого стилей соответственно. q и q' – количество пересечений k -го символа с лучами для эталонного и распознаваемого стилей соответственно.

Таблица 1.

Результаты анализа модификаций метода томографии.

Эталон	Символ	Схожесть с протяженностью, %	Схожесть без протяженности, %
		74	40
		65	41

Эталон	Символ	Схожесть с протяженностью, %	Схожесть без протяженности, %
		62	29
		73	56
		85	68
		84	73
		78	58
		82	68
		82	67
		73	52
		71	63
		72	61

Результаты тестирования реализации предложенного метода показали, что веерный способ построения лучей с учетом протяженности пересечений дает наиболее схожее описание для эталонных и распознаваемых символов. При этом схожесть с заранее ошибочным набором символов (квадратами) остается минимальной. Смешанный метод построения лучей оказался наименее эффективным, несмотря на то что в нем используется больше лучей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе был произведен анализ предложенного метода томографии для распознавания символов рукописного текста. Наилучшую эффективность показала веерная модификация метода с учетом

протяженности пересечений. В перспективе возможно исследование других схем пересечения, а также принципиальное улучшение алгоритма. Например, можно найти все пересечения лучей с эталонным символом, а затем для каждой точки пересечения определять степень её удаленности от ближайшей точки распознаваемого символа. Кроме того, необходим более тщательный анализ модификаций представленного метода, чтобы установить насколько уникальным является полученное описание каждого символа. Стоит отметить, что при более тщательной формализации изображений символов и структуры пересечений лучами, такая задача может быть решена в классической постановке томографии.

Список литературы

1. Ян Д.Е., Анисимович К.В., Шамис А.Л. Новая технология распознавания символов. Теория, практическая реализация, перспективы. М.: Препринт, 1995
2. Поцепаев Р.В., Петров И.Б. Эффективный алгоритм предобработки изображений для структурных методов распознавания рукописных символов. // Электронный журнал «Исследовано в России». Московский Физико-Технический Институт. 2003. с. 181
3. Садыхов Р.Х., Ваткин М.Е. Алгоритм обучения нейронной сети «неокогнитрон» для распознавания рукописных символов. // Вести НАН Белоруссии. Сер. физ.-техн. наук. 2002. N 3. С. 1
4. Наттерер Ф. Математические аспекты компьютерной томографии М.: Мир, 1990. 288 с.
5. Троицкий И.Н. Статистическая теория томографии. М.: Радио и связь, 1989. 240 с.

Сравнение базисов вейвлетов для представления речевых сигналов

Жарких А.А., Юрко А.С. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

According the Kotelnikov theorem any signal with infinitive spectrum can be represented as signal with finite spectrum and some errors. The relative approximation error is defined by ratio of norm of difference between signal and its model with finite spectrum to norm of signal. We investigate a dependence of such approximation error for Haar wavelet and wavelet «Sombrero» from upper spectrum frequency that is normalized on the scale value.

Введение

В современных системах распознавания речи можно выделить два этапа: этап обучения и этап распознавания. Оба этапа работают, как правило, в условиях ограниченных ресурсов. Поэтому на этапе обучения необходимо создать банк эталонов относительно небольшого размера, обладающий гибкой системой адресации.

Для формирования банка копий речевых сигналов необходимо выбрать такой базис представления речевых сигналов, который позволял бы, с одной стороны, хранить небольшое количество коэффициентов, а с другой стороны – максимально точно его представлял.

С точки зрения правильной передачи физических свойств речевого сигнала разумно выбирать такие базисы, которые выделяют как частотную составляющую сигнала, так и временную локализацию частотной составляющей. Указанным требованиям удовлетворяют базисы вейвлетов [1].

Предположим, что сигнал записан с интервалом дискретизации Δt_D . Согласно теореме Котельникова любой сигнала с неограниченным спектром может быть представлен с некоторыми потерями как сигнал с ограниченным спектром. При этом относительная ошибка аппроксимации определяется отношением нормы расхождения между сигналом и его моделью с ограниченным спектром к норме сигнала. Другим словами, рассматривается, насколько точно представляет сигнал базис Котельникова при выбранном фиксированном значении Δt_D .

В данной работе исследуется зависимость относительной ошибки аппроксимации от верхней частоты спектра, нормированной на величину масштаба, для двух типов сигналов: вейвлет-функции Хаара и вейвлета «Мексиканская шляпа».

Вейвлет Хаара

Дискретным вейвлет-преобразованием называют представление сигналов в виде обобщенного ряда Фурье по системе базисных функций, возникающих из некоторого исходного вейвлета $\psi(t)$ за счет операций сдвига во времени и изменения временного масштаба [2].

Рассмотрим случай, когда порождающим элементом базиса служит вейвлет Хаара. Вейвлет-функция Хаара существует на отрезке $[0;1]$ и принимает здесь одно из двух возможных значений:

$$\psi(t) = \begin{cases} 1, & 0 < t \leq \frac{1}{2} \\ -1, & \frac{1}{2} < t \leq 1 \end{cases} \quad (1)$$

Так как преобразование Фурье сигнала $s(t)$ имеет вид:

$$S(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(t)e^{-j\omega t} dt, \quad (2)$$

то преобразование Фурье вейвлет-функции Хаара имеет вид:

$$S_H(\omega) = \int_0^{1/2} e^{-j\omega t} dt - \int_{1/2}^1 e^{-j\omega t} dt = \frac{2je^{-0,5j\omega} - j(1 + e^{-j\omega})}{\omega} = \frac{e^{-j0,5\omega} \cdot j \cdot 4 \cdot \sin^2\left(\frac{\omega}{4}\right)}{\omega}, \quad (3)$$

а преобразование Фурье функции $\psi_{ab}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}}\psi\left(\frac{t-b}{a}\right)$:

$$S_{\psi_{ab}}(\omega) = S_{\psi_{a0}}(\omega) \cdot e^{-j\omega b} = \frac{|a|}{\sqrt{|a|}} \cdot S_{\psi}(a\omega) \cdot e^{-j\omega b} = \sqrt{|a|} \cdot \frac{e^{-j0,5a\omega} \cdot j \cdot 4 \cdot \sin^2\left(\frac{a\omega}{4}\right)}{a \cdot \omega} \cdot e^{-j\omega b}. \quad (4)$$

Если энергетический спектр сигнала ψ_{ab}

$$W_{\psi_{ab}}(\omega) = |S_{\psi_{ab}}(\omega)|^2 = \frac{16 \cdot \sin^4\left(\frac{a\omega}{4}\right)}{a \cdot \omega^2}, \quad a > 0, \quad (5)$$

и энергия сигнала

$$E_{\psi_{ab}} = \|\psi_{ab}\|^2 = \int_b^{b+a/2} \left(\frac{1}{\sqrt{|a|}}\right)^2 dt + \int_{b+a/2}^{b+a} \left(-\frac{1}{\sqrt{|a|}}\right)^2 dt = 1, \quad (6)$$

то по теореме Рэлея [2]:

$$\|S_{\psi_{ab}}\|^2 = \frac{1}{\pi} \cdot \int_{\omega_U}^{\infty} W_{\psi_{ab}}(\omega) d\omega = E_{\psi_{ab}} - \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{\omega_U} W_{\psi_{ab}}(\omega) d\omega = 1 - \frac{2}{\pi} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot (a\omega_U)^{2n+3}}{(2n+4)! \cdot (2n+3)} \cdot \left(1 - \frac{1}{2^{2n+2}}\right) \quad (7)$$

Тогда относительная ошибка аппроксимации в контексте разложения вейвлета Хаара ψ_{ab} в ряд Котельникова описывается выражением:

$$\eta(\omega_U) = \frac{\|S_{\psi_{ab}}\|}{\sqrt{E_{\psi_{ab}}}} = \sqrt{1 - \frac{2}{\pi} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot (a\omega_U)^{2n+3}}{(2n+4)! \cdot (2n+3)} \cdot \left(1 - \frac{1}{2^{2n+2}}\right)}. \quad (8)$$

На графиках $\eta(2\pi f_U)$ и $\lg(\eta(\omega_U))$ показана зависимость ошибки аппроксимации от верхней частоты фильтра $f_U = k/a$, $a > 0$, $a = \text{const}$, $k \in [0, +\infty)$:

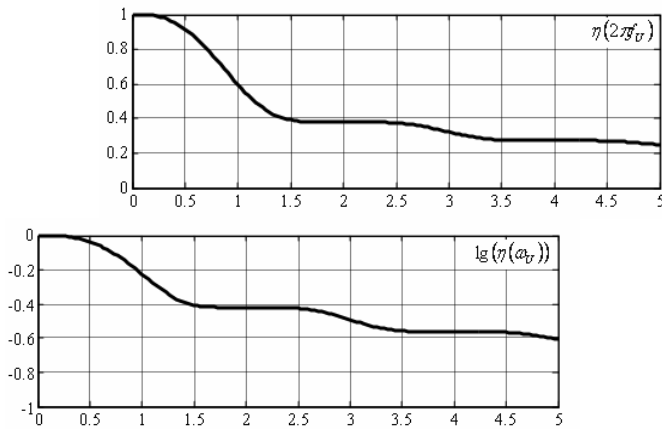


Рис. 1. Ошибка аппроксимации для вейвлета Хаара.

Вейвлет «Мексиканская шляпа»

Наряду с разрывными функциями, подобными вейвлетам Хаарам, можно пользоваться и непрерывными вейвлетами, построив на их основе полные аналоги преобразований Фурье [2]. Примером такой функции может служить вейвлет «сомбреро» (мексиканская шляпа):

$$\psi(t) = (t^2 - 1) \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}, \quad (9)$$

являющийся второй производной гауссова импульса $g(t) = e^{-\frac{t^2}{2}}$.

Рассмотрим преобразование Фурье вейвлет-функции $\psi(t) = (t^2 - 1) \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}$. Известно, что преобразование Фурье гауссова импульса имеет вид:

$$S_G(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} \cdot e^{-j\omega t} dt = \sqrt{2\pi} e^{-\frac{\omega^2}{2}}. \quad (10)$$

Так как вейвлет «сомбреро» – это вторая производная гауссова импульса, а $G(\omega) = (j\omega)^n S(\omega)$, где $S(\omega)$ – спектральная плотность сигнала $s(t)$ и $g(t) = \frac{d^n s}{dt^n}$, то преобразование Фурье вейвлета «сомбреро» имеет вид:

$$S_\psi(\omega) = (j\omega)^2 S_G(\omega) = \sqrt{2\pi} \cdot (j\omega)^2 \cdot e^{-\frac{\omega^2}{2}}. \quad (11)$$

Найдем преобразование Фурье функции $\psi_{ab}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right)$.

Так как $\psi_{a0}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{t}{a}\right) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \cdot \left(\left(\frac{t}{a}\right)^2 - 1\right) \cdot e^{-\frac{t^2}{2a^2}}$, а спектральная плотность сигнала $s(kt)$, есть $\frac{1}{|k|} S\left(\frac{\omega}{k}\right)$, то

$$S_{\psi_{a0}}(\omega) = \frac{|a|}{\sqrt{|a|}} \cdot S_{\psi}(a\omega) = \sqrt{|a|} \cdot \sqrt{2\pi} \cdot (ja\omega)^2 \cdot e^{-\frac{(a\omega)^2}{2}}.$$

Так как $\psi_{ab}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) = \left(\left(\frac{t-b}{a}\right)^2 - 1\right) \cdot e^{-\frac{(t-b)^2}{2a^2}}$, а спектральная плотность сигнала, смещенного во времени $s(t-t_0)$, есть $S(\omega) \cdot e^{-j\omega t_0}$, то

$$S_{\psi_{ab}}(\omega) = S_{\psi_{a0}}(\omega) \cdot e^{-j\omega b} = \sqrt{|a|} \cdot \sqrt{2\pi} \cdot (ja\omega)^2 \cdot e^{-\frac{(a\omega)^2}{2}} \cdot e^{-j\omega b}. \quad (12)$$

Если энергетический спектр сигнала ψ_{ab}

$$W_{\psi_{ab}}(\omega) = |S_{\psi_{ab}}(\omega)|^2 = 2\pi \cdot a^5 \cdot \omega^4 \cdot e^{-a^2\omega^2}, \quad a > 0, \quad (13)$$

то

$$\|s_{ou}\|^2 = \frac{1}{\pi} \cdot \int_{\omega_U}^{\infty} W_{\psi_{ab}}(\omega) d\omega = \frac{a \cdot \omega_U \cdot e^{-a^2\omega_U^2} \cdot (2 \cdot a^2 \cdot \omega_U^2 + 3)}{2} + \frac{3\sqrt{\pi}}{4} \cdot \text{erfc}(a \cdot \omega_U). \quad (14)$$

Энергия сигнала при этом равна:

$$E_{\psi_{ab}} = \int_{-\infty}^{+\infty} \psi_{ab}^2 dt = \int_{-\infty}^{+\infty} \left(\frac{1}{\sqrt{|a|}} \cdot \left(\left(\frac{t-b}{a} \right)^2 - 1 \right) \cdot e^{-\frac{(t-b)^2}{2a^2}} \right)^2 dt = \frac{3}{4} \sqrt{\pi}. \quad (15)$$

Тогда относительная ошибка аппроксимации в контексте разложения вейвлета «Мексиканская шляпа» ψ_{ab} в ряд Котельникова описывается выражением:

$$\eta(\omega_U) = \frac{\|s_{ou}\|}{\sqrt{E_{\psi_{ab}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot a \cdot \omega_U \cdot e^{-a^2\omega_U^2} \cdot \left((a \cdot \omega_U)^2 + \frac{3}{2} \right) + \text{erfc}(a \cdot \omega_U)}{3\sqrt{\pi}}}. \quad (16)$$

Как и в случае с вейвлетами Хаара на графиках $\eta(2\pi f_U)$ и $\lg(\eta(\omega_U))$ показана зависимость ошибки аппроксимации от верхней частоты фильтра $f_U = k/a$, $a > 0$, $a = \text{const}$, $k \in [0, +\infty)$:

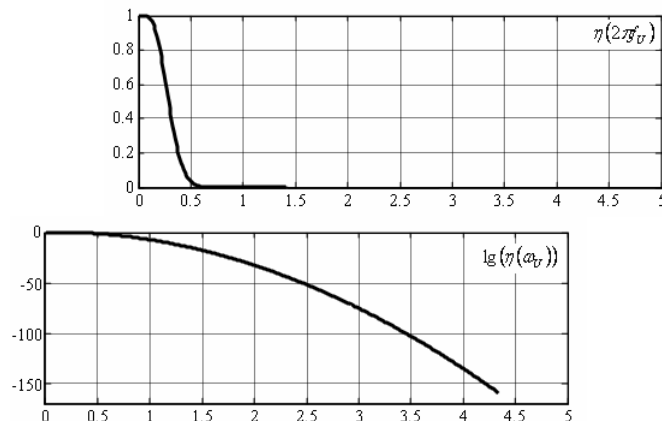


Рис. 2. Ошибка аппроксимации для вейвлета «Мексиканская шляпа»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам моделирования можно сделать вывод, что вейвлет Хаара плохо представляет сигнал с ограниченным спектром такого же масштаба. Даже в случае, когда частота равна пяти единицам частотного масштаба, величина ошибки аппроксимации примерно равна 25%. В отличие от этого для вейвлета «Мексиканская шляпа» ошибка аппроксимации спадает очень быстро и при частоте, равной уже трем единицам частотного масштаба, имеет значение порядка 10^{-75} .

Полученные результаты показывают, что вейвлеты типа «Мексиканская шляпа» являются более подходящими для представления

импульса Котельникова $\frac{\sin\left(\pi \cdot t / \Delta t_D\right)}{\pi \cdot t / \Delta t_D}$. Интуитивно это следует из внешнего

сходства данных сигналов. Результаты, представленные в работе, могут быть использованы для построения банка примитивов системы распознавания речевых сигналов.

Список литературы

1. Астафьева Н.В. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения // Успехи физических наук, 1996. Т.166, №11. С. 1145 - 1170.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высш. шк., 2000. 462 с.
3. Воробьев В.И., Грибунин В.Г. Теория и практика вейвлет-преобразования. СПб.: Изд-во ВУС, 1999. 180 с.
4. Столниц Э., ДеРоуз Т., Салезин Д. Вейвлеты в компьютерной графике. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002. 272 с.
5. Яковлев А.Н. Основы вейвлет-преобразования сигналов. М.: Сайнс-пресс, 2003. 79 с.

Моделирование взаимодействий роликов в тяжелонагруженных опорах

Журавлев А.Н. (г. Самара, Самарский государственный технический университет, кафедра “Технология машиностроения”, e-mail: zan.samgtu@mail.ru)

The work covered the consideration of rollers in multiple-row roller bearing of cone rock bits and development of dynamic model of roller bearing assembled with the method of structurally ordered assembly.

Проблемы увеличения срока службы буровых шарошечных долот заключаются в раскрытии связи динамических процессов взаимодействия роликов в многорядной опоре долота с циклами внешней нагрузки. Параметром, определяющим качество сборки многорядных роликовых опор, является прогнозируемый ресурс, который можно обеспечить на основе учета структурного фактора m , задающего цикл действительных размеров роликов при комплектовании с сохранением последовательности при установке на беговую дорожку.

Такая сборка называется структурно упорядоченной и рассмотрена на статической модели процесса взаимодействия роликов по отношению к циклам внешней нагрузки [1]. Однако процесс взаимодействия в большинстве случаев определяется не только статикой, но и динамическими процессами, учет которых при разработке упорядоченной сборки позволит с высокой степенью определенности прогнозировать эксплуатационные характеристики динамических параметров роликовых опор. В связи с этим, задача синхронизации взаимодействия роликов между собой и каждого ряда опор состоит в разработке динамической модели. Анализ результатов моделирования позволит определить рациональную размерную структуру m подстановок действительных диаметральных размеров роликов (к примеру $D_i, D_{i+1}, D_{i+2}/d_j, d_{j+1}, d_{j+2}$) из трех селективных групп роликов $i, i+1, i+2$ большой и $j, j+1, j+2$ малой роликовых дорожек, составляющих комплект роликов. Такой процесс комплектования роликов составляет основу технологии структурно упорядоченной сборки опор разработанной на принципе различной конструктивной симметрией соединяемых деталей [2].

Конструкция многорядной роликовой опоры без сепараторного исполнения, представленная на рис. 1, имеет большую и малую роликовые дорожки (БРД) и (МРД) на шарошке и на цапфе лапы долота, по которым перекатываются большие и малые ролики.



Рис. 1. Многорядная роликовая опора бурового шарошечного долота

В исследовании не участвует шариковый ряд, т.к. шарики не воспринимают эксплуатационной нагрузки из-за больших зазоров (зазор в роликовой дорожке составляет – 0,07 – 0,08 мм, тогда как в шариковой – 0,3 – 0,5 мм).

По результатам моделирования получена динамическая модель роликовой двухрядной опоры безсепараторного исполнения, собранная по технологии структурно упорядоченной сборки с учетом структурного фактора m расположения роликов в опоре

$$W(p) = -0,52p - \frac{12,15p + 6,38}{p^2 + 0,61} + \frac{0,45p + 43,22}{p^2 + 2,46} + \frac{10,01p + 16,81}{p^2 + 5,54} + \frac{3,04p}{p^2 + 9,85} + \frac{10,01p - 28,02}{p^2 + 15,4} + \frac{0,45p - 129,66}{p^2 + 22,18} - \frac{12,15p - 44,67}{p^2 + 30,19}.$$

(1)

На рис. 2 представлена схема механизма взаимодействия роликов в опоре по отношению к зубкам с учетом структурной составляющей.

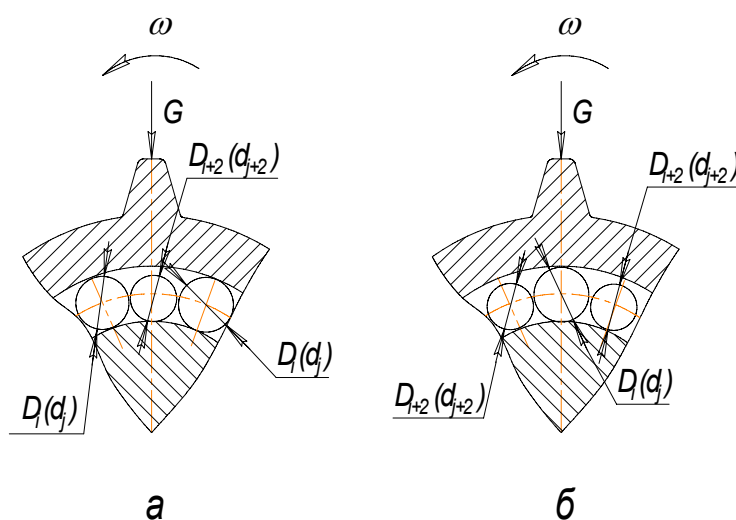


Рис. 2. Схема исходов взаимодействий роликов с циклом нагрузки: а – благоприятный исход; б – неблагоприятный исход;

$D_i(d_j)$ – диаметр больших (малых) роликов, взятых из первой селективной группы; $D_{i+2}(d_{j+2})$ - диаметр больших (малых) роликов, взятых из третьей селективной группы; G – эксплуатационная нагрузка; ω - частота вращения шарошки

Как видно из схемы рис. 2 при введении в процесс сборки роликовых опор структурной составляющей появляются различные варианты попадания роликов различного диаметра в нагруженную зону. Наилучшим вариантом считается тот, при котором из трех роликов, попадающих в нагруженную зону, средний ролик будет наименьшего диаметра по сравнению с двумя остальными (см. рис. 2а). Наихудший вариант представлен на рис. 2б. В этом случае ролик, находящийся в центре нагруженной зоны имеет наибольший диаметр и один воспринимает эксплуатационную нагрузку равную 40 кН, что гораздо хуже, чем в первом случае, когда нагрузка распределяется на два крайних ролика. Различия диаметров роликов при комплектовании со структурной составляющей составляют 0,013 мм.

Для достоверности полученных результатов в программном продукте Ansys были смоделированы два варианта (благоприятный и неблагоприятный) попадания роликов в нагруженную зону. Модель роликовой опоры строилась с учетом структурной составляющей расположения роликов в комплекте.

На рис. 3 и 4 представлены два варианта исходов, рассчитанные с помощью вышеуказанной программы.

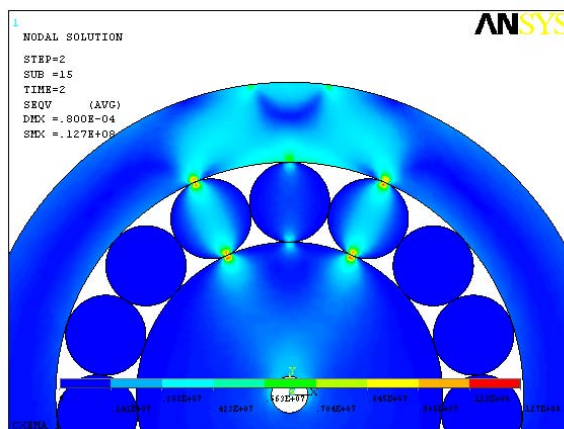


Рис. 3. Благоприятный исход взаимодействия роликов

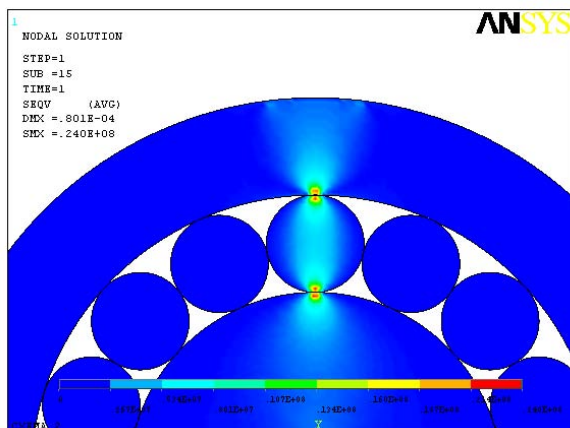


Рис. 4. Неблагоприятный исход взаимодействия роликов

Как видно из вышеуказанных эпюр при благоприятном исходе взаимодействия роликов в нагруженной зоне максимальные напряжения, возникающие в месте контакта роликов с поверхностями шарошки и цапфы, равны 12,7 МПа, что в два раза меньше чем максимальные напряжения, возникающие при неблагоприятном исходе взаимодействия роликов, равные 24 МПа.

Разработанная динамическая модель (1) может оценивать влияние структурного фактора размещения последовательности роликов в комплекте с учетом их различий в пределах селективных групп.

Тематика работы входит в состав научно-исследовательских работ, проводимых в рамках тематического плана СамГТУ по заданию Федерального агентства по образованию на 2006-2009 годы по теме «Разработка теоретических основ структурно упорядоченной сборки тяжело нагруженных изделий машиностроения», номер государственной регистрации НИР 01.2.006 06882.

Список литературы

1. Журавлев А.Н., Рыльцев И.К. Ресурсосберегающая технология сборки тяжело нагруженных роликовых опор. // Тяжелое машиностроение. № 10. 2004. С. 29-31.
2. Кулаков Г.А., Гусева И.А., Житников Ю.З., Рыльцев И.К. Автоматизация и механизация серийной сборки изделий. – М.: Янус-К, 2003. – 324 с.

Качество образовательного процесса: взгляд преподавателей и студентов на проблему

Зубова Ю.В., Ефименко П.А. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

В работе обсуждаются некоторые аспекты образовательного процесса в современной высшей школе. Рассматриваются точки зрения на существующие проблемы образования как преподавателей технического университета, так и самих студентов.

В современном мире наряду с усилением роли образования в обществе возникают все новые противоречия и проблемы. Особенно это проявляется в нашей стране, где система образования переживает «перманентную модернизацию». Год за годом большое число школьников стремится стать студентами высших учебных заведений, но при этом сохраняется дефицит квалифицированных кадров. Работодатели недовольны качеством подготовки специалистов и, как правило, требуют от принимаемого на работу сотрудника намного больше знаний и умений, чем необходимо для выполнения им своих служебных обязанностей. Требования к выпускникам должны формироваться на основе профессиональных стандартов, которых сегодня пока нет и, как признаёт сам бизнес, в ближайшее время не будет. Всё это приводит к необходимости проанализировать качество образования, получаемого в высшей школе, и, по возможности, найти методы повышения конкурентоспособности выпускников вузов на рынке труда.

Попробуем перечислить факторы, с которыми мы, как преподаватели технического университета, сталкиваемся в нашей повседневной работе, и которые могут приводить к снижению качества подготовки будущих специалистов.

1. Падение уровня подготовки абитуриентов

В последние годы наблюдается снижение качества подготовки поступающих в вузы. Это может быть связано, в том числе и с тем, что те выпускники школ, которые раньше не проходили по конкурсу в высшие учебные заведения, теперь имеют возможность учиться в вузах, как правило, на платной основе. По статистике Минобрнауки, в вузы поступают практически все выпускники средних школ, которые решили получить высшее образование.

С другой стороны, реформирование средней школы привело к тому, что в целом уменьшилось количество часов, отведенное на изучение базовых предметов - математики, физики, русского языка, литературы - в том числе за счет введения таких предметов, как психология, правоведение и других.

Кроме того, нельзя не отметить отнюдь не только положительную роль компьютеризации в образовании. Школьники, привыкая с начальных классов пользоваться калькулятором, приходят учиться в университет, при этом затрудняясь оперировать двухзначными числами. Мало кого из преподавателей теперь удивляет то, что некоторые бывшие школьники не могут привести дробь к общему знаменателю, найти корни квадратного уравнения. В соответствии с исследованиями социологов, почти две трети старшеклассников обнаружили неспособность работать с дополнительными источниками информации – таблицами, диаграммами, графиками, схемами (2). Как показывает наша практика, многие студенты сталкиваются с большими сложностями при доказательстве теорем из-за неумения выстраивать логические цепочки между посылкой и следствием, причем независимо от сложности доказательства.

2. Увеличение численности студентов вузов

За последние несколько лет количество ВУЗов и удельный вес студентов в России резко возросли (Рисунок 1).

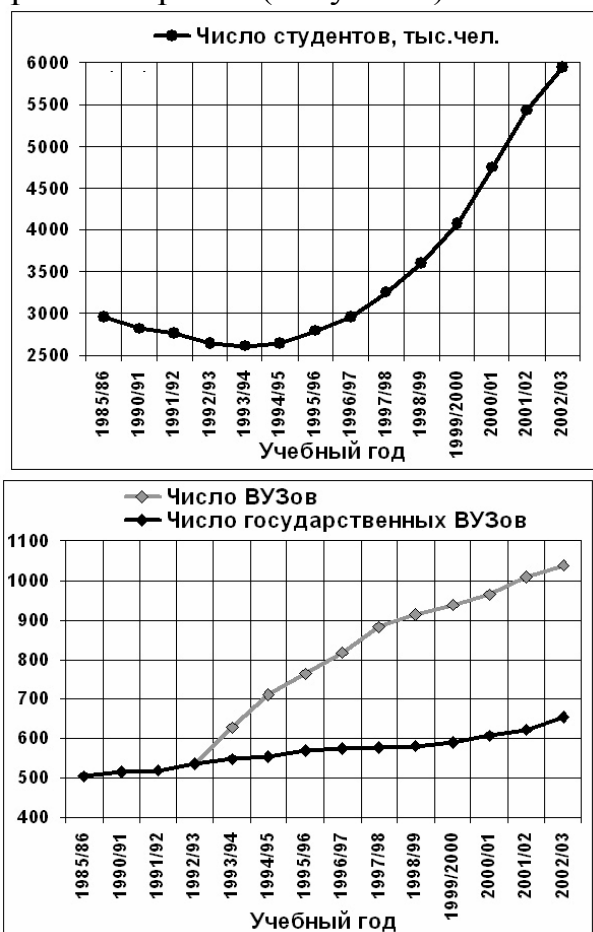


Рисунок 1. Динамика количества высших учебных заведений и численности студентов (1)

Сегодня молодые люди и их родители считают наличие диплома о высшем образовании чуть ли не гарантом успешной карьеры, высокого

заработка, показателем благополучия семьи. Это приводит к увеличению спроса на высшее образование, резкому расширению приема в вузы и – вместе с этим – к существенному снижению требований к качеству учебного процесса, требований к студентам и преподавателям.

3. Незрелость у студентов навыков получения знаний

Часто студент, проучившись не один год в университете, при подготовке к практическим занятиям или экзамену кроме конспекта лекций ничего не читает и не считает нужным читать, даже если в конспекте (своём или чужом) ничего не понимает. По нашему мнению, тут, возможно, сказывается ошибочное мнение студентов о конспекте лекций как о некоем полном собрании материалов по дисциплине, а не о более развёрнутом плане освоения самим студентом этой дисциплины.

Многие из студентов всерьёз полагают, что для получения нужного материала достаточно посмотреть в Интернете. Хорошо ещё если при этом попадётся электронный вариант какого-то учебника, хуже будет, если будет скачан реферат, который был выложен на собственный сайт каким-нибудь двоечником.

4. Отсутствие программ стимулирования улучшения качества образования

Заботы об улучшении качества образования во многом возлагаются на нижние структурные подразделения – кафедры. Очевидно, что без участия преподавателей трудно поднять уровень подготовки будущих специалистов, но и одни преподаватели в корне изменить ситуацию не могут. Необходим комплекс мер. При существующих мероприятиях по стимулированию научной и научно-методической деятельности преподавателей, зарплата в общем случае мало зависит от того, занимается ли преподаватель наукой, разрабатывает методические пособия или нет.

5. Совмещение студентами учёбы в вузе с работой

Мы сталкиваемся с тем, что некоторые молодые люди начинают работать ещё учась в университете. Причём некоторые из них – даже с первого курса. По нашим наблюдениям, такие студенты, как правило, начинают пропускать занятия или вообще перестают на них ходить. Можно понять желание получить опыт работы по специальности ещё до окончания обучения, облегчить финансовое положение в семье, начать зарабатывать деньги. Но нехватка времени, занятость на работе приводят к резкому снижению успеваемости, и что самое печальное, это касается и тех студентов, которые ранее учились на отлично. Всё это может привести не только к трудностям с получением диплома, но и вообще к отчислению из университета.

6. Отсутствие мотивации к учебе

При сложившейся ситуации на рынке труда на престижные, высокооплачиваемые места работодатели зачастую берут работников не по уровню квалификации, качеству полученного образования, а по

знакомству. Кроме того, в вузах перестала действовать система распределения выпускников. Поэтому у многих студентов, которым не приходится рассчитывать на связи, теряется мотивация к хорошей учебе, так как они не надеются найти хорошую работу по специальности. С другой стороны, студенты из обеспеченных семей не считают необходимым хорошо учиться, так как уверены, что они будут учиться, пока платят их родители, а после окончания учебы эти же родители найдут им работу с хорошей зарплатой.

7. Занятость преподавателей

Реформы образования мало затронули систему оплаты труда преподавателей высшей школы, зарплата большинства из которых, как мы знаем, остается не намного больше прожиточного минимума и гораздо ниже средней заработной платы в области. Поэтому большая часть преподавателей вынуждена либо работать по совместительству, либо заниматься репетиторством.

Все перечисленные проблемы высшей школы видятся нам как преподавателям, но, возможно, студентам сложившаяся ситуация предстаёт в другом виде. С целью выяснить, с какими сложностями сталкиваются студенты в период учёбы в университете, в чём они видят причины своих проблем и какими представляют методы их решения, нами проводятся опросы студентов 1-3 курсов в форме анкетирования и неформализованного интервью, а также обобщаются результаты моментных наблюдений. Результаты проведённого исследования будут проанализированы в следующих работах.

Список литературы

1. Российский статистический ежегодник. Официальное издание Госкомстата России. М., 2002; Образование в Российской Федерации. Статистический сборник. – М.: ГУ-ВШЭ, ЦИСН, 2003 (данные 2002/03 уч. год).

2. Зверев А. Учиться или ... лечиться? «Среднестатистический» школьник в зеркале последнего исследования социологов. // Народное образование, № 8, 2002, с.122-124.

Применение метода «плавающей» аппроксимации при автоматических измерениях физических величин в реальном времени

Корнев К.П., Кащенко Н.М., Шрамко В.А., Шушарина Н.Н.
(Калининград, Российский государственный университет им. Канта,
kornev@albertina.ru)

The method of time dependence approximation of physical magnitude at measurements in real time is described.

При измерениях физических величин в реальном времени возникает проблема прогнозирования поведения экспериментальной зависимости, в частности, когда речь идет о достижении этой зависимостью экстремального значения (1 – 3).

Для решения поставленной задачи предлагается метод «плавающей» аппроксимации. Суть метода заключается в том, что параметры аппроксимирующей функции меняются в процессе измерений. Коррекция параметров происходит с учетом полученных значений физической величины в реальном времени. Работа метода иллюстрируется на конкретном примере - на измерениях коэффициента пропускания оптических пленок в процессе их напыления в вакуумной камере.

Схема алгоритма используемого метода представлена на рис. 1. Система измерения сигнала производит измерение величины сигнала, пропорционального коэффициенту пропускания напыляемой структуры. В системе обработки сигнала производится накопление сигнала и определение среднего значения сигнала для данной точки измерения. Усредненный сигнал вводится в программу аппроксимации, которая методом наименьших квадратов по заданному числу точек аппроксимации рассчитывает аппроксимирующую функцию и выдает прогноз значения сигнала на заданное значение шагов аппроксимации вперед. Определение экстремума коэффициента пропускания производится на основе метода «плавающей» аппроксимации зависимости коэффициента пропускания от времени напыления. Это значит, что аппроксимирующая функция меняется в процессе измерений, «отслеживая» изменение реальной физической зависимости.

Программа аппроксимации методом наименьших квадратов аппроксимирует накопленный массив данных формулой:

$$f(t) = (1 - e^{-a_0 t}) P_k(t) \quad (1)$$

где a_0 – параметр, определяющий длительность начальной части;

$P_k(t)$ – полином k -ей степени: $P_k(t) = \sum_1^k B_k \times t^k$; $t = n/T$; n – номер шага

процесса;

T – заданное значение периода в шагах процесса.



Рис. 1. Схема алгоритма определения экстремума коэффициента пропускания

Параметры a_0 , k и T подбираются при отладке программы и определяются точностью аппроксимации, видом зависимости коэффициента пропускания от толщины напыляемой пленки и числом шагов, на которое прогнозируется аппроксимирующая функция. В процессе аппроксимации меняются значения коэффициентов B_k полинома. Такое изменение будет велико на начальном участке аппроксимации, а по мере приближения к экстремуму величина изменения будет уменьшаться. Поскольку в реальных условиях нанесения оптических покрытий на начальном участке изменение коэффициента отражения (пропускания), в зависимости от применяемой подложки и материала напыляемой пленки, может иметь непредсказуемый характер, то для адекватной работы программы аппроксимации этот участок следует исключать из рассмотрения. Работа аппроксимирующей программы начнется на m точек позже начала процесса измерения. Параметр m задается заранее, перед началом измерений, но в алгоритме предусмотрена возможность изменения этого параметра и во время процесса напыления.

Для определения оптимальных параметров аппроксимирующей функции была проведена апробация работы алгоритма аппроксимации при работе с реальными зависимостями коэффициента пропускания от времени напыления (толщины напыляемой пленки). Для определения оптимального значения степени k полинома

$$P_k(t) = \sum_1^k B_k \times t^k$$

аппроксимирующей функции была проведена аппроксимация экспериментальных зависимостей коэффициента пропускания от толщины напыляемой пленки, полученных в реальных технологических процессах. На рис.2 приведены результаты аппроксимации в том случае, когда коэффициент пропускания напыляемой пленки имеет минимум в области $t = 103$ с. Число узлов аппроксимации равно 8. Сплошная кривая описывает экспериментальную зависимость, кривая 1 соответствует полиному третьей степени в аппроксимирующей функции, кривая 2 -

полиному четвертой степени, кривая 3 - полиному пятой степени при аппроксимации по десяти точкам взятых в интервале 55 – 100 сек. Из приведенных кривых видно, что аппроксимирующая функция с полиномом третьей степени дает удовлетворительный прогноз на два шага вперед – для времени 105 и 110 сек. Аппроксимирующие функции с полиномом четвертой и пятой степени дают в данном случае удовлетворительный прогноз только на один шаг вперед.

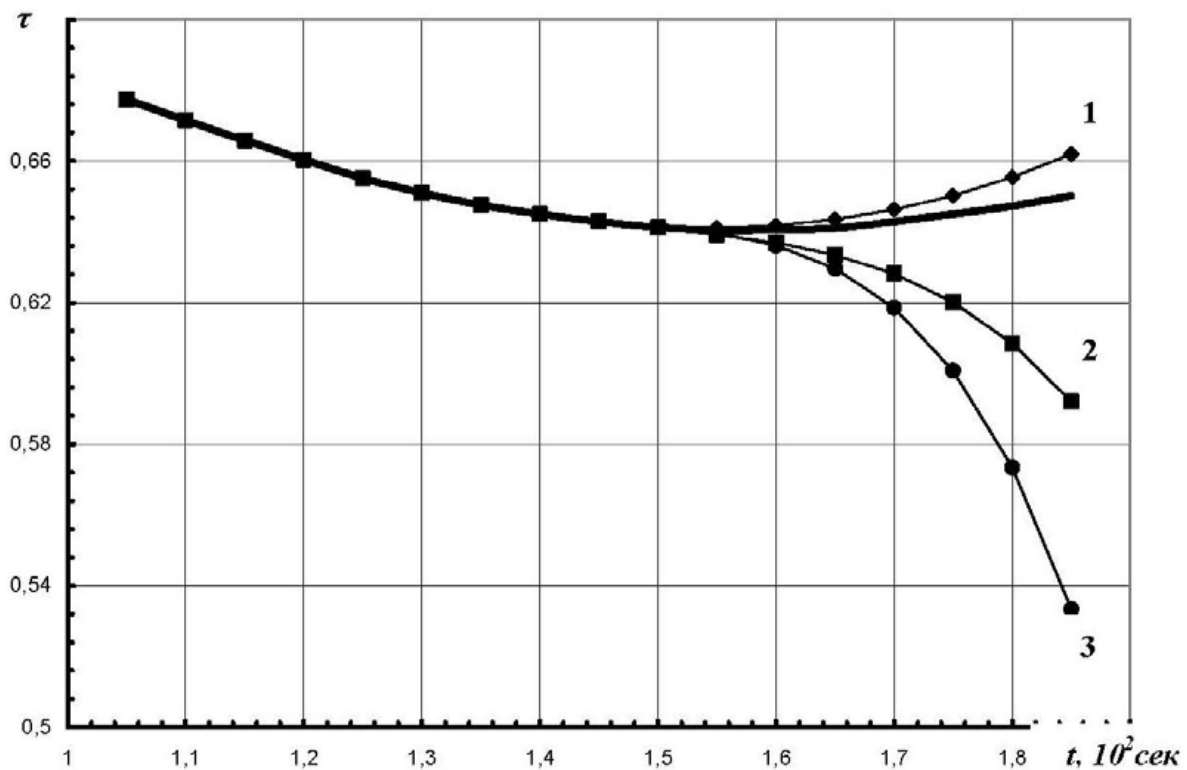


Рис.2. Аппроксимация экспериментальной зависимости полиномами разной степени
 1 – в аппроксимирующей функции полином 3 степени;
 2 – в аппроксимирующей функции полином 4 степени;
 3 – в аппроксимирующей функции полином 5 степени

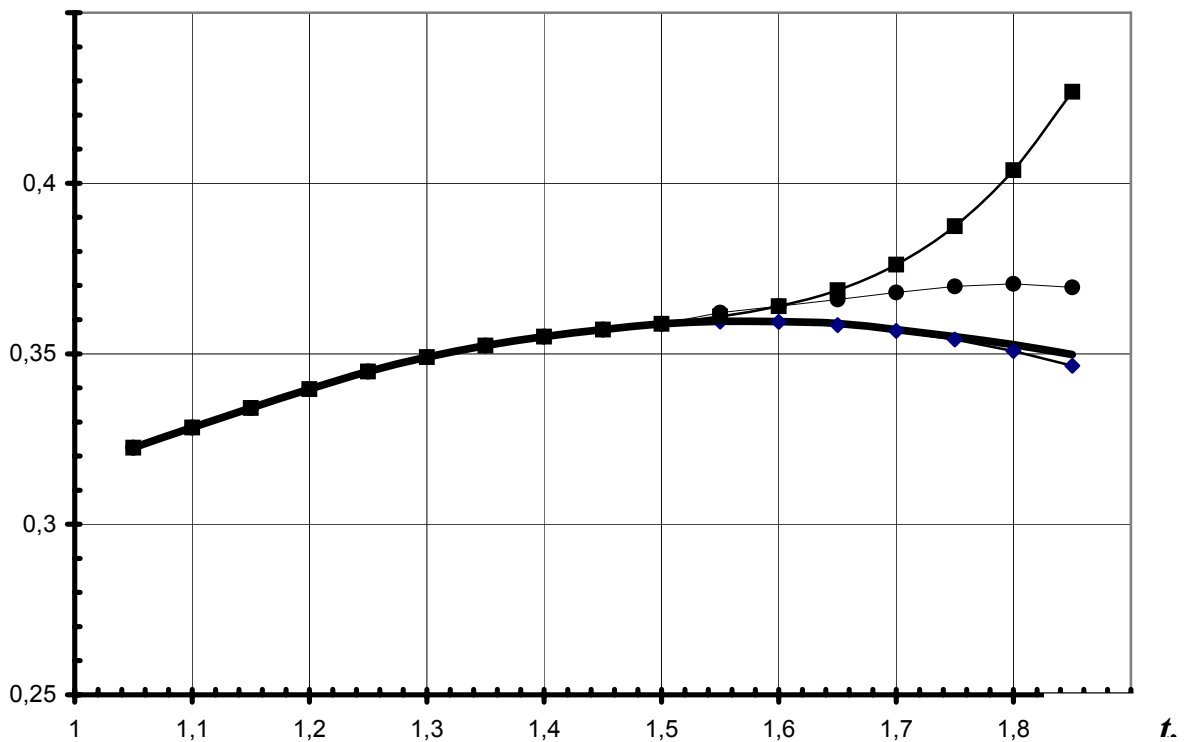


Рис.3. Аппроксимация экспериментальной зависимости полиномами разной степени при числе узлов аппроксимации равном 9.

- 1 – в аппроксимирующей функции полином 3 степени;
- 2 – в аппроксимирующей функции полином 4 степени;
- 3 – в аппроксимирующей функции полином 5 степени;

Для определения оптимального числа точек, по которым строится аппроксимирующая функция, была проведена аппроксимация экспериментальных зависимостей коэффициента пропускания от толщины напыляемой пленки, полученных в реальных технологических процессах с переменным числом узлов аппроксимирующей функции. Исследовались случаи, когда число узлов аппроксимирующей функции менялось от 6 до 10. На рис. 3, в качестве примера, приведены результаты аппроксимации в том случае, когда коэффициент пропускания напыляемой пленки имеет максимум в области времени $t = 155$ сек, при числе узлов аппроксимирующей функции равном 10.

На всех полученных зависимостях аппроксимация экспериментальной зависимости полиномом третьей степени с числом узлов для аппроксимирующей функции равным 10 дает хороший результат.

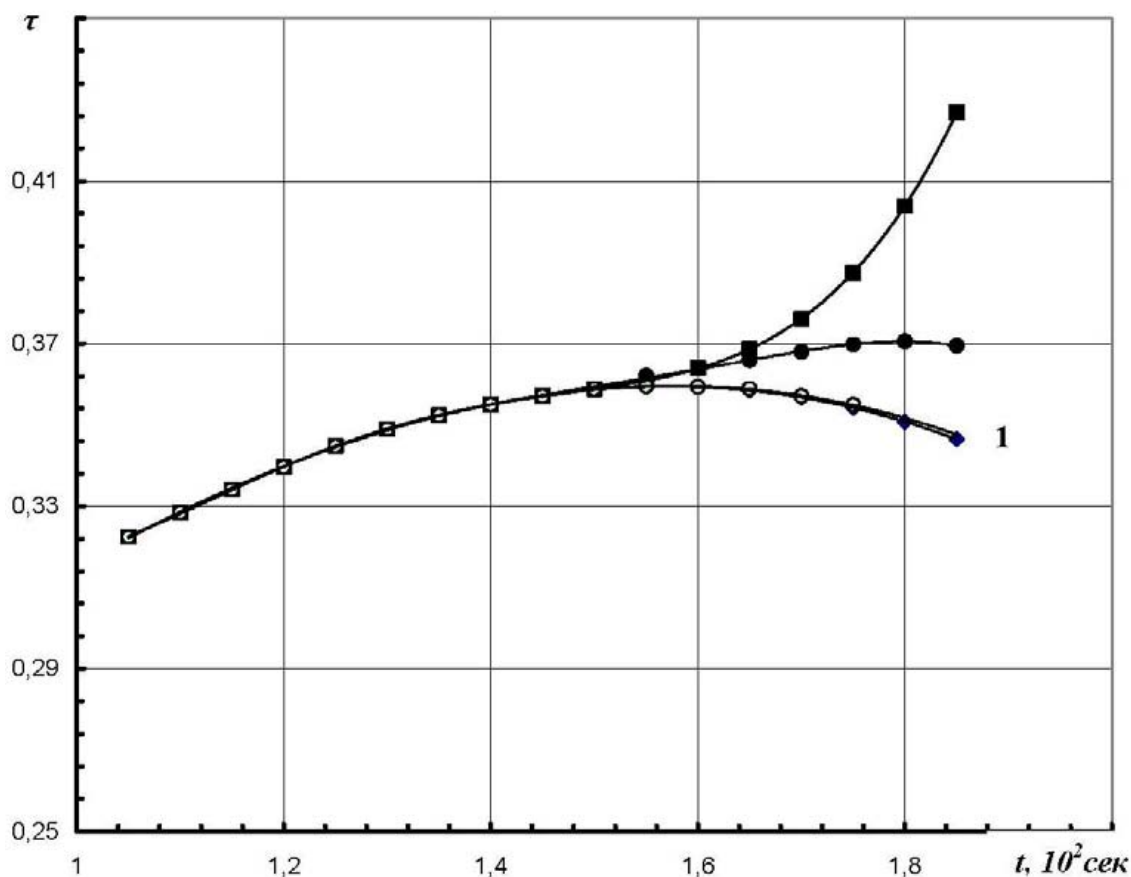


Рис.3. Аппроксимация экспериментальной зависимости полиномами разной степени при числе узлов аппроксимирующей функции равном 10.
 1 – в аппроксимирующей функции полином 3 степени;
 2 – в аппроксимирующей функции полином 4 степени;
 3 – в аппроксимирующей функции полином 5 степени
 сплошная линия описывает экспериментальную зависимость

Число узлов можно брать и больше, но это увеличит время обработки сигнала, поэтому для достаточно гладких функций оптимальной аппроксимирующей функцией является функция с полиномом третьей степени и числом узлов для аппроксимации равным 10. Эти параметры и были заложены в алгоритм определения экстремума коэффициента пропускания.

Применение метода «плавающей» аппроксимации позволяет более точно определять момент достижения экстремума.

Список литературы

1. Стогний А.И., Новицкий Н.Н., Стукалов О.М. Метод контроля наноразмерной толщины бислойных пленочных структур // Письма в ЖТФ. - 2003. - т. 29. - вып. 4.- с. 39–45.

2. Кацнельсон Л.Б. Методы контроля оптической толщины интерференционных пленок, наносимых в вакууме. О.М.П. №4, 1979, с.51
3. Kiedron P.W. Angle-scanning laser interferometer for film thickness measurement. // Pros. SPIE. V.621. 1986. P.103-114.

Двумерные нутационные спектры ЯКР стеклообразного триселенида мышьяка

Корнева И.П., Сиявский Н.Я. (Калининград, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота, кафедра физики, e-mail: sinyavsky_physic@bga.gazinter.net)

The method of two-dimensional nutation nuclear quadrupole resonance is used to study the chalcogenide semiconductor As_2Se_3 . In this system the NQR resonance line is so broad that the radiofrequency field can excite only a portion of the nuclear spins. The new method is to measure the 2D nutation spectra for selectively excited spin-echo signals in powder samples preliminarily oriented in a strong magnetic field. The electric field gradient asymmetry parameter η is determined with good accuracy for oriented powders.

Стеклообразные составы атомов халькогенов таких, как сера, селен и теллур широко изучаются как материалы для волоконной оптики, устройств для записи данных (CD и DVD), голографии и электронных компонент в оптических переключающих устройствах (1). В добавок к технологическим применениям халькогенидные стекла, такие как As_2S_3 и As_2Se_3 , являются прототипами для изучения обратимых и необратимых фотоиндуцированных структурных изменений. В стеклообразных материалах из-за глубинного структурного беспорядка обычные методы, такие как рассеяние рентгеновских лучей, нейтронное рассеяние и рамановское рассеяние, дают очень ограниченную информацию об устройстве локальных связей. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) и ядерный квадрупольный резонанс (ЯКР) широко используются в изучении структуры халькогенидных стекол (2). Методы ЯКР основаны на обнаружении градиента электрического поля (ГЭП), производимого в местоположении ядра валентными электронами. Т.к. ГЭП очень чувствителен к окружению, импульсные методы ЯКР дают информацию об изменениях в локальных связях в стеклообразных составах.

Двумерные нутационные спектры ЯКР ^{75}As халькогенидного стеклообразного полупроводника As_3Se_3 измерялись при температуре $T = 77$ К на частоте 59,45 МГц. Для измерений использовалась двухимпульсная последовательность спинового эха. Длительность первого импульса варьировалась от 0 до 300 мкс с шагом 1 мкс (150 точек), интервал между импульсами – 60 мкс, период повторения – 100 мс, интервал дискретизации сигнала – 0,2 мкс/точку, число накоплений – 2000, полоса пропускания фильтра приемника – 100 кГц.

Для поляризации образец необходимо было нагреть в кварцевой пробирке до температуры $200^{\circ}C$ и в расплавленном состоянии поместить в

зазор электромагнита с полем $B_0 = 2,35$ Тл. Далее в магнитном поле в течение 30 мин образец триселенида мышьяка поляризовался и затвердевал.

Известно, что спектральная линия ЯКР ^{75}As в стеклообразном триселениде очень широкая, порядка 20 МГц (3), и при измерении спектрометром возбуждается только часть линии.

Было проведено сравнение временных интерферограмм и спектров поляризованного и неполяризованного образцов стеклообразного триселенида мышьяка (рис. 1).

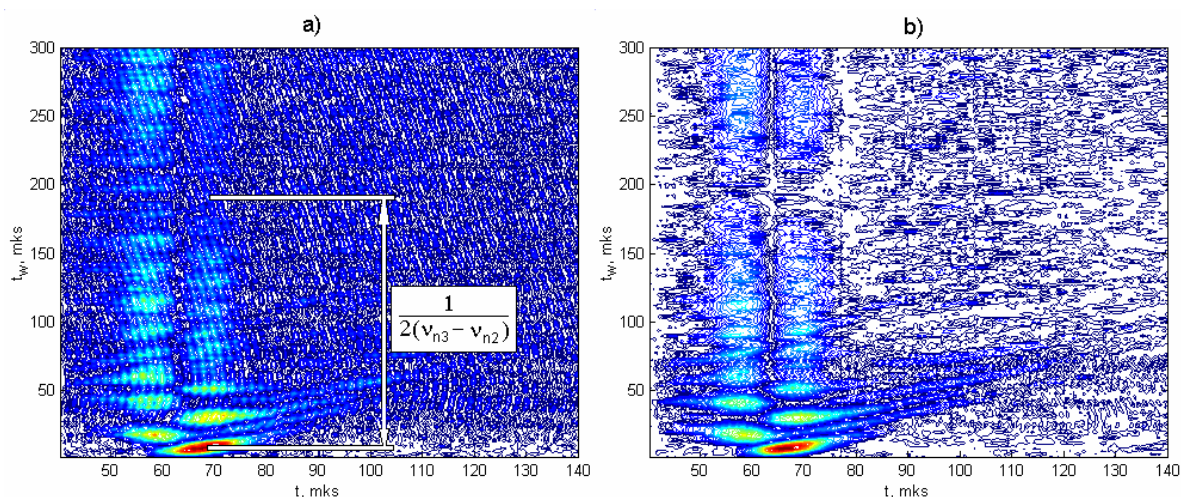


Рис.1. 2М-интерферограмма ЯКР ^{75}As поляризованного (а) и неполяризованного (б) стеклообразного образца As_2Se_3 (модуль интенсивности эха).

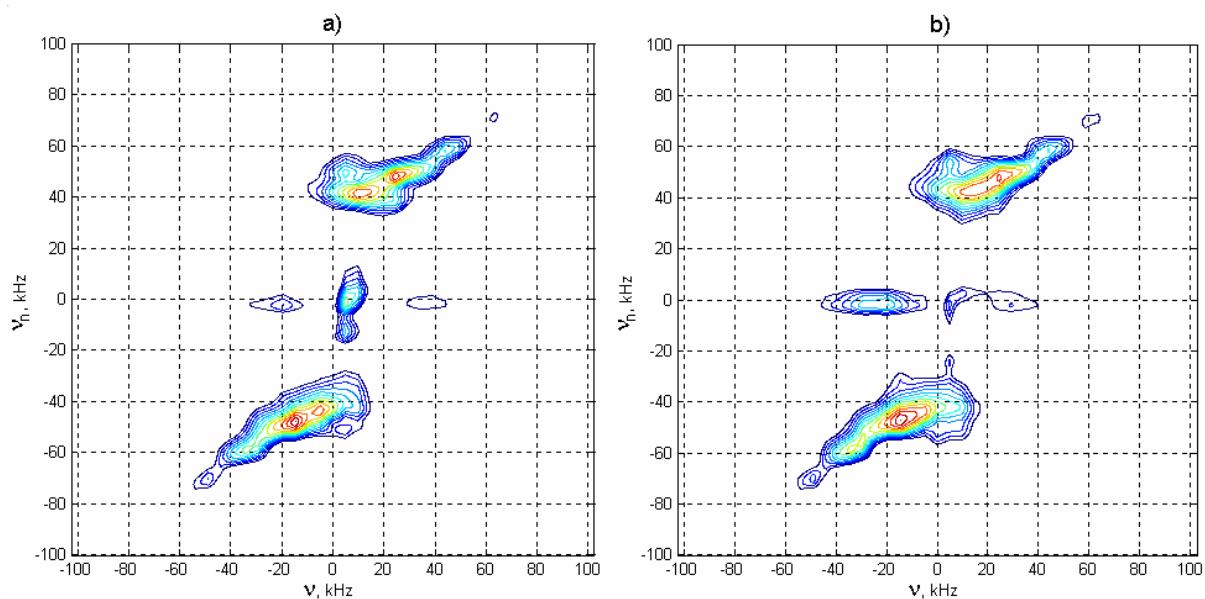


Рис.2. 2М-нutationный спектр ЯКР ^{75}As поляризованного (а) и

неполяризованного (b) стеклообразного образца As_2Se_3 (модуль интенсивности).

На рис. 2 и 3 отчетливо видно влияние поляризации образца в магнитном поле. На двумерном нутационном спектре ЯКР в форме «банана» для поляризованного образца наблюдаются два максимума, тогда как на спектре для неполяризованного образца виден один максимум. На одномерном нутационном спектре поляризованного образца обе частотные сингулярности ν_{n2} и ν_{n3} наблюдаются в виде хорошо выраженных максимумов. В то же время для неполяризованного образца сингулярность ν_{n3} проявляется не в виде максимума, а в виде «плеча», что существенно затрудняет ее измерение, особенно для малых η .

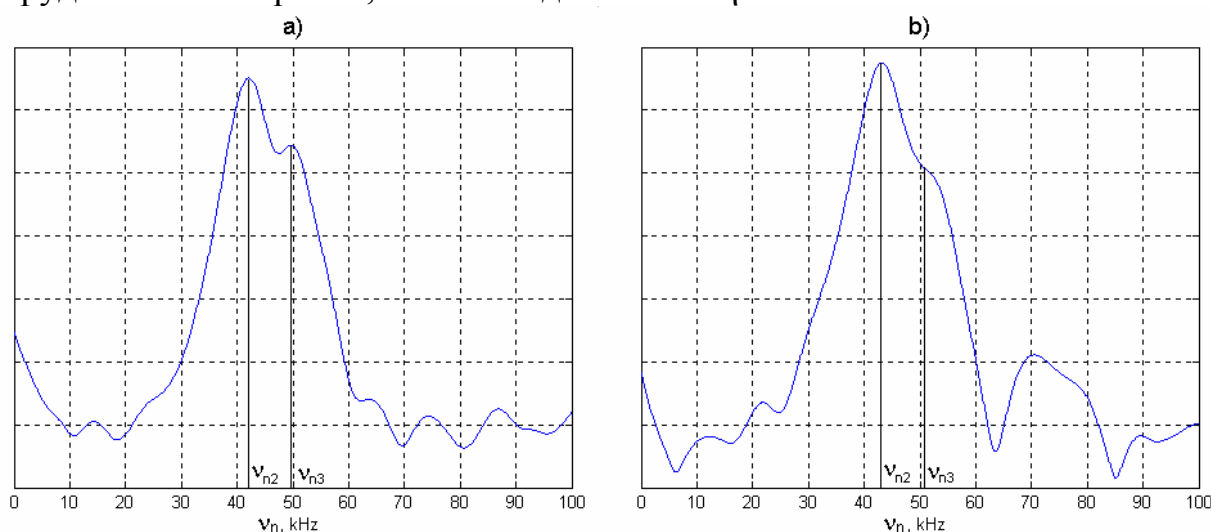


Рис. 3. 1М-нутационный спектр ЯКР ^{75}As поляризованного (a) и неполяризованного (b) образца As_2Se_3 (модуль интенсивности).

Нутационный спектр поляризованного образца, в идеале, занимает полосу частот от ν_{n2} до ν_{n3} , в то время как для неполяризованного образца он лежит в интервале от $\nu_{n1} = \nu_{n3} - \nu_{n2}$ до ν_{n3} .

Из двумерной интерферограммы на рис.1 видно, что нутации продолжаются и при $t_w > 300$ мкс. Хорошо виден первый минимум «биений» амплитуды нутаций. Это дает возможность измерить расстояние между частотами сингулярностей ν_{n2} и ν_{n3} . Если теперь определить частоту ν_{n2} из одномерного спектра на рис 3b, то можно рассчитать параметр асимметрии тензора ГЭП по формуле:

$$\eta = \frac{3(\nu_{n3} - \nu_{n2})}{\nu_{n3} + \nu_{n2}},$$

что дает $\eta = 0,10 \pm 0,03$. Несколько большее значение η можно сосчитать, если обе частоты ν_{n2} и ν_{n3} определять из 1М-нутационного

спектра, т.к. нутационная линия уширена из-за малого количества экспериментальных точек в области t_w (эффект “окна”).

Таким образом, предложенный метод применения 2М-нутационной спектроскопии ЯКР поляризованных образцов для определения параметра асимметрии тензора ГЭП на ядрах со спином $I = 3/2$, является продуктивным и может успешно применяться при исследованиях. Эффективность метода тем выше, чем больше поле поляризующего магнита.

Список литературы

1. V. M. Lyubin, in *Nonsilver Photographic Processes*, Ed. by A. L. Kartuzhanski (Khimiya, Leningrad, 1984), p. 193.
2. P. Hari, P. C. Taylor, K. A. Cerqua-Richardson, and W. C. LaCourse, *Phys. Rev. B* 51, 2347 (1995).
3. I. P. Korneva, N. Ya. Sinyavski, M. Ostafin, and B. Nogaj, *Semiconductors*, 40, No. 9, 1093–1095 (2006).

Идентификация нелинейных систем при случайных испытательных сигналах с использованием матричных методов*

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

Summary: Parametrical identification algorithm are considered of nonlinear systems at casual test signals by using of matrix methods.

Введение. Информация о математической модели объекта управления является одной из центральных в теории управления. Поскольку от нее зависит качество работы синтезированных регуляторов и работы самой системы.

Выходной сигнал любого объекта, как правило, состоит из двух составляющих: порожденной заданным входным сигналом и неконтролируемой помехой (к помехам относятся внутренние шумы объекта, шумы измерительной аппаратуры, применяемые при идентификации, внешние помехи и др.). Помехи в большинстве своем носят случайный характер. Поэтому целесообразно идентификацию выполнять при случайных испытательных сигналах. Кроме того, если испытательный сигнал является случайным, то обычно помехи с ним не коррелированы. Эта особенность позволяет получить приемлемую точность решения задачи идентификации даже при наличии помех. То обстоятельство, что при случайных испытательных сигналах требуется их статистическая обработка, предписывает проведение идентификации не в режиме нормальной эксплуатации объекта управления, а при тестовых исследованиях. В работе рассматривается именно данный случай.

Предлагается один из возможных подходов решения задачи параметрической идентификации нелинейных объектов. Определяются параметры как линейной, так и нелинейной частей математической модели объекта. Причем нахождение параметров нелинейной части модели, в определенной степени трансформирует параметрическую идентификацию в структурную. Поскольку можно идентифицировать типы нелинейных зависимостей, характерных для объекта.

Постановка задачи. Задан объект, описываемый уравнением вида

$$x^{(n)}(t) + \sum_{i=0}^{n-1} a_i x^{(i)}(t) + F(x(t)) = \sum_{i=0}^m b_i y^{(i)}(t). \quad (1)$$

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

Здесь $x(t)$ – измеренный выходной сигнал объекта, $y(t)$ – случайный тестовый входной сигнал, согласованный по характеристикам с типичными сигналами объекта. Предполагается, что проведено достаточное количество экспериментов для нахождения статистических характеристик наблюдаемых сигналов.

Нелинейная зависимость имеет вид $F(x(t)) = \sum_{i=0}^k c_i x^i(t)$. Требуется идентифицировать все или часть параметров $\{a_i\} : i = \overline{0, n-1}$, $\{b_i\} : i = \overline{0, m}$ и параметры нелинейного элемента $\{c_i\} : i = \overline{0, k}$. Коэффициенты линейной части модели могут быть и переменными, поэтому предлагается общий подход к решению задачи с использованием матричных операторов. Для простоты полагаем начальные условия нулевыми, что не снижает общности получаемых решений.

В качестве критерия идентификации будем использовать целевую функцию, построенную на основе невязки между левой и правой частями операторного уравнения, полученного относительно спектральных характеристик объекта управления.

Алгоритм идентификации. Алгоритм состоит из следующих этапов:

1. Переход к спектральной форме описания динамики объекта с использованием матричных операторов для уравнения (1).

2. Определение алгоритма вычисления вероятностных характеристик случайных сигналов, в том числе обусловленных их преобразованием нелинейным элементом.

3. Формирование целевой функции и последующая ее минимизация с целью нахождения идентифицируемых параметров.

Переход к спектральной форме описания динамики объекта. Перейдем от дифференциального уравнения (1) к интегральному уравнению Фредгольма для момента времени $t_1 \in [0; T]$

$$x(t_1) + \sum_{i=1}^{n-1} a_i \int_0^T K_{X_i}(t_1, \tau) x(\tau) d\tau + \int_0^T K_{F_i}(t_1, \tau) F(x(\tau)) d\tau = \sum_{i=1}^m b_i \int_0^T K_{Y_i}(t_1, \tau) x(\tau) d\tau,$$

(2)

где

$$K_{X_i}(t, \tau) = 1(t-\tau) \frac{(-1)^i}{(n-1)!} \frac{d^i}{d\tau^i} [(t-\tau)^{n-1}], \quad K_{Y_i}(t, \tau) = 1(t-\tau) \frac{(-1)^i}{(n-1)!} \frac{d^i}{d\tau^i} [(t-\tau)^{n-1}],$$

$$K_F(t, \tau) = 1(t-\tau) \frac{(-1)^i}{(n-1)!} (t-\tau)^{n-1}.$$

Умножим левую и правую части уравнения (2) на $y(t_2) : t_2 \in [0; T]$ и усредняем по множеству реализаций, в результате получим

$$\begin{aligned} & \alpha_{XY}(t_1, t_2) + \sum_{i=0}^{n-1} a_i \int_0^T K_{Xi}(t_1, \tau) \alpha_{XY}(\tau, t_2) d\tau + \sum_{i=0}^k c_i \int_0^T K_F(t_1, \tau) \alpha_{X^iY}(\tau, t_2) d\tau = \\ & = \sum_{i=0}^m b_i \int_0^T K_{Yi}(t_1, \tau) \alpha_{YY}(\tau, t_2) d\tau \end{aligned} \quad (3)$$

где $\alpha_{YY}(t_1, t_2)$ - второй начальный момент;

$\alpha_{XY}(t_1, t_2)$ - второй смешанный начальный момент,

$\alpha_{X^iY}(t_1, t_2)$ - второй смешанный начальный момент нелинейного преобразования $x^i(t)$.

Для получения спектральной форме описания динамики объекта воспользуемся разложением начальных моментов и ядер уравнения (3) по заданному

ортонормированному базису $\Phi = \{\varphi_i(t) : i = \overline{1, \infty}, t \in [0, T]\}$:

$$K_{Xi}(t_1, t_2) = \mathbf{F}^T(t_1) \mathbf{A}^{Xi} \mathbf{F}(t_2), \quad K_{Yi}(t_1, t_2) = \mathbf{F}^T(t_1) \mathbf{A}^{Yi} \mathbf{F}(t_2),$$

$$K_F(t_1, t_2) = \mathbf{F}^T(t_1) \mathbf{A}^F \mathbf{F}(t_2), \quad \alpha_{YY}^2(t_1, t_2) = \mathbf{F}^T(t_1) C^{YY} \mathbf{F}(t_2),$$

$$\alpha_{XY}^2(t_1, t_2) = \mathbf{F}^T(t_1) C^{XY} \mathbf{F}(t_2), \quad \alpha_{X^iY}^2(t_1, t_2) = \mathbf{F}^T(t_1) C^{X^iY} \mathbf{F}(t_2),$$

где $\mathbf{F}(t) = [\varphi_1(t) \varphi_2(t) \dots \varphi_N(t)]^T$.

В результате получим следующее операторное уравнение относительно спектральных характеристик

$$C^{XY} + \sum_{i=0}^{n-1} a_i \mathbf{A}^{Xi} C^{XY} + \sum_{i=0}^k c_i \mathbf{A}^F C^{X^iY} = \sum_{i=0}^m b_i \mathbf{A}^{Yi} C^{YY}. \quad (4)$$

Вычисления вероятностных характеристик случайных сигналов. Особенность вычисления начальных моментов состоит в следующем. В ходе проведения текущего эксперимента формируется вектор наблюдений за дискретными значениями случайных процессов $\tilde{v}_i = \tilde{v}(t)|_{t=iT_0}$, $\hat{v}_i = \hat{v}(t)|_{t=iT_0}$. (T_0 - период дискретизации сигнала). В ходе проведения L экспериментов составляются матрицы наблюдений за дискретными значениями этих случайных процессов вида $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{\substack{i=\overline{1..N} \\ j=\overline{1..L}}}$

$\hat{V} = [\hat{v}_{ij}]_{\substack{i=\overline{1..N} \\ j=\overline{1..L}}}$. Тогда второй, например, смешанный начальный момент

вычисляется по формуле $\alpha_{\hat{V}\tilde{V}}^2 = \frac{1}{L} \hat{V} \tilde{V}^T$. Поскольку вид нелинейного преобразования известен, то аналогичным образом вычисляется и второй смешанный начальный момент $\alpha_{X^iY}(t_1, t_2)$.

Формирование целевой функции и последующая ее минимизация. Целевую функцию сформируем, используя невязку между левой и правыми частями уравнения (4)

$$C^J = C^{XY} + \sum_{i=0}^{n-1} a_i \mathbf{A}^{Xi} C^{XY} + \sum_{i=0}^k c_i \mathbf{A}^F C^{X^iY} - \sum_{i=0}^m b_i \mathbf{A}^{Yi} C^{YY}. \quad (5)$$

Соответственно имеем

$$J = \frac{1}{2} \sum_{p=1}^N \sum_{j=1}^N (C_{pj}^J)^2. \quad (6)$$

Здесь C_{pj}^J – элемент матрицы C^J .

Представим выражение (6) в виде

$$J = \frac{1}{2} \sum_{p=1}^N \sum_{j=1}^N \left(C_{pj}^{XY} + \sum_{i=0}^{n-1} a_i (\mathbf{A}^{X_i} C^{XY})_{pj} + \sum_{i=0}^k c_i (\mathbf{A}^F C^{X^i Y})_{pj} - \sum_{i=0}^m b_i (\mathbf{A}^{Y_i} C^{YY})_{pj} \right)^2, \quad (7)$$

или в матричной форме

$$J = \frac{1}{2} \sum_{p=1}^N \sum_{j=1}^N \left(\sum_{r=1}^l \sum_{s=1}^l C_r^R C_s^R P_{rs} \right)_{pj}, \quad (8)$$

где $l = n + k + m$,

$C^R = [C^{XY} \ \mathbf{A}^{X_1} C^{XY} \ \dots \ \mathbf{A}^{X_{n-1}} C^{XY} \ \mathbf{A}^F C^{X^0 Y} \ \dots \ \mathbf{A}^F C^{X^k Y} \ \mathbf{A}^{Y_1} C^{YY} \ \dots \ \mathbf{A}^{Y_m} C^{YY}]^T$ – матрица

произведений спектральных характеристик вторых начальных моментов на спектральные характеристики ядер интегрального уравнения,

$$P = \begin{pmatrix} 1 & a_0 \dots a_{n-1} & c_0 \dots c_k & -b_0 \dots -b_m \\ a_0 \dots a_{n-1} & a_0^2 \dots a_{n-1}^2 & a_0 c_0 \dots a_{n-1} c_k & -a_0 b_0 \dots -a_{n-1} b_m \\ c_0 \dots c_k & a_0 c_0 \dots a_{n-1} c_k & c_0^2 \dots c_k^2 & -c_0 b_0 \dots -c_k b_m \\ -b_0 \dots -b_m & -a_0 b_0 \dots -a_{n-1} b_m & -c_0 b_0 \dots -c_k b_m & b_0^2 \dots b_m^2 \end{pmatrix}_{l \times l} - \text{квадратная}$$

матрица, содержащая параметры модели идентифицируемого объекта.

Если рассматривать J как скалярное произведение двух квадратных матриц, то целевую функцию можно представить в более компактном виде

$$J = \frac{1}{2} \left((C^R)^T P, C^R \right) = \frac{1}{2} \left((C^R)^T, P C^R \right). \quad (9)$$

Неизвестные значения параметров модели находятся при минимизации целевой функции. Приравнивание нулю градиента целевой функции дает систему линейных алгебраических уравнений вида

$$AX = B, \quad (10)$$

где $X = [a_0 \dots a_{n-1} \ c_0 \dots c_k \ b_0 \dots b_m]^T$ – вектор неизвестных параметров,

$$A = \left((\tilde{C}^R)^T, \tilde{C}^R \right), \quad B = -(\tilde{C}^R, C^{XY}),$$

$$\tilde{C}^R = [\mathbf{A}^{X_1} C^{XY} \ \dots \ \mathbf{A}^{X_{n-1}} C^{XY} \ \mathbf{A}^F C^{X^0 Y} \ \dots \ \mathbf{A}^F C^{X^k Y} \ -\mathbf{A}^{Y_1} C^{YY} \ \dots \ -\mathbf{A}^{Y_m} C^{YY}]^T.$$

Таким образом, задача идентификации нелинейных систем, подверженных внутренним шумам и ошибкам измерений при случайных воздействиях, сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений (10).

Пример. Объект описывается уравнением вида

$$\ddot{x}(t) + a_1 \dot{x}(t) + a_0 x(t) + c_2 x^2(t) + c_3 x^3(t) = b_0 y(t).$$

Требуется определить параметры a_1, a_0, c_2, c_3, b_0 . Входное воздействие – случайный процесс с характеристиками: начальные условия

нулевые, $m_y(t) = 1(t)$, $R_{yy}(\tau) = D \cdot \exp(-\alpha|\tau|) \left(\cos(\beta\tau) + \frac{\alpha}{\beta} \sin(\beta|\tau|) \right)$.

$D = 0.3$, $\alpha = 3.114$, $\beta = 6.24$.

Положим, что $a_1 = 1.4$, $a_0 = 1$, $c_2 = 0.5$, $c_3 = 0.5$, $b_0 = 1$. Реализации выходных сигналов найдем, решая уравнение модели объекта численным методом. Число экспериментов $L = 1000$.

При построении спектральных характеристик, использовалось функции Уолша (размерность базиса $N = 128$). В результате получены следующие значения искомых параметров $a_1 = 1.38$, $a_0 = 0.95$, $c_2 = 0.57$, $c_3 = 0.43$, $b_0 = 0.97$.

На рис. 1. показано изменение математического ожидания измеренного выходного сигнала (сплошная линия) и математическое ожидание сигнала на выходе объекта с идентифицируемыми параметрами (линия с окружностями).

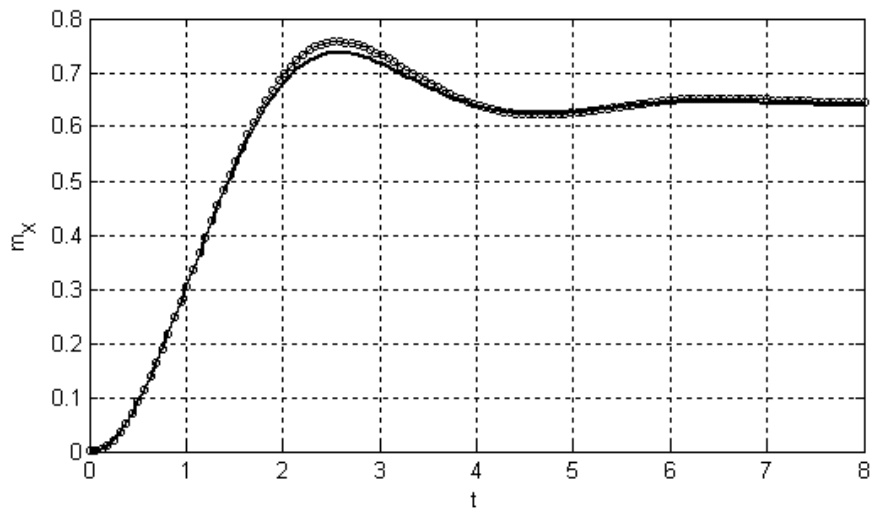


Рис. 1.

Как видим, предложенный метод обеспечивает высокую точность идентификации параметров нелинейных объектов управления.

Модель адаптивного обучения студентов с помощью электронных учебно-методических материалов

Лазарева И.М. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ, lazarevaim@mstu.edu.ru)

Many aspects of the modern high education require different kinds of student self-sufficient work. Using of computer educational methodic materials which allow realizing the model of adapting education will give the possibility to increase the efficiency of student self-sufficient work.

Многие аспекты современного высшего образования реализуются с помощью различных видов самостоятельной работы. Формой обучения наиболее полно использующей такой вид работы является дистанционное обучение. Значительно повысить эффективность самостоятельной работы студентов позволяет использование электронных учебно-методических материалов (УММ).

Для определения модели обучения студентов по отдельной дисциплине в ВУЗе необходимо выделить две его составляющие: изучение материала дисциплины и обязательный контроль усвоения этого материала. То есть, рассматривая каждый аспект процесса обучения необходимо решать не только какой материал и в какой форме передать для изучения, но и продумывать адекватные формы контроля.

Электронные УММ и программные средства их использования позволяют реализовать процесс самостоятельного изучения дисциплины наиболее эффективным способом. Рассмотрим более подробно предлагаемую модель обучения.

Изучение любой дисциплины, преподаваемой в высшей школе, предполагает усвоение определенных теоретических сведений и получение практических навыков их использования. Первый элемент может быть реализован посредством изучения электронного конспекта лекций, а второй – как результат выполнения заданий электронного практикума. Завершить процесс изучения дисциплины имеет смысл специально организованным аттестационным тестированием.

Существует, как минимум, два подхода к процессу создания этого комплекса учебно-методических материалов по дисциплине. Первый подход заключается в том, чтобы ориентировать всю разработку на среднего студента, предположив определенный уровень его начальных знаний и способностей по усвоению нового материала. Такой подход был приемлем, пока контингент поступающих в ВУЗ определялся строгим отбором. В настоящее время высшее образование стало доступным более широкому кругу абитуриентов. В таких условиях создаваемый по первому подходу материал будет не по силам слабому студенту, а для сильных

студентов может оказаться недостаточным. Таким образом, очевидна потребность в создании учебного материала, который позволит каждому студенту найти свой собственный путь постижения данной дисциплины. Такая задача решается в рамках другого подхода, получившего название адаптивного.

Адаптивный подход к организации процесса обучения базируется на выделении трех видов знания: описательного, объяснительного и предсказательного (1). Каждому виду знания соответствует определенный уровень, который обычно определяется в образовательных стандартах, как ознакомительный, репродуктивный и креативный. Использование учебного материала разбитого на указанные три уровня позволит каждому студенту выбрать посильный для себя уровень изучения дисциплины. При этом он сможет сразу понимать на какую максимальную оценку своих знаний он может рассчитывать. Очевидно, что эти три уровня соответствуют привычным оценкам: удовлетворительно – если студент только ознакомился с материалом и знает определения основных понятий; хорошо – если, понимает и может объяснить основные положения дисциплины; отлично – если, способен, на основе полученных знаний, сделать новые выводы.

Успешность усвоения каждого уровня по каждой лекции оценивается посредством специального вида тестирования – проверочного. Особенностью такого вида тестирования является его цель: показать, насколько хорошо студент изучил предложенный материал. Вопросы такого проверочного теста формируются в соответствии с выбранным уровнем сложности учебного материала. В случае неудачного ответа студенту предлагаются вопросы более низкого уровня, а при отсутствии правильных ответов студент возвращается к изучению теоретического материала. Важно, что технически это означает, что с каждым вопросом теста связан фрагмент лекции, содержащий ответ на этот вопрос, и, следовательно, все вопросы такого теста являются адекватными содержанию изученного материала.

Оценки, полученные студентом при изучении первых лекций дисциплины, становятся экспертными оценками, позволяющими в дальнейшем предлагать учебный материал данному студенту в соответствии с его уровнем начальных знаний и степени усвоения нового материала. Это сформирует его собственный успешный путь изучения дисциплины и, благодаря электронным средствам представления такого учебного материала, разные студенты смогут прийти к хорошим результатам, отличаясь только тем, что затратили на этот процесс разное время.

Целью практических занятий, входящих в состав изучения любой дисциплины, является приобретение навыков использования полученных знаний на практике. С учетом внутренней структуры и формы отчета

заданиями электронного практикума могут стать все виды выполняемых в высшей школе работ: практические и лабораторные работы, расчетно-графические задания, курсовые работы (проекты). Создание электронных средств для их реализации является достаточно сложной задачей. Для разных дисциплин ее решение может иметь свои особенности, но с методической точки зрения такое решение должно позволять реализовывать следующие три режима работы электронного практикума: демонстрация, обучение, контроль.

Демонстрация обеспечит показ процесса правильного выполнения задания. Режим обучения позволит студенту выполнить задание с поэтапной проверкой получаемых результатов для выявления ошибок и выдачи соответствующих комментариев. Режим контроля даст возможность студенту самостоятельно выполнить задание и отправить отчет на проверку преподавателю.

Такая организация выполнения заданий электронного практикума позволит студенту действительно чему-то научиться, а не только отчитаться в полученных знаниях. Оценки, полученные за выполнение практических заданий, также включаются в экспертную оценку, используемую для реализации адаптивного сценария обучения.

Преимуществом использования электронных средств обучения является возможность протоколирования самостоятельной работы студента. В протокол заносятся результаты всех его попыток выполнить проверочное тестирование и пройти обучающий и контрольный режимы электронного практикума. Это позволяет преподавателю получить представление о степени готовности студента к аттестационному тестированию по отдельному модулю или по дисциплине в целом.

Варианты тестовых наборов для аттестационного тестирования формируются для всех студентов с одинаковой степенью сложности. Они должны соответствовать требованиям образовательного стандарта по данной дисциплине. Еще одним требованием к тестовым заданиям должно быть их присутствие в банке тестовых заданий для проверочного тестирования. То есть на окончательный контроль не должны выдаваться вопросы, ответы на которые студент не имел возможности подготовить в процессе изучения материала дисциплины.

Таким образом, индивидуальная траектория изучения конкретной дисциплины должна привести студента к адекватной оценке его усилий. При этом студент, недовольный своим результатом по первому модулю дисциплины, сможет принять решение о более глубоком изучении предлагаемого материала.

Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что использование электронных учебно-методических материалов, позволяющих реализовать модель адаптивного обучения, даст возможность значительно повысить эффективность самостоятельной работы студентов.

При этом надо понимать, что их подготовка потребует от преподавателя значительных усилий. Поэтому такая работа должна быть соответствующим образом быть поддержана и оценена.

Список литературы

Средства дистанционного обучения. Методика, технология, инструментарий. Агапонов С.В. и др. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003.

Проекционно-матричный метод идентификации нелинейных систем автоматического управления*

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

In work the algorithm of parametrical identification of nonlinear systems of automatic control is offered at the any determined signals. The algorithm uses decomposition of processes on ортонормированным to bases, allow to calculate parameters of a linear part of system, together with parameters of approximation of a nonlinear element.

Пусть нелинейная система, описывается следующим уравнением

$$\sum_{k=0}^n a_k x^{(k)}(t) + F(x(t)) = \sum_{v=0}^m b_v y^{(v)}(t). \quad (1)$$

где $x(t)$, $y(t)$ – известные входной и выходной сигналы системы соответственно, a_k, b_v ($k = \overline{0, n}$, $v = \overline{0, m}$) коэффициенты подлежащие определению; нелинейность представим в следующем виде

$$F(x(t)) = \sum_{r=0}^q c_r x^r(t),$$

где параметры нелинейного элемента c_r подлежат определению.

Для построения алгоритма идентификации перейдем к интегральному уравнению

$$\int_0^T k_x(t, \tau) x(\tau) d\tau + \int_0^T k_f(t, \tau) F(x(t)) d\tau = \int_0^T k_y(t, \tau) y(\tau) d\tau, \quad (2)$$

где

$$k_x(t, \tau) = \sum_{k=0}^n a_k \frac{(-1)^k}{(n)!} \frac{d^k}{d\tau^k} [(t-\tau)^n],$$

$$k_y(t, \tau) = \sum_{k=0}^m b_k \frac{(-1)^k}{(m)!} \frac{d^k}{d\tau^k} [(t-\tau)^m], \quad k_f(t, \tau) = \frac{1}{n!} (t-\tau)^n.$$

Воспользуемся разложением сигналов $x(t)$, $y(t)$ и ядер уравнения (2) по заданному ортонормированному базису $\Phi(t) = \{\varphi_i(t) : i = \overline{1, l}, t \in [0, T]\}$:

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

$$\begin{aligned}
x(t) &= \mathbf{\Phi}^T(t) \mathbf{C}^x; \quad y(t) = \mathbf{\Phi}^T(t) \mathbf{C}^y; \quad F(x(t)) = \mathbf{\Phi}^T(t) \mathbf{C}^{x_f}; \\
k_x(t, \tau) &= \mathbf{\Phi}^T(t) \mathbf{A}^x(a_k) \mathbf{\Phi}(\tau); \quad k_y(t, \tau) = \mathbf{\Phi}^T(t) \mathbf{A}^y(b_v) \mathbf{\Phi}(\tau); \\
k_f(t, \tau) &= \mathbf{\Phi}^T(t) \mathbf{A}^f \mathbf{\Phi}(\tau).
\end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned}
\mathbf{C}^x &= [c_1^x \quad c_2^x \quad \dots \quad c_l^x]^T, \quad c_i^x = \int_0^T x(t) \varphi_i(t) dt, \quad i=1, 2, \dots, l; \\
\mathbf{C}^y &= [c_1^y \quad c_2^y \quad \dots \quad c_l^y]^T, \quad c_i^y = \int_0^T y(t) \varphi_i(t) dt, \quad i=1, 2, \dots, l; \\
\mathbf{C}^{x_n} &= [c_1^{x_f} \quad c_2^{x_f} \quad \dots \quad c_l^{x_f}]^T, \quad c_i^{x_n} = \int_0^T F(x(t)) \varphi_i(t) dt, \quad i=1, 2, \dots, l; \\
\mathbf{A}^x(a_k) &= \left\{ \int_0^T \int_0^t k_x(t, \tau) \varphi_i(t) \varphi_j(\tau) d\tau dt \right\}_{i,j=1}^l; \\
\mathbf{A}^y(b_v) &= \left\{ \int_0^T \int_0^t k_y(t, \tau) \varphi_i(t) \varphi_j(\tau) d\tau dt \right\}_{i,j=1}^l; \\
\mathbf{A}^f &= \left\{ \int_0^T \int_0^t k_f(t, \tau) \varphi_i(t) \varphi_j(\tau) d\tau dt \right\}_{i,j=1}^l.
\end{aligned}$$

Тогда уравнение (2) можно записать относительно спектральных характеристик

$$\mathbf{A}^x(a_k) \mathbf{C}^x + \mathbf{A}^f \mathbf{C}^{x_n} = \mathbf{A}^y(b_v) \mathbf{C}^y. \quad (3)$$

Связь между спектральными характеристиками \mathbf{C}^x и \mathbf{C}^{x_n} определим в следующем виде, подробно рассматриваемом в статье (1)

$$\mathbf{C}^{x_n} = \mathbf{A}^H(c_r) \mathbf{C}^x,$$

где $\mathbf{A}^H(c_r) = \{a_{ij}^H(c_r)\}$ – эквивалентный матричный оператор нелинейного элемента,

$$a_{ij}^H(c_r) = \int_0^T \frac{F(\mathbf{\Phi}^T(t) \mathbf{C}^x)}{\mathbf{\Phi}^T(t) \mathbf{C}^x} \varphi_i(t) \varphi_j(t) dt = \sum_{p=0}^q c_r \int_0^T \frac{(\mathbf{\Phi}^T(t) \mathbf{C}^x)^p}{\mathbf{\Phi}^T(t) \mathbf{C}^x} \varphi_i(t) \varphi_j(t) dt.$$

(4)

Тогда (3) можно представить следующим образом:

$$(\mathbf{A}^x(a_k) + \mathbf{A}^f \mathbf{A}^H(c_r)) \mathbf{C}^x - \mathbf{A}^y(b_v) \mathbf{C}^y = 0. \quad (5)$$

Выражение (5) представляет собой систему алгебраических уравнений с неизвестными a_k, b_v, c_r ($k = \overline{0, n}, v = \overline{0, m}, r = \overline{0, q}$), а размер самой системы определяется количеством удерживаемых базисных функций. Поэтому система (5) может быть как переопределенной так и недоопределенной. В последнем случае имеет место информационная

недостаточность в исходных данных, что естественно не приводит к решению задачи идентификации. Дополнительную информацию можно получить, если провести L экспериментов. Решение (5) в общем случае можно найти итерационными методами решения алгебраических уравнений, для чего необходимо преобразовать систему к виду удобному для итераций. Следует отметить, что эта операция не является простой и требует специальных знаний. Поэтому решить систему (5) можно с применением оптимизационных процедур, при этом можно уменьшить влияние помех, вводя соответствующие функционалы.

Обозначим

$$\left(\mathbf{A}^x(a_k) + \mathbf{A}^f \mathbf{A}^n(c_p) \right) \mathbf{C}^{x_j} - \mathbf{A}^y(b_v) \mathbf{C}^{y_j} = \mathbf{C}^{\varepsilon_j}(p), \quad (6)$$

где $\mathbf{p} = \{a_k, b_v, c_p\}$, $k = \overline{0, n}$, $v = \overline{0, m}$, $r = \overline{0, q}$ – вектор искомых параметров, $j = \overline{1, L}$ – номер эксперимента, число которых равно L , $\mathbf{C}^{\varepsilon_j}(\mathbf{p}) = [c_1^{\varepsilon_j}, c_2^{\varepsilon_j}, \dots, c_l^{\varepsilon_j}]$, $\varepsilon_j(t, p) = \Phi^T(t) \mathbf{C}^{\varepsilon_j}(p)$.

Введем в рассмотрение функционал

$$I(\mathbf{p}) = \max_{0 \leq t \leq T} \max_{1 \leq j \leq L} \left| \Phi^T(t) \mathbf{C}^{\varepsilon_j}(\mathbf{p}) \right| \rightarrow \min_{\mathbf{p}} \quad (7)$$

Задача идентификации сводится к задаче нахождения набора параметров \mathbf{p} , наиболее соответствующему экспериментальным данным в равномерной метрике. Задача может быть упрощена, если воспользоваться метрикой в $L^2[0, T]$

$$I(\mathbf{p}) = \int_0^T \sum_{j=1}^L \sum_i^l \left(c_i^{\varepsilon_j}(\mathbf{p}) \varphi_i(t) \right)^2 dt = \sum_{j=1}^L \sum_i^l \left(c_i^{\varepsilon_j}(\mathbf{p}) \right)^2 \rightarrow \min_{\mathbf{p}}, \quad (8)$$

Решение задачи идентификации сводится к минимизации функционала (8).

Если нелинейная система задана структурной схемой, то для решения задачи идентификации можно воспользоваться аппаратом структурных преобразований. Продемонстрируем это на конкретном примере.

Пусть система задана следующей структурной схемой:

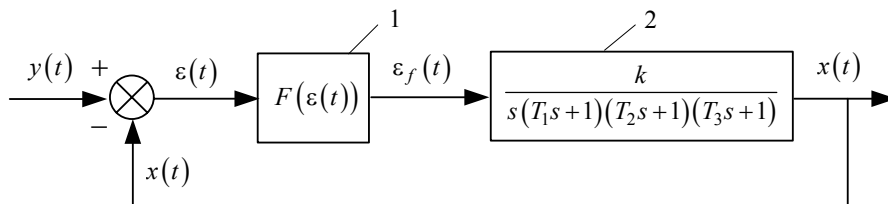


Рис. 1 Структурная схема нелинейной САУ

Требуется найти параметры линейной части системы T_1, T_2, T_3, k и параметры аппроксимации нелинейного элемента

$$F(\varepsilon(t)) = \sum_{r=0}^q c_r \varepsilon^r(t) \quad (9)$$

Согласно методу проекционно-матричных операторов, векторы коэффициентов Фурье разложений входного и выходного сигналов каждого из элементов системы по базису $\{\varphi_i(t)\}_{i=1}^l$ будут связаны следующим соотношением:

$$\mathbf{C}^x = \mathbf{A}_2 \mathbf{A}_1 (\mathbf{C}^y - \mathbf{C}^x), \quad (10)$$

где $\mathbf{A}_2 = (T_1 T_2 T_3 \mathbf{I} + (T_2 T_3 + T_1 T_3 + T_1 T_2) \mathbf{A}_n + (T_3 + T_2 + T_1) \mathbf{A}_n^2 + \mathbf{A}_n^3)^{-1} k \mathbf{A}_n^4$, \mathbf{A}_n – матричный оператор интегрирования, $\mathbf{A}_1 = \mathbf{A}^n$ вычисляется по формуле (4)

Для составления функционала перепишем (10) в следующем виде

$$\mathbf{A}^x(T_1, T_2, T_3) \mathbf{C}^x = \mathbf{A}^y(k) \mathbf{A}^n(c_0, c_1, \dots, c_q) (\mathbf{C}^y - \mathbf{C}^x),$$

где

$$\mathbf{A}^x(T_1, T_2, T_3) = T_1 T_2 T_3 \mathbf{I} + (T_2 T_3 + T_1 T_3 + T_1 T_2) \mathbf{A}_n + (T_3 + T_2 + T_1) \mathbf{A}_n^2 + \mathbf{A}_n^3,$$

$$\mathbf{A}^y(k) = k \mathbf{A}_n^4,$$

$$\mathbf{A}^n(c_0, c_1, \dots, c_q) = \left\{ \sum_{p=0}^q c_p \int_0^T \frac{(\Phi^T(t) \mathbf{C}^x)^p}{\Phi^T(t) \mathbf{C}^x} \varphi_i(t) \varphi_j(t) dt \right\}, i, j = \overline{1, l},$$

Тогда функционал в метрике $L^2[0, T]$ будет выглядеть в следующем виде

$$I(T_1, T_2, T_3, k, c_0, c_1, \dots, c_q) = \sum_{i=1}^l \left(c_i^\varepsilon(T_1, T_2, T_3, k, c_0, c_1, \dots, c_q) \right)^2 \rightarrow \min_{T_1, T_2, T_3, k, c_0, c_1, \dots, c_q},$$

где

$$\mathbf{C}^\varepsilon(T_1, T_2, T_3, k, c_0, c_1, \dots, c_q) = \mathbf{A}^x(T_1, T_2, T_3) \mathbf{C}^x - \mathbf{A}^y(k) \mathbf{A}^n(c_0, c_1, \dots, c_q) (\mathbf{C}^y - \mathbf{C}^x),$$

Задавшись входным сигналом $y(t)=1$ и соответствующим ему выходным сигналом $x(t) = 0,0075t^{12} + 0,114t^{11} - 1,02t^{10} + 5,86t^9 - 22,9t^8 + 61,4t^7 - 111t^6 + 130t^5 - 86,4t^4 + 21,4t^3 + 4,71t^2 - 0,50t + 0,012$ и выбрав в качестве ортонормированного базиса на отрезке $[0, 5]$ 15 первых полиномов Лежандра, воспользовавшись функцией оптимизации lsqnonlin пакета Matlab были найдены следующие параметры линейной части системы: $T_1^* = 0,12$; $T_2^* = 0,01$; $T_3^* = 0,16$; $k^* = 5,2$, параметры аппроксимации нелинейного элемента $c_0^* = 0,001$ $c_1^* = 1,02$, $c_2^* = 0,003$, $c_3^* = 0,4$, $c_4^* = 0$, $c_5^* = 0,2$. На рис. 2 представлены соответствующие реакции системы.

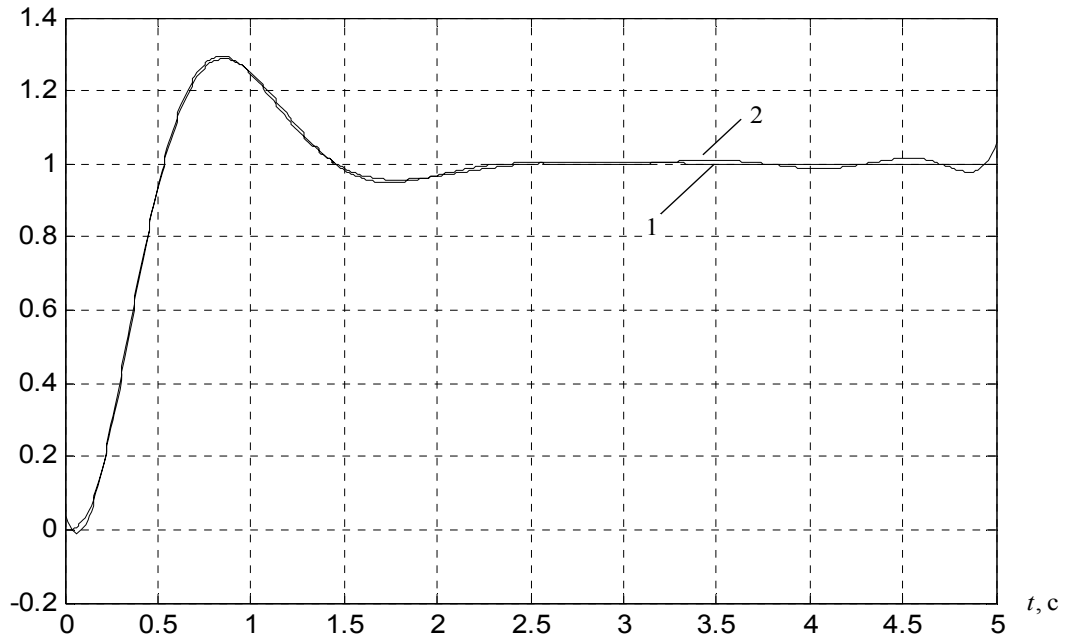


Рис. 2: 1 – эталонный выходной сигнал, 2 – выходной сигнал, полученный в результате идентификации системы

Список литературы

1. Мельников Д.В., Корнюшин Ю.П. Проекционно-матричный метод анализа нелинейных систем автоматического управления // Материалы Международной НТК "Наука и Образование - 2006" – Мурманск: МГТУ, 2006, С. 232 – 235.

Спектральный анализ с регулируемым разрешением на сверхкоротких выборках: время-частотный микроскоп

Прыгунов А.И., Бобровский Н.А., Прыгунова М.А. (МГТУ, каф. технической механики, e-mail: polyme@mstu.edu.ru)

An analysis in time-frequency domain with an extremal time-frequency resolution is presented in the paper. The method can be named as “time-frequency microscope”. A place of this among the other methods is studied.

Одной из важнейших задач, возникающих при анализе нестационарных процессов, является задача анализа зашумлённых процессов с трендами на сверхкоротких реализациях, содержащих до двадцати-тридцати отсчётов на выборке. Такие задачи особенно характерны для исследований процессов на основе незначительных по объёму длительно или трудно добываемых выборочных данных. Например, при исследовании медленно изменяющихся природных процессов в основном используют годовые, сезонные и месячные интервалы усреднения результатов наблюдения. Так, некоторые метеорологические характеристики по сути своей подразумевают такое усреднение, например, индекс солнечной активности, индекс арктической циркуляции. В экономике процессы обычно исследуют с квартальным и месячным интервалом, что связано с особенностями порядка учёта в ходе экономической деятельности. Анализ и кросс-анализ нестационарных процессов на сверхкоротких реализациях имеет важное прикладное значение в части, касающейся понимания и прогноза эволюции их динамики на основе эмпирических данных.

Важность проблемы обусловила интенсивное развитие за последние двадцать лет методов анализа нестационарных сигналов, важнейшими из которых являются методы время-частотной декомпозиции процессов в ортогональном базисе всплесков или вэйвлетов. Вэйвлет декомпозицию следует понимать как предельное обобщение разложения произвольных процессов в функциональных пространствах, поэтому все известные варианты декомпозиции, включая разложение в ряд Фурье, можно рассматривать как частные случаи вэйвлет преобразования. В тоже время, большой опыт практического использования вэйвлет преобразования и его вариантов требует классификации и понимания области применения существующих всплескоподобных методов анализа.

В работе (1) впервые предложено рассматривать все существующие методы время-частотного (в общем случае пространственно-частотного) анализа в виде их расположения на плоскости (α, β) , где координаты плоскости отражают важнейшие свойства всплескоподобных базисов

разложения (рис.1): мультишкалирования (шкала j) частоты по степени двойки ($\sim 2^{-\beta j}$) и временной (в общем случае пространственной) локализации элементов волнового пакета разложения $\{\varphi_\mu(x)\}$.

На рисунке 1 в общем виде представлены все известные типы волновых пакетов, используемых при время-частотной декомпозиции сигналов: вэйвлет, кёрвлет, риджлет, волновые атомы и атомы Габора. Если для декомпозиции характерна мультишкала при представлении параметра (обычно частоты), то $\alpha = 1$, если шкала однородна, то $\alpha = 0$, если элемент базиса декомпозиции точно локализован (обычно во времени), то $\beta = 1$, если точность локализации невелика, то $\beta = 0$. Как справедливо отмечается в работе (1), названия базисов соответствуют задачам, которые они наиболее хорошо решают. Вэйвлеты хорошо описывают короткие квазигармонические волновые всплески, кёрвлеты хорошо описывают кривые кромки образа, а риджлеты лучше всего подходят для описания ориентированных неровностей (гребней) в составе объекта анализа. Из рисунка видно, что все эти три вида базисов являются шкалированными по частоте, но в разной мере локализованными в пространстве. В работе отмечается, что для декомпозиции наиболее искажённых образов следует использовать волновые пакеты с характеристиками вне серого треугольника. На практике чаще всего используются волновые пакеты Габора, но они не способны адекватно отразить всё разнообразие формы сигнала, в частности, не защищены от влияния негладкости (индиффеоморфизма). Поэтому предложено использовать компромиссный вариант базиса, названный волновым атомом.

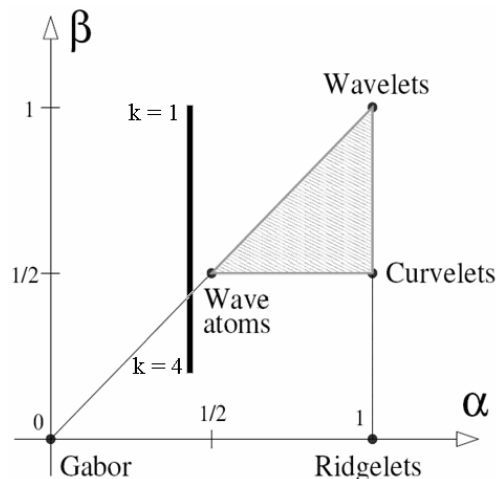


Рис.1

В одномерном случае волновой пакет может быть записан в виде $\{\varphi_\mu(x)\}$, где μ определяют целочисленные параметры (j, m, n) , где j - параметр шкалы, а m и n определяют координаты точки в обобщённом фазовом пространстве (x_μ, ω_μ) таким образом, что $x_\mu = 2^{-j} n$, а $\omega_\mu = \pi 2^j m$ при этом $C_1 2^j \leq \max |m| \leq C_2 2^j$, где C_1, C_2 – параметры, имеющие отношение к частотному диапазону анализа.

Элемент волнового пакета $\{\varphi_\mu(x)\}$ может быть назван волновым атомом, если

$$|\varphi_\mu(\omega)| \leq C_M 2^j (1+2^j |\omega - \omega_\mu|)^{-M} + C_M 2^j (1+2^j |\omega + \omega_\mu|)^{-M} \text{ и} \\ |\varphi_\mu(x)| \leq C_M 2^j (1+2^j |x - x_\mu|)^{-M} \text{ для всех } M > 0.$$

Второе уравнение фактически определяет геометрию огибающей элемента волнового пакета во времени (рис. 2а).

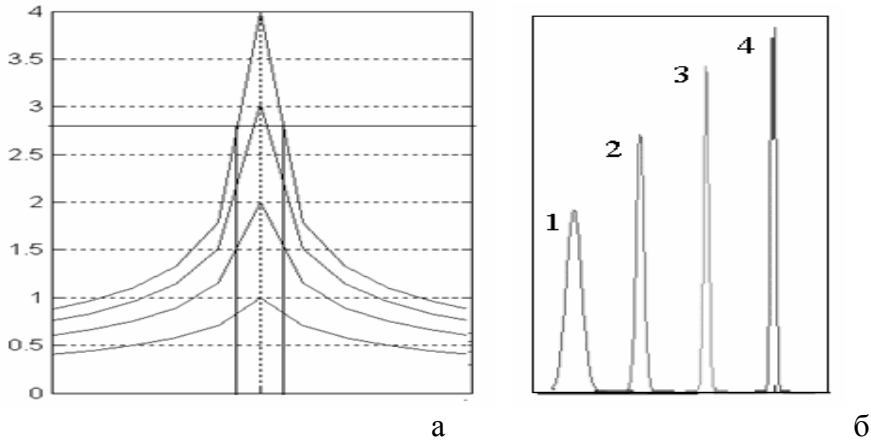


Рис.2

Как видно из рисунка амплитуда окна увеличивается кратно с ростом частоты в четыре раза, что соответствует логике корректного учёта энергетического вклада высокочастотных компонент. Однако эффективная ширина окна не меняется с ростом частоты, что явно снижает точность локализации пакета во времени. В ряде работ (2,3) нами для реализации анализа формы сигналов был предложен собственный вариант всплескоподобного базиса разложения, огибающие элементов которого представлены на рис. 2б. Для удобства окна представлены смещёнными во времени. Видно, что амплитуда окон растёт с ростом частоты от первой до четвёртой гармоники, но в темпе в большей мере соответствующем волновому атому $\sim 2^{j/2}$. При этом окно сужается с ростом частоты, что повышает точность локализации элемента базиса во времени.

Анализ геометрии окна нашего базиса

$$g_{j,b} = \pi^{-1/4} 2^{j/2B} \exp\{-2^{2j/B} h^2 (n - b)^2 / 2\},$$

где $j = \text{int}[B \log_2(f/f_0)]$, $f_0 = k / 2\sqrt{\ln 2} \Gamma u$, $B=3$ показывает, что изменяя параметр k мы можем изменять эффективную ширину окна. При этом максимум разрешения во времени, но наихудшее по частоте, достигается при $k=1$, а подходящее значение параметра для выборки мощностью 20 – 30 отсчётов, обрабатываемой с учётом рекомендаций работы (3), следует принимать в зависимости от решаемых задач: максимизация временного или частотного разрешения. На рис. 3 представлены спектры формы, полученные с разным разрешением во времени.

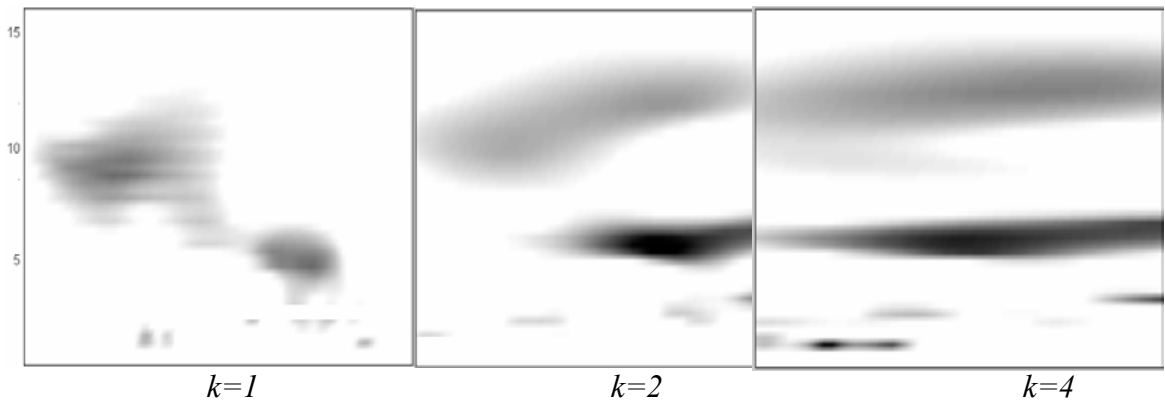


Рис. 3

Из рисунка видно, что с увеличением параметра k происходит увеличение разрешающей способности анализа по частоте. В частности, видно, что основные частоты процесса на реализации находятся в двух полосах: от $f_N/4$ до $f_N/6$ и от $f_N/8$ до $f_N/13$, где f_N – частота Найквиста. Однако, при больших значениях параметра невозможно установить тот факт, что первая из полос преимущественно развилась во второй половине анализируемого интервала, а колебания на более низких частотах второй полосы происходили в первой половине реализации. Это связано с уменьшением разрешающей способности анализа во времени с увеличением параметра k . Таким образом, путём изменения параметра k можно управлять разрешающей способностью анализа как во времени, так и по частоте. Поэтому предложенный метод анализа действительно можно назвать время-частотным микроскопом для анализа сверхкоротких реализаций, параметры которого могут перестраиваться в зависимости от решаемых задач. В ряде случаев более важно частотное разрешение, особенно при анализе динамической взаимосвязи процессов в масштабе всей анализируемой реализации, в ряде случаев более важным становится временное разрешение даже в пределах сверхкороткой реализации, когда главным является эволюция динамики процесса в пределах реализации.

Уширению полос с уменьшением частоты даже при максимальном частотном разрешении соответствует шкалирование, которое имеет место в предлагаемом методе анализ. Следует отметить, что при нашем методе анализа темп шкалирования меньше, чем в случае вэйвлет декомпозиции. Например, при 32 отсчётах при вэйвлете будем иметь всего лишь к пять частотных компонентам спектра, включая частоту Найквиста, для волновых атомов, как и при анализе формы 9 компонент без частоты Найквиста. Таким образом, шкала в нашем случае близка к шкале волновых атомов. С учётом изложенного, место анализа формы в координатах (α, β) может быть изображено в виде чёрной полосы на рис.1, в области, соответствующей потребностям анализа на сверхкоротких реализациях. Кроме того, отсутствие необходимости проведения энергетических оценок при анализе формы снимает проблему краевой неопределённости, характерную для всех подоконных методов анализа.

Последние выводы справедливы только для сверхкоротких реализаций мощностью не более тридцати отсчётов. При увеличении длины анализируемой реализации темп мультишкалирования в предлагаемом методе оказывается существенно ниже чем в случае использования волновых атомов, поэтому при увеличении длины реализации чёрная полоса на рис. 1 будет смещаться влево, но в какой-то мере мультишкалирование по частоте будет представлено всегда.

Список литературы

1. Demanet L., Ying L. Wave Atoms and Sparsity of Oscillatory Patterns. [Электронный ресурс]/ Департамент математики Стенфордского университета: Стенфорд, Калифорния, США, 2006. Режим доступа: <http://math.stanford.edu/~laurent/papers/WaveatomsImage.pdf>

2. Прыгунов А.И., Олькин Н.А. Новый эффективный метод исследования нестационарных процессов в машинах и его математическое обоснование. Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Наука и образование – 2003», часть 1, -Мурманск, 2003.- С.52-53.

3. Прыгунов А.И., Бобровский Н.А., Тёлушкин Д.П. Время-частотный анализ на сверхкоротких выборках нестационарных процессов [Электронный ресурс]/МГТУ. Электрон. текст дан. (16 Мб) Мурманск: МГТУ, 2006. – Междунар. науч.-техн. конф. «Наука и образование – 2006». – С. 137-139. (НТЦ «Информрегистр» №0320501517, св. 7081 от 28.11.2005г.

Динамическое моделирование процесса пластического деформирования тонкого листа на стане гибки-формовки

Семенов И. Е. , Рыженко С.Н., Поворов С. В. (Москва, МГТУ им. Н. Э. Баумана кафедра МТ-10, e-mail: sieprof@mail.ru)

This is article is relate about the process of forming a thin sheet metal, with using elastic tool. This is technology is apply to production of roof materials. Further relate about the method of analysis such as process whith using a finit element method.

В настоящее время в процессах листовой штамповки часто применяют эластичную среду в качестве рабочего инструмента, однако это приводит к появлению больших сил (давлений) и, соответственно, повышению энергоемкости процессов. Снижение энергоемкости данных процессов становится одной из самых важных проблем.

Поэтому особый интерес представляют процессы изготовления листовых заготовок, имеющих выпукло-вогнутую рельефную поверхность на новых устройствах для локальной формовки (1). Формирование рельефа на поверхности заготовок при этом проводится при пропускании последних между рельефной поверхностью матрицы, установленной на столе с приводом горизонтального перемещения и вращающимся валом с эластичной оболочкой из полиуретана. При этом при формовке тонких листовых заготовок ввиду локальности воздействия нагрузок появляется возможность при относительно небольших давлениях производить формовку на очень больших площадях (до нескольких квадратных метров) при минимальных затратах энергии.

Основные преимущества локальной обработки листовых металлов вращающимся рабочим инструментом состоят в энерго и металлосбережении.

В строительстве в последние годы широкое применение находят листовые покрытия в виде гофрированного листа с рельефным рисунком на поверхности, имитирующем на крышах зданий черепицу. На рис. 1 представлена схема стана, для получения таких покрытий из листовой заготовки, методом гибки формовки (2).

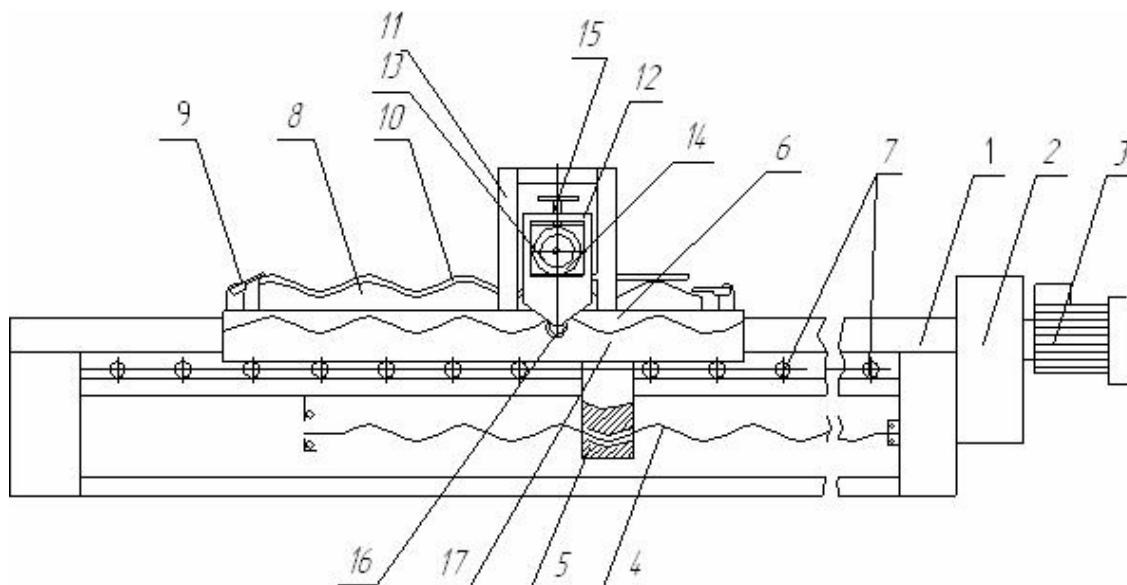


Рис. 1 – Схема стана локальной гибки-формовки

* Работа выполнена при финансовой поддержке Федерального агентства по образованию Министерства науки и образования РФ в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала

высшей школы (2006-2008 годы)» на 2006 – 2007 г.г.

На станине 1 установлен привод горизонтального перемещения стола 17, который состоит из электродвигателя 3, редуктора 2, ходового винта 4 и роликов 7. Гайка 5 жестко связана со столом 17. На столе расположена матрица 8 на которой находится листовая заготовка, два прижима 9 и рейка 6 копирующая профиль матрицы. Так же на станине жестко закреплен узел вертикального перемещения вала 14 с эластичной оболочкой 13.

Стан работает следующим образом: в исходном состоянии стол находится в крайнем правом положении, на матрице установлена листовая заготовка которая зафиксирована левым прижимом. От электропривода стол приводится в движение через передачу винт-гайка и движется по роликам 7. При этом копирующий ролик 16 отслеживает профиль рейки 6 и задает вертикальное перемещение вала с эластичной оболочкой. Процесс заканчивается когда стол достигает крайнего левого положения. В этом положении прижим 9 открывается и готовая деталь снимается с матрицы. Затем новая заготовка устанавливается на матрицу, фиксируется правым прижимом 9 и стол начинает движение в обратном направлении. Далее процесс повторяется.

Для проектирования такого стана и разработки технологии производства изделий на нем нужно знать некоторые параметры технологического процесса, такие как: сила, необходимая для деформирования листа, вертикальное перемещение деформирующего элемента (вала с эластичной оболочкой), степень деформации оболочки, а

также энергетические параметры процесса. Эти данные можно получить, либо при помощи длительных и дорогих экспериментов, либо при помощи теоретических расчётов.

Теоретическое исследование проводилось с использованием специального комплекса программ «ANSYS/LS-Dyna» бесплатно предоставленного МГТУ им. Н.Э. Баумана московским представительством фирмы CAD-FEM GmbH. Этот программный комплекс позволяет моделировать динамические процессы обработки металлов давлением.

На рис. 2 представлена схема деформирования листа с толщиной 0,8мм эластичной оболочкой. Рассмотрены следующие контактные пары: матрица – лист – эластичная оболочка – жесткий вал. При этом приняты следующие исходные данные для расчета: вал диаметром 60 мм и длиной 600 мм изготовлен из стали 35 с модулем упругости $E = 210000 \text{ Н/мм}^2$ и коэффициентом Пуассона $\nu = 0,3$; эластичная оболочка из полиуретана СКУ - ПФЛ (условный модуль упругости $E = 20 \text{ МПа}$), коэффициент трения на контактных поверхностях $f = 0,14$; деформируемый лист из А5М ($S=0,8 \text{ мм}$); матрица шириной 600 мм, изготовлена из стали 45 с модулем упругости $E = 215000 \text{ Н/мм}^2$ и коэффициентом Пуассона $\nu = 0,25$.

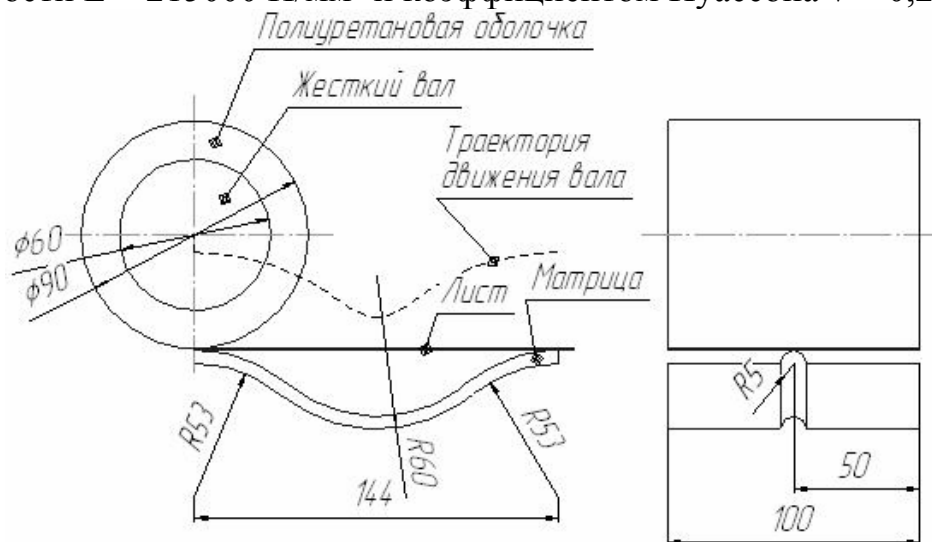


Рис. 2 – Схема деформирования тонкого листа

В целях ускорения расчета использовались условия симметрии, которые позволили рассматривать только центральную часть шириной 100 мм, а не всю модель шириной 600 мм. Что значительно сократило время решения задачи.

На рисунке 3 представлена конечно – элементная модель, которая содержит пять подконструкции, моделирующих: матрицу, лист, эластичную оболочку, жесткий вал и ось вала к которой прикладываются нагрузки действующие на вал. Зоны контакта задавалась контактными парами, которые определялись в процессе расчета.

THE PROCESS OF LOCAL BENDING FORMING.
Time = 0, #nodes=11117, #elem=9101

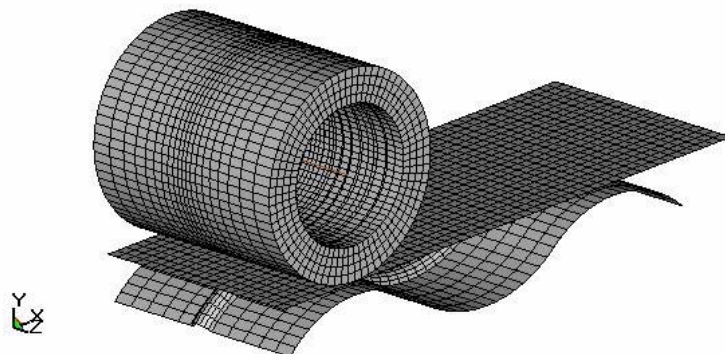


Рис. 3 – Конечно-элементная модель.

На рисунке 4 представлен вид деформированной конечно-элементной модели после прохождения валом одного цикла гребень – впадина матрицы.

THE PROCESS OF LOCAL BENDING FORMING.
Time = 16.1, #nodes=13710, #elem=11537

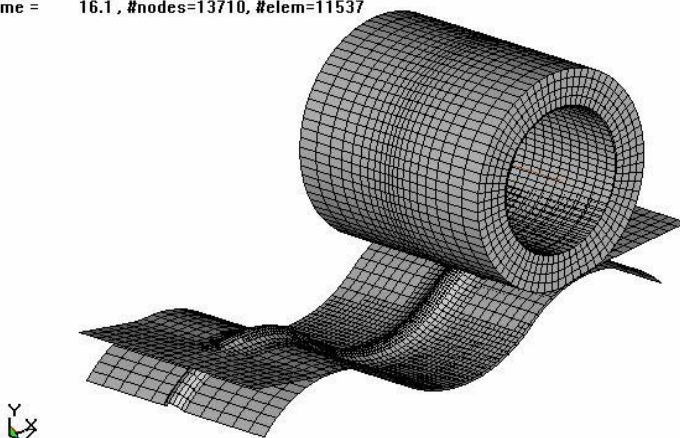


Рис. 4 – Деформированная конечно-элементная модель.

В результате расчёта были впервые получены поля перемещений, напряжений и деформаций в эластичной оболочке и в листе, а также энергосиловые параметры динамического процесса деформирования. На рисунке 5 представлены поля распределения напряжений $\sigma_{\text{ЭКВ}}$ в листе.

Как видно из рисунка 5, максимальные эквивалентные напряжения в листе составили 70,1 МПа и возникают в зоне контакта листа и эластичной оболочки, там, где имеют место быть максимальные деформации листа.

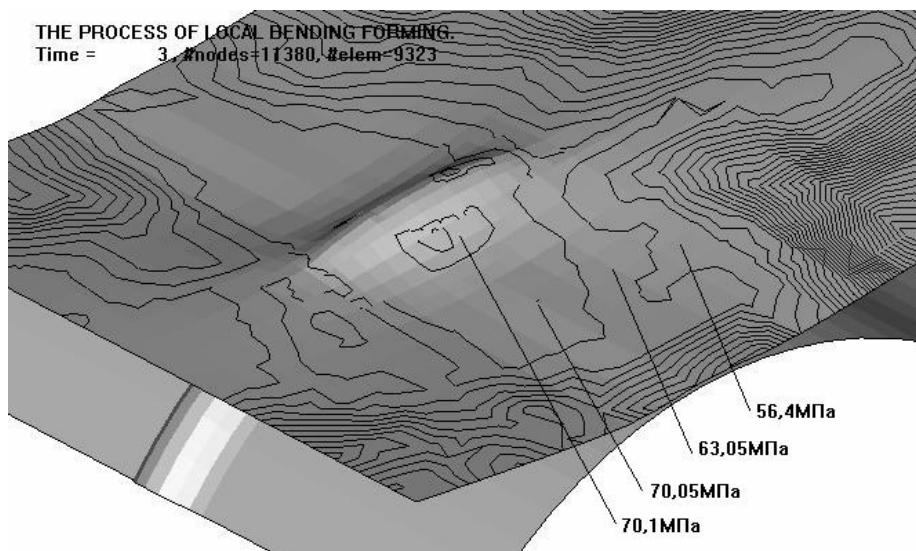


Рис. 5 – Поля распределения эквивалентных напряжений.

Образец продукции полученной на стане данной конструкции представлен на рисунке 6. После того как листовой заготовке предана требуемая форма, следует операция подготовки к покраске и покраска в электростатическом поле порошковыми красителями.

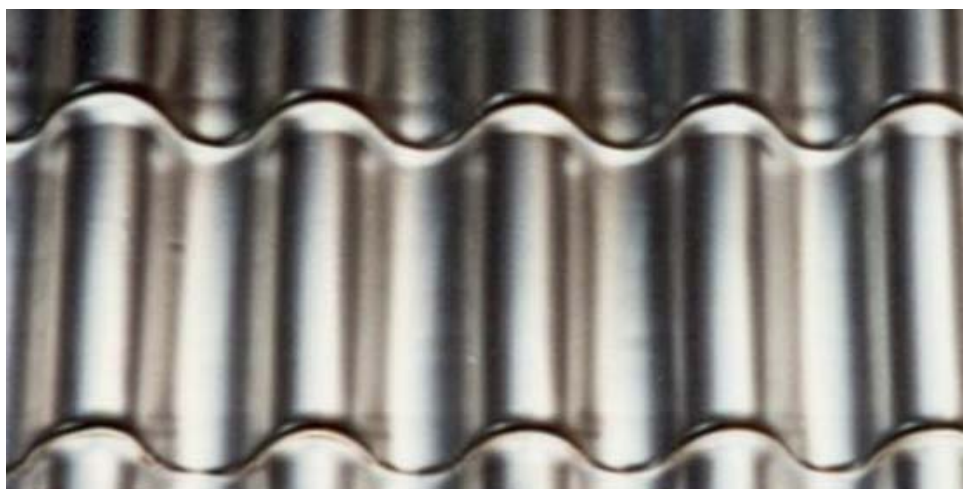


Рис. 6 – Образец продукции стана локальной гибки формовки.

ВЫВОД

В результате проведенных теоретических исследований создана конечно – элементная модель, проведёно динамическое моделирование и выполнен теоретический расчёт деформирования тонколистового металла эластичной оболочкой. Полученная динамическая модель позволяет определять напряжённо – деформированное состояние в любой момент деформирования как в тонколистовом металле так и в оболочке из эластомера.

Список литературы

1. Пат. 2071853. РФ, МКИ5 В 21D22/10. Устройство для изготовления изделий с выпукло-вогнутым рельефом из листового металла /И.Е. Семенов, М.Н. Шапиро, Ю.Н. Игнатов, Д.Б. Кевеш.; Заявл.12.04.94.Зарег.в Гос. Реестре изобретений 20.01.97.

2. Пат. 2197354. РФ, МКИ5 В 21D22/10. Стан локальной формовки-гибки для изготовления изделий из листового металла /И.Е. Семенов, В.М. Тюрин, С.Н. Рыженко.-№94012731; Заявл.17.05.01. Оpubл. 27.01.03. Бюл. № 3.

Основные принципы построения технологии эффективного численного прогнозирования характеристик природных динамических систем

Серета А.-В.И. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

Abstract

Работа посвящена изложению основных принципов эффективного подхода к численному моделированию сложных природных систем. Указанный подход позволяет строить практически реализуемые численные модели сложных процессов, ориентированные на заданные цели исследования. При этом, наряду с допустимой с практической точки зрения простотой строящихся моделей, достигается необходимая точность в моделировании целевых процессов и физических характеристик исследуемых систем за счет калибровки моделей по имеющимся данным наблюдений. Предлагаемый подход основан на общих принципах системного подхода, отличается целенаправленностью и прошел успешную практическую апробацию на реальных задачах исследования геофлюидодинамических систем в осадочных бассейнах Земли

Под природной динамической системой $\Sigma(t)$ в данной работе понимается сплошная, пространственно-неоднородная по своим свойствам и составу, структурно определенная, в общем случае многокомпонентная материальная среда. К существенным особенностям системы $\Sigma(t)$ относятся следующие:

1. Система $\Sigma(t)$ формируется во времени и заполняет собой некоторую ограниченную пространственную область $\Omega(t)$, $t \in [0, T]$, где $t=0$ – момент зарождения системы, $t=T$ – настоящее время. Формирование системы $\Sigma(t)$ включает в себя в общем случае процессы добавления в нее извне новых или исключения из нее части уже входивших в систему структурных элементов, а также трансформации свойств этих элементов, вследствие протекающих в системе внутренних процессов различной природы (механических, физических, химических, термических и т.д.). В общем случае структура и пространственные границы области $\Omega(t)$ изменяются во времени.

2. Состояние системы $\Sigma(t)$ в каждый момент времени $t \in [0, T]$ определяется ее структурой и физическими полями - пространственными распределениями в области $\Omega(t)$ количественных значений физических характеристик, определяющих свойства образующей систему среды и присущих ей внутренних процессов. В общем случае текущее состояние системы является результатом эволюционного развития системы в предшествующий промежуток времени.

3. Предполагается, что в силу объективных причин, структура системы $\Sigma(t)$ и пространственные распределения ее физических характеристик потенциально доступны для прямых или косвенных измерений лишь в настоящий момент времени $t=T$.

Основные проблемы.

1. Как правило, всестороннее изучение природных динамических систем с помощью непосредственных наблюдений и измерений, проведения натурных экспериментов и т.п. часто, либо принципиально невозможно, либо сопряжено с большими временными и материальными затратами. В этой связи важными, а иногда и единственно возможными, инструментами исследования таких систем являются математическое моделирование и численный анализ.

2. Несмотря на очевидные успехи, использование математического аппарата и вычислительной техники во многих случаях все же оказывается недостаточно эффективным с точки зрения прикладных целей исследования. Причиной этому служат многообразие и сложность протекающих в природных системах взаимосвязанных процессов, недостаток априорных данных о фактических свойствах исследуемых систем. В результате попытки точного описания приводят к сложным для анализа математическим моделям, а недостаток данных приводит к несбалансированности сложности моделей и полноты данных и не позволяет осуществлять адекватные реальным процессам вычислительные эксперименты. Упрощенные математические описания на основе эмпирических формул и закономерностей зачастую непригодны из-за большой погрешности, обусловленной игнорированием многих существенных факторов. В особенности при изучении тех или иных экстремальных свойств и явлений, в силу объективно свойственной этим упрощенным описаниям значительной усредненности.

3. Возникает необходимость построения технологий численного исследования динамических природных систем, с одной стороны в достаточной степени учитывающих их специфические свойства, а с другой стороны - ориентированных на использование достаточно простых математических моделей и методов. Построение таких вычислительных технологий должно осуществляться с позиций системного подхода и носить целенаправленный характер, приводя к рациональным вычислительным схемам, сбалансированным по сложности и точности с полнотой и точностью имеющихся данных о состояниях и свойствах изучаемых систем и процессов. Важным элементом такой технологии должен быть проблемно ориентированный человеко-машинный интерфейс, обеспечивающий специалисту в соответствующей предметной области возможность анализа и корректировки хода вычислительного процесса на всех его этапах.

Следует отметить, что вопросы теоретического и численного моделирования сложных динамических систем, в том числе вопросы решения некорректных задач, отражены, например, в работах Люнга Л., Лебедева А.Н., Тихонова А.Н., Лаврентьева М.М., Алифанова О.М., Бакушинского А.Б., Гончарского А.В. и многих других отечественных и зарубежных авторов.

Общие предположения

Зададим для определенности в области $\Omega(t)$ декартову¹ систему координат $OXYZ$. Не умаляя общности, будем считать, что пространственная область $\Omega(t)$ задается в каждый момент времени $t \in [0, T]$ (в выбранной декартовой системе координат²) условиями:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{\min} \leq x \leq x_{\max} \quad , \\ y_{\min} \leq y \leq y_{\max} \quad , \\ 0 \leq z \leq z_{\max}(x, y, t) . \end{array} \right. \quad (1)$$

Пусть, кроме того, на временном отрезке $[0, T]$ от момента зарождения системы $\Sigma(t)$ до сегодняшнего дня, может быть задана временная сетка:

$$\eta_t = \{t_i / t_i = t_{i-1} + h_{ti}, h_{ti} > 0, i=1, 2, \dots, n_t; t_0 = 0, t_{nt} = T\}.$$

Узлы сетки η_t совпадают с моментами изменения внешних условий формирования системы, приводящими к качественным структурным изменениям в ней.

Будем считать справедливыми следующие утверждения:

1. Скорость формирования системы $\Sigma(t)$ и скорости протекающих в ней при этом процессов очень малы по сравнению с процессами, проходящими в масштабе реального времени. Как следствие, нет возможности непосредственно наблюдать весь жизненный цикл системы от ее зарождения до настоящего времени. Можно считать, что система $\Sigma(t)$ потенциально доступна для непосредственного изучения (посредством прямых измерений) лишь при $t = T$ - в настоящий момент времени⁴.

2. Значения компонент вектора $\alpha(x, y, z, T)$ - физических характеристик исследуемой системы, как правило, недоступны для прямых измерений во всей области $\Omega(T)$. Такие измерения возможны лишь для отдельных характеристик и лишь для, вообще говоря, конечного множества точек $A(x, y, z) \in \Omega(T)$.

3. Существуют комплексные косвенные методы исследования, позволяющие с определенной степенью точности не только определить временной отрезок $[0, T]$ «жизни» системы и задать временную сетку η_t , но

¹ Тип используемой системы координат зависит от специфики пространственного строения исследуемой системы.

² Ось OZ считается направленной вниз.

⁴ Как правило, именно этот момент времени и имеет обычно наибольшее практическое значение.

и восстановить на сетке η_t внешние условия и историю формирования системы $\Sigma(t)$, а следовательно - построить в любой момент времени $t \in [0, T]$ структурную модель системы $\Sigma_g(t)$ и определить для каждого из временных интервалов $T_i = (t_{i-1}, t_i)$, $i=1, 2, \dots, n_t$ возможные (стартовые) свойства структурных элементов системы при вхождении их в систему.

4. Процессы, протекающие в исследуемой системе, в достаточной мере изучены, что позволяет при необходимости использовать ряд упрощенных эмпирических законов, описывающих изменение ее свойств с течением времени.

Постановка задачи.

Одной из важных задач при исследовании природных динамических систем является задача определения значений, которые принимает в настоящий момент времени та или иная (целевая) физическая характеристика системы $\Sigma(t)$, в некоторой заданной подобласти области $\Omega(t)$. Такую задачу будем называть задачей прогнозирования характеристик природной динамической системы $\Sigma(t)$. Термин «прогнозирование» используется здесь не во временном, а в пространственном смысле.

Приведем более формальную постановку задачи.

Пусть имеется конечное множество пространственно локализованных структурно однотипных⁵ подобластей $V_k \subset \Omega(T)$, $k=0, 1, 2, \dots, n_V$. Для определенности будем считать, что подобласти V_k представляют собой вертикальные одномерные разрезы области $\Omega(T)$, которые будем называть также экспериментальными. Тогда

$$V_k = \{ A(x_k, y_k, z) \in \Omega(T) / 0 \leq z \leq z_{\max}(x_k, y_k, T) \}, k=0, 1, 2, \dots, n_V.$$

Для каждого вертикального разреза зададим одномерную сетку:

$$\eta_{kz} = \{ z_{k,i} / z_{k,i} = z_{k,i-1} + h_{zk,i}, h_{zk,i} > 0, i=1, 2, \dots, n_{zk}; z_{k,0} = 0, z_{k,n_{zk}} \leq z_{\max}(x_k, y_k, T) \}.$$

Предположим, что в узлах $z_{k,i}$ соответствующей сетки η_{kz} известны (в результате прямых или косвенных измерений) $P^*(x_k, y_k, z_{k,i}, T)$ – значения целевой характеристики в настоящее время. Эти значения будем называть также экспериментальными или полевыми данными, а совокупность значений $P^*(x_k, y_k, z_{k,i}, T)$, $i=1, 2, \dots, n_{zk}$ обозначать как $P_k^*(z)$ и называть полевым дискретным распределением целевой характеристики для вертикального разреза V_k .

Вертикальный разрез $V_0 \subset \Omega(T)$ будем называть прогнозным. Для этого вертикального разреза полевые данные не заданы.

Основная задача, может быть теперь сформулирована следующим образом.

⁵ Иначе говоря, имеющих непустое пересечение с одними и теми же структурными элементами системы.

Задача P.

Пусть для каждого вертикального разреза $V_k(x_k, y_k, z) \subset \Omega(T)$ известно полевое дискретное распределение $P_k^*(z)$, $k=1, 2, \dots, n_V$ целевой характеристики.

Требуется для заданного вертикального разреза $V_0(x_0, y_0, z) \subset \Omega(T)$ определить прогноз дискретного распределения $P_0(z)$ в узлах сетки:

$$\eta_{0,z} = \{z_{0,i} / z_{0,i} = z_{0,i-1} + h_{z0,i}, h_{z0,i} > 0, i=1, 2, \dots, n_{z,0}; z_{0,0} = 0, z_{0,nz0} \leq z_{\max}(V_0, T)\}.$$

Будем считать, что в общем случае решение сформулированной задачи посредством подходящей интерполяции или экстраполяции имеющихся данных не приемлемо. В частности, в силу зависимости пространственных распределений физических характеристик в области $\Omega(T)$ не только от конкретного состояния системы, но и от истории ее предшествовавшего развития. Задача должна решаться в контексте эволюционного развития системы, что является существенным отличием от традиционных задач обработки и интерпретации данных наблюдений.

Предлагаемая в данной работе вычислительная технология решения поставленной задачи базируется на общих принципах системного подхода к моделированию сложных систем. Вместе с тем, в основу подхода положены принципы эффективного моделирования, позволяющие разработать практически реализуемые численные схемы. В этой связи важными составляющими технологии являются процедуры идентификации численных моделей исследуемых процессов, предполагающие постановку и решение обратных задач. В силу объективной некорректности последних для их решения предлагается использовать регуляризирующий подход, в целом ориентированный на построение так называемых ε -квазирешений.

При разработке метода решения Задачи P будем исходить из следующих положений.

1. В общем случае практически отсутствует достаточно точная априорная количественная информация о свойствах системы в настоящее время, количество n_V вертикальных разрезов V_k с полевыми данными о дискретных распределениях $P_k^*(z)$ обычно относительно невелико, а представленные в них измерения значений целевой характеристики, как правило, неравноточные и часто имеют большую погрешность.

2. Может быть построена (например, на основе фундаментальных законов сохранения) физически интерпретируемая математическая модель, позволяющая находить $P(x, y, z, T)$ - модельное (теоретическое) распределение целевой характеристики в области $\Omega(T)$. Как правило, практическое построение искомого пространственного распределения $P(x, y, z, T)$ осуществляется в результате аппроксимации такой модели дискретной моделью (например, разностная аппроксимация краевой задачи для уравнения математической физики) с ее последующим

численным исследованием на ЭВМ. Представим итоговую зависимость $P(x,y,z,T)$ от модельных параметров в явном виде:

$$P_\chi = G(\chi), \quad (2)$$

где: $P_\chi = P_\chi(x,y,z,T) \in P \subset E_n$ – модельное распределение характеристики; $\chi \in X \subset E_m$ – вектор варьируемых модельных параметров; $G(\chi)$ – оператор, осуществляющий отображение из X – пространства модельных параметров в P – пространство модельных распределений. Компонентами χ – вектора модельных параметров являются существенные для моделируемого процесса характеристики физических свойств среды, образующей систему $\Sigma(t)$.

Задачу (3) будем в дальнейшем называть задачей прямого моделирования или прямой задачей, а оператор $G(\chi)$ – оператором прямой задачи.

Непосредственное получение $P_0(z)$ искомого дискретного распределения характеристики для заданной скважины $V_0(x_0,y_0,z) \subset \Omega(T)$ с помощью операторного соотношения (3) практически неосуществимо. Во-первых, как правило, эта модель оказывается для реальных природных систем чрезвычайно громоздкой и сложной не только для аналитического, но и для численного исследования. Во-вторых, в большинстве случаев имеется очевидный недостаток данных о фактических значениях модельных параметров, что объективно исключает возможность получения достаточно точных результатов моделирования.

В основу предлагаемого в данной работе подхода к решению Задачи Р положены следующие принципы.

Принцип эволюционного развития.

Постановка и решение прямой задачи (2) должны осуществляться в контексте эволюционного развития системы $\Sigma(t)$ с учетом динамики изменения ее структуры и свойств образующей ее материальной среды.

Принцип эффективного моделирования.

Для моделирования исследуемого процесса должны использоваться эффективные модели. Под эффективной моделью в работе понимается физически обоснованная модель исследуемого процесса, построение которой осуществляется для обеспечения надежного моделирования, прежде всего, заданных характеристик процесса (целевого фактора). При этом перед эффективной моделью не ставится условие точного и адекватного описания моделируемого процесса в целом. Надежность моделирования понимается в том смысле, что эффективная модель должна быть потенциально настраиваемой (калибруемой) на имеющиеся полевые данные о значениях целевого фактора. Другими словами, всегда возможно выбрать такие значения модельных параметров (из множества их возможных значений), при которых моделируемые значения целевого фактора (модельные данные) будут в достаточной степени близки к

полевым данным. По существу эффективная модель становится функционально адекватной лишь после ее калибровки.

По сравнению с точными моделями, эффективные модели, как правило, существенно более просты с точки зрения возможности их теоретического и численного анализа, что является их основным и несомненным преимуществом. С другой стороны они имеют целенаправленный характер и, как правило, не могут служить основанием для физически адекватного изучения моделируемых процессов в целом.

В качестве существенного условия для рассматриваемых в работе эффективных моделей принята возможность естественной физической интерпретации в терминах предметной области, как самих моделей, так и их (модельных) параметров.

Необходимость осуществления параметрической идентификации (калибровки) эффективной модели предполагает постановку и решение обратной задачи, которая в общем случае может быть сформулирована, например, в следующем виде:

Задача χ

Пусть в области $\Omega(T)$ известно полевое распределение $P^*(x,y,z,T)$ целевой характеристики. Требуется найти такой вектор $\chi^* \in X$, для которого выполнено условие:

$$G(\chi^*) = P^* \quad (3)$$

Обратная задача (3), как правило, не является корректной и для ее решения требуется применение тех или иных регуляризирующих подходов. В частности, может быть использован один из таких подходов, ориентированный на построение так называемых ε -квазирешений.

Кроме того, необходимо обеспечить приемлемую вычислительную трудоемкость решения задачи (3). В этой связи естественным является следующий принцип, принятый в данной работе.

ПРИНЦИП МИНИМАЛЬНОЙ СЛОЖНОСТИ.

В соответствии с этим принципом используемые для решения поставленной задачи эффективные модели должны быть предельно просты с вычислительной точки зрения. В связи с этим из принятого класса эффективных моделей необходимо выбрать модель по возможности минимальной вычислительной сложности. Реализацию такой модельной идентификации в работе предлагается осуществлять посредством рациональной минимизации количества варьируемых модельных параметров прямой задачи за счет исключения из их числа тех параметров, влияние изменения значений которых на результат моделирования незначительно. Аналогично осуществляется построение структурной модели $\sum_g(t)$ системы, возможное упрощение которой достигается за счет рационального уменьшения $n_\Omega(t)$ - общего числа входящих в нее структурных элементов.

Наконец, следует отметить еще один существенный принцип, используемый при построении предлагаемой в работе вычислительной технологии.

ПРИНЦИП ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ.

Физические свойства системы, ее структурная организация могут объективно способствовать специфической пространственной ориентации или локализации протекания в ней исследуемого процесса. В этом случае, и сбор данных, и моделирование желательно осуществлять в соответствии с имеющейся пространственной спецификой изучаемого процесса.

Кроме того, по объективным причинам полевые данные (безотносительно к особенностям исследуемых процессов) могут быть пространственно локализованы или пространственно ориентированы.

Так в данной работе было сделано предположение, что полевые данные о значениях моделируемой характеристики представлены только в пространственно локализованных подобластях $V_k \subset \Omega(T)$, $k=0,1,2,\dots,n_V$ - в вертикальных разрезах $V_k(x_k, y_k, z)$, ориентированных вдоль оси OZ в выбранной декартовой системе координат.

В этой связи естественно произвести декомпозицию исходной математической модели, введя в рассмотрение так называемую одномерную математическую модель, ориентированную на описание «проекции» исследуемого процесса на ось OZ и двумерную – ориентированную на описание «проекции» процесса на горизонтальную плоскость OXY . Одномерную модель будем называть также вертикальной моделью, а двумерную – латеральной. При этом не учет в вертикальной модели латеральных составляющих процесса компенсируется за счет введения в модель дополнительных эффективных модельных параметров. Аналогичным образом осуществляется эффективный учет вертикальных составляющих процесса в латеральной модели.

Предположим, что указанная декомпозиция проведена и построена одномерная (вертикальная) математическая модель исследуемого процесса в виде:

$$P_{k\chi}(z) = G_z(\chi^{(k)}), \quad k=1,2,\dots,n_V \quad (4)$$

где: $P_{k\chi}(z) = P_{k\chi}(x_k, y_k, z, T)$ – модельное распределение характеристики, а $\chi^{(k)}$ - вектор варьируемых модельных параметров в вертикальном разрезе $V_k(x_k, y_k, z) \subset \Omega(T)$, $k=1,2,\dots,n_V$. Задачу (4) будем в дальнейшем называть вертикальной прямой задачей, а оператор $G_z(\chi)$ – оператором вертикальной прямой задачи.

Соответственно калибровка вертикальной модели может быть теперь осуществлена для каждого вертикального разреза $V_k(x_k, y_k, z) \subset \Omega(T)$, $k=1,2,\dots,n_V$ отдельно, посредством решения обратной задачи в следующей постановке:

Задача χ_z

Пусть для вертикального разреза $V_k(x_k, y_k, z) \subset \Omega(T)$ известно полевое дискретное распределение $P_k^*(z)$, целевого характеристики. Требуется найти вектор $\chi^{(k)*} \in X$, для которого выполнено условие:

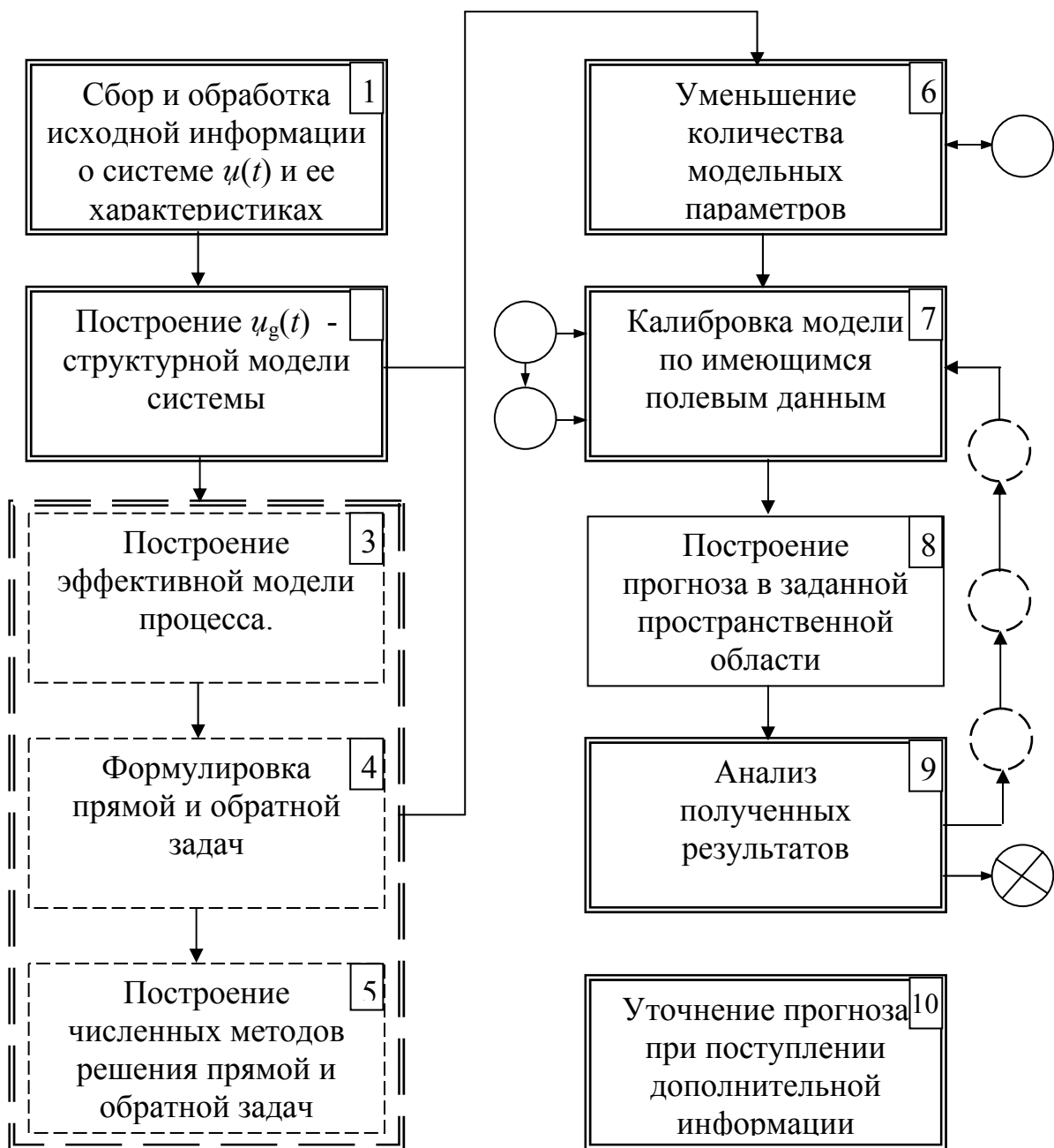
$$G_z(\chi^{(k)*}) = P_k^*(z) \quad (5)$$

В отношении задачи (5) могут быть сделаны те же замечания, что и в отношении задачи (3) с точки зрения ее некорректности. Однако в вычислительном отношении нахождение численного решения задачи (5), безусловно, будет существенно менее трудоемким. Впрочем, как и задачи (4) по сравнению с задачей (2).

Укрупненная схема вычислительной технологии решения исследуемой задачи.

Представим общую схему построения и реализации предлагаемой вычислительной технологии решения исследуемой задачи в виде изображенной на Рис.1. последовательности этапов (все указанные действия предполагаются выполнимыми). Эта схема была последовательно рассмотрена и реализована применительно к задаче прогнозирования геофлюидальных давлений в осадочных бассейнах Земли (Мадатов А.Г., Серeda А.-В.И., 2000а,б; 2001; 2003; 2005а,б; 2006). В указанных работах приведены также некоторые результаты успешного практического использования программно реализованной технологии.

В методологическом плане разработанная вычислительная технологии имеет общий характер и может быть применена при исследовании других природных систем.








-  - блоки, выполняемые при разработке вычислительной технологии;
-  - блоки, выполняемые в интерактивном режиме, с участием человека;
-  - блоки, выполняемые в автоматическом режиме;
-  - не обязательно выполняемые блоки;
-  - завершение работы.

Рис. 1. Укрупненная блочная схема процесса прогнозирования

Список литературы

1. Мадатов А.Г., Серeda А.-В.И. Прямая и обратная задача геофлюидодинамики в приложении к прогнозированию зон АВПД в осадочных бассейнах. 1. Теоретический аспект. Вестник МГТУ, т.3, №1, с.89-114. Мурманск, МГТУ, 2000а.

2. Мадатов А.Г., Серeda А.-В.И. Прямая и обратная задача геофлюидодинамики в приложении к прогнозированию зон АВПД в осадочных бассейнах. 2 Практический аспект. Вестник МГТУ, т.3, №2, с.351-366. Мурманск, МГТУ, 2000б.

3. Мадатов А.Г., Серeda А.-В.И. Рационализация уровня сложности бассейновой модели среды для целей прогнозирования свойств геофлюидальной системы. Вестник МГТУ, т.6, №1, с.119-144. Мурманск, МГТУ, 2003.

4. Madatov A.G., Sereda A.-V.I. The decomposition of 3-D overpressure evolution model in basin scale and its application to the fault seal analysis. Вестник МГТУ, т.4, №1, с.79-96. Мурманск, МГТУ, 2001, (на англ.яз.).

5. Madatov A.G., Sereda A.-V.I. The effective basin model concept and fast 3-D overpressure modeling in basin time scale. Вестник МГТУ, т.8, №1, с.5-43. Мурманск, МГТУ, 2005а, (на англ.яз.).

6. Madatov A.G., Sereda A.-V.I. A multi-well data inversion purpose-built for calibration of an effective basin model at overpressure prediction. Вестник МГТУ, т.8, №1, с.44-83. Мурманск, МГТУ, 2005б, (на англ.яз.).

7. Madatov A.G., Sereda A.-V.I. The pre-drill and real time while drilling overpressure prediction based on Effective Basin Model concept. Вестник МГТУ, т.9, №3, с.361-388. Мурманск, МГТУ, 2006, (на англ.яз.).

Уточнение прогноза распределения геофлюидальных давлений в процессе бурения

Серета А.-В.И. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

АННОТАЦИЯ.

Работа посвящена рассмотрению одной из возможных процедуры уточнения прогноза пространственного распределения геофлюидальных давлений (ГФД) по глубине разведочной скважины в процессе бурения. Обсуждаются основные особенности предлагаемого подхода, осуществляемого при появлении дополнительной или более точной информации. Сформулирован соответствующий алгоритм.

ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ.

Пусть $G(\cdot)$ – численный оператор прямой задачи, осуществляющий непрерывное однозначное отображение из X – конечномерного евклидова пространства модельных параметров в P – конечномерное евклидовое пространство дискретных вертикальных распределений ГФД:

$$G(\chi) \in P, \forall \chi \in X. \quad (1)$$

Значения вектора $G(\chi)$ заданы в узлах z_m некоторой одномерной сетки η , общее количество узлов которой обозначим как N_z . χ – вектор модельных параметров. Значения компонент вектора χ могут принимать значения из некоторых заданных интервалов их возможных значений. Все рассмотрения проводятся в пространственной трехмерной области Ω .

Пусть для вертикального разреза области Ω (скважины) W получены прогнозные (расчетные) значения компонент вектора модельных параметров χ^* :

$$\chi^* = (\chi_1^1, \chi_2^1, \dots, \chi_r^1, \chi_1^2, \chi_2^2, \dots, \chi_r^2, \dots, \chi_1^{N_F}, \chi_2^{N_F}, \dots, \chi_r^{N_F})^T, \quad (2)$$

Здесь: N_F – количество формаций, определяющих формационную колонку для скважины W ; r – количество базисных модельных параметров, используемых для одной формации.

Тогда на основании решения прямой задачи для скважины W с вектором модельных параметров χ^* может быть получен вектор $G(\chi^*) = P^*$ – прогноз распределения ГФД по глубине для скважины W .

Требуется построить процедуру уточнения прогноза P^* в случае появления дополнительной информации о скважине W или частичной информации о фактическом распределении ГФД. Такая ситуация возможна, например, в процессе бурения скважины.

Общая характеристика задачи, данных и предлагаемой процедуры.

В общем случае исходные значения компонент вектора χ^* – значения модельных параметров для прогнозной скважины W определены не точно. Будем предполагать, что для каждой компоненты вектора χ^* известна

величина $\Delta\chi_j^i, j=1,2,\dots,r; i=1,2,\dots, N_F$ - оценка абсолютной погрешности определения ее значения. Тогда для каждого модельного параметра может быть задан $U_{\Delta}(\chi_j^i)$ - интервал его возможных значений.

$$U_{\Delta}(\chi_j^i) = \{\chi_j^i / \chi_j^i - \Delta\chi_j^i \leq \chi_j^i \leq \chi_j^i + \Delta\chi_j^i \}, j=1,2,\dots,r ; i=1,2,\dots, N_F. \quad (3)$$

Будем называть такой интервал интервалом неопределенности соответствующего модельного параметра. В совокупности интервалы неопределенности $U_{\Delta}(\chi_j^i), j=1,2,\dots,r ; i=1,2,\dots, N_F$ образуют в пространстве модельных параметров X многомерный параллелепипед неопределенности $\Delta(\chi^*)$ с центром в точке χ^* . В пространстве модельных данных P этот параллелепипед отображается оператором прямой задачи в некоторое подмножество $\Delta P \subset P$ возможных распределений ГФД для скважины W .

Пространственные характеристики подмножества ΔP в пространстве модельных данных существенным образом зависят от свойств оператора прямой задачи на подмножестве $\Delta(\chi^*)$. В частности, важной характеристикой в этом смысле является чувствительность модельных параметров (Мадатов А.Г., Серeda А.-В.И., 2003, 2006) в точке χ^* .

В работе вводится понятие устойчивости оператора прямой задачи по отношению к малым изменениям значений модельных параметров, которое в практическом отношении имеет важное значение в случае большой чувствительности отдельных модельных параметров в точке χ^* . При этом непрерывность оператора $G(\chi)$ в точке χ^* обеспечивает его устойчивость в этой точке.

Другим важным фактором для оценки качества формируемого прогноза является анализ устойчивости оператора прямой задачи $G(\chi)$ по отношению к погрешности задания значений так называемых рамочных (каркасных) параметров для скважины W . Будем называть их далее нормативными параметрами.

Под нормативными параметрами скважины понимается совокупность таких физических характеристик среды, которые, не являясь модельными параметрами, тем не менее, существенно влияют на формирование физических и геологических условий протекания моделируемых процессов, определяют некоторый «рабочий модельный каркас» (Framework) скважины. Эти параметры являются в определенном смысле внешними по отношению к решаемой задаче. Их значения не могут быть изменены, ни в процессе формирования прогноза, ни (как правило) в процессе его уточнения. К числу нормативных параметров скважины, относятся в частности параметры, определяющие глубины залегания слоев в формационной колонке скважины. Определение понятия устойчивости оператора прямой задачи $G(\chi)$ по отношению к погрешностям задания значений нормативных параметров скважины

вводится аналогично определению устойчивости оператора по отношению к модельным параметрам.

Пусть компоненты вектора β задают значения нормативных параметров скважины. В общем случае оператор прямой задачи может быть представлен как $G(\beta, \chi)$.

Если вычислительный эксперимент будет свидетельствовать, что оператор $G(\beta, \chi)$ неустойчив по отношению к значениям отдельных компонент вектора β , то необходимо либо попытаться уточнить значения этих нормативных параметров скважины, либо иметь в виду возможность наличия значительных погрешностей в прогнозе.

В дальнейшем будем предполагать, что для скважины W оператор прямой задачи $G(\beta, \chi)$ устойчив, как по отношению к прогнозируемым значениям модельных параметров χ , так и по отношению к значениям нормативных параметров скважины β .

Рассмотрим в этом предположении проблему уточнения $P^*(W)$ - прогноза распределения ГФД для скважины W при наличии погрешностей в прогнозируемых значениях компонент вектора модельных параметров χ^* .

При формировании прогноза распределения ГФД в скважине W возможны следующие ситуации:

1. Выполнено условие:

$$\|P^*(W) - P(W)\| \leq \varepsilon. \quad (4)$$

где: $P(W)$ – точное пространственное распределение ГФД по глубине скважины W ;

$\varepsilon > 0$ – допустимая величина интегрального рассогласования модельных и истинных значений ГФД.

Очевидно, что в этом случае точность $P^*(W)$ - прогноза распределения ГФД в скважине W - будет удовлетворительной.

Расчетный вектор модельных параметров χ^* для скважины W не удовлетворяет условию (4). Тогда полученный для скважины W прогноз $P^*(W)$ - распределения ГФД требует уточнения, поскольку его нельзя считать удовлетворительным.

Будем исходить из ситуации 2. и рассматривать проблему уточнения прогноза при получении дополнительной информации как о реальном распределении ГФД, для скважины W , так и о фактических значениях модельных и нормативных параметров скважины. Получение такой информации возможно в частности, в процессе бурения.

При построении процедуры уточнения $P^*(W)$ в процессе бурения будем предполагать, что для скважины W известны:

χ^* - расчетный вектор исходных значений модельных параметров;

$\Delta(\chi^*)$ – многомерный параллелепипед неопределенности для истинных значений модельных параметров;

β^* – вектор значений нормативных параметров скважины;

$P^*(W)$ – прогноз распределения ГФД в скважине .

Неопределенность в $P^*(W)$ – в прогнозе распределения ГФД в скважине W обусловлена, прежде всего, погрешностями значений модельных параметров, задаваемых вектором χ^* и погрешностей в задании нормативных параметров β^* для прогнозной скважины.

Будем предполагать, в общем случае, что каждый модельный параметр может с равной вероятностью принимать любое значение из интервала (3) его возможных значений, определяемого в пространстве X подмножеством $\Delta(\chi^*)$.

Оценка погрешности в задании нормативных параметров, как правило, достаточно сложна и может быть получена, по-видимому, в основном экспертным путем. Поэтому, в процессе расчета будем считать, что они заданы точно, предполагая возможность изменения их значений лишь в случае получения заведомо более достоверных данных.

Анализ подмножества $\Delta P \subset P$, характеризующего неопределенность возможных распределений ГФД для прогнозной скважины W , позволяет в частности сформировать прогноз наихудшего и наилучшего вариантов возможного распределения ГФД в скважине. Под наилучшим распределением понимается нижняя оценка значений ГФД в каждой точке по глубине скважины, а под наихудшим – верхняя оценка этих значений.

Уточнение прогноза реального распределения ГФД в процессе бурения будем осуществлять посредством реализации пошаговой вычислительной схемы.

На каждом шаге этой схемы целесообразно использовать возможную дополнительную информацию о фактическом распределении ГФД и о значениях нормативных параметров скважины на уже пробуренном интервале глубин (выше долота). Кроме того, в этой процедуре существенным образом предлагается использовать количественные оценки чувствительности модельных параметров в точке χ^* . Достаточно подробно предлагаемая процедура рассмотрена, в том числе в контексте геолого-геофизических аспектов формирования осадочного бассейна Земли, в работе (Мадатов А.Г., Серeda А.-В.И., 2006). Поэтому ограничимся здесь лишь рассмотрением некоторых математических и алгоритмических аспектов проблемы.

ФУНКЦИИ ВЛИЯНИЯ МОДЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ.

Количественные оценки чувствительности модельных параметров характеризуют локальные свойства прямой задачи в окрестности заданной точки $\chi \in X$. Эти оценки для каждого модельного параметра находится посредством вычисления значения относительного изменения функции

рассогласования (нормы разности) между $G(\chi)$ и $G(\chi+\delta\chi)$, где единственная отличная от нуля компонента вектора $\delta\chi$ указывает величину изменения соответствующего модельного параметра.

Введем в рассмотрение для каждого модельного параметра χ_j^i значения $s_j^i(\chi, z_m)$ - покомпонентные оценки чувствительности, вычисления которых могут производиться, например, по формуле:

$$s_j^i(\chi, z_m) = \left| \frac{\mathbf{G}_m(\chi + \delta\chi) - \mathbf{G}_m(\chi)}{\delta\chi_j^i} \right|, i = 1, 2, \dots, N_F; j = 1, 2, \dots, r; m = 1, 2, \dots, N_z,$$

(5)

Здесь: m -я компонента векторной функции $\mathbf{G}(\chi)$ – соответствует модельному значению ГФД на глубине z_m ; $\delta\chi_j^i$ – количественное значение вариации j -го модельного параметра, соответствующего i -ой формации в формационной колонке скважины. Очевидно, что в формулу (5) легко могут быть введены необходимые нормировочные коэффициенты.

Покомпонентные оценки $s_j^i(\chi, z_m)$ чувствительности каждого модельного параметра могут рассматриваться как компоненты вектора $S_j^i(\chi)$ - вектора чувствительности данного параметра в точке $\chi \in X$. Вектор $S_j^i(\chi)$ будем также называть дискретной функцией влияния модельного параметра χ_j^i в точке χ пространства модельных параметров.

Будем предполагать, что оценки $s_j^i(\chi, z_m)$ как функции глубины могут быть достаточно надежно аппроксимированы (это может быть проверено посредством вычислительного эксперимента), например, функциями вида:

$$F_j^i(\chi, z) = a_j^i e^{-\frac{(z-\bar{z}_i)^2}{b_i^2}} \quad i = 1, 2, \dots, N_F; j = 1, 2, \dots, r, \quad (6)$$

где: a_j^i и b_i – некоторые константы, \bar{z}_i - средняя глубина залегания i -ой формации для данной скважины. Функцию $F_j^i(\chi, z)$ будем называть в дальнейшем непрерывной функцией влияния модельного параметра χ_j^i в точке $\chi \in X$.

ФУНКЦИЯ «ДОВЕРИЯ» К ПРОГНОЗУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГФД.

Построение функции доверия будем осуществлять, используя следующие предположения:

1. Значение $\Delta_j^i(\chi) = \Delta\chi_j^i$ – половины длины интервала неопределенности для модельного параметра χ_j^i , $j=1, 2, \dots, r$; $i=1, 2, \dots, N_F$ в точке $\chi \in X$ будем считать максимальной оценкой абсолютной погрешности используемого значения этого модельного параметра и называть абсолютной погрешностью значения параметра χ_j^i .

2. Оценку “вклада” $\Delta P_j^i(\chi, z)$ модельного параметра χ_j^i в погрешность прогноза по глубине скважины будем считать прямо пропорциональной абсолютной погрешности значения параметра χ_j^i и значению

соответствующей этому параметру функции влияния $F_j^i(\chi, z)$, $j=1,2,\dots,r$; $i=1,2,\dots, N_F$.

$$\Delta P_j^i(\chi, z) = \frac{1}{2} F_j^i(\chi, z) \cdot \Delta_j^i(\chi), \quad j=1,2,\dots,r; \quad i=1,2,\dots, N_F.$$

(7)

3. Оценку суммарной погрешности прогноза по глубине скважины определим как сумму “вкладов” всех модельных параметров :

$$\Delta P(\chi, z) = \sum_{i=1}^{N_F} \sum_{j=1}^r \Delta P_j^i(\chi, z) \quad (8)$$

4. При уточнении прогноза в процессе бурения наблюдаемые значения компонент вектора $P^*(W)$, соответствующих верхней части разреза (выше долота), для скважины W будем считать достоверными.

Исходя из последнего предположения, переопределим $\Delta P(\chi, z)$ - функцию суммарной погрешности по правилу:

$$\Delta P(\chi, z) = \begin{cases} 0 & , \quad 0 \leq z \leq z_d \\ \sum_{i=1}^{N_F} \sum_{j=1}^r \Delta P_j^i(\chi, z), & z_d < z \leq z^* \end{cases} \quad (9)$$

где: z^* - предельная глубина скважины при прогнозировании распределения ГФД; z_d - глубина пробуренной части скважины (глубина долота).

Определим вектор $\Delta P^*(\chi)$ как вектор значений дискретной функции относительной суммарной погрешности прогноза. Значения компонент вектора $\Delta P^*(\chi)$ будем вычислять, например, по значениям функции $\Delta P(\chi, z)$ в точках z_m , $m = 1, 2, \dots, N_z$, отнесенным к соответствующим значениям прогноза ГФД.

$$\Delta P_m^*(\chi, z_m) = \Delta P(\chi, z_m) / P_m^*(W), \quad (10)$$

где: $\Delta P_m^*(\chi, z_m)$ и $P_m^*(W)$ - значения m -ых компонент соответствующих векторов; $\Delta P(\chi, z_m)$ - значение функции $\Delta P(\chi, z)$ в точке $z = z_m$.

Окончательные значения компонент дискретной функции $\Delta P_m^*(\chi, z_m)$ определим в результате приемлемого сглаживания рассчитанных по формуле (10) значений.

Будем предполагать, что, в общем случае, относительная погрешность прогноза $P^*(W)$ должна возрастать по мере удаления вглубь от пробуренной части скважины (с ростом значения $z > z_d$). На этом основании аппроксимируем дискретную функцию $\Delta P_m^*(\chi, z_m)$ относительной суммарной погрешности прогноза любой подходящей возрастающей дискретной функцией. Например, дискретной функцией $\delta_p(\chi, z_m)$, компоненты которой рассчитываются по формуле:

$$\delta_p(\chi, z_m) = a \cdot e^{\frac{(z_m - z_d)^2}{v^2}}, \quad m = 1, 2, \dots, N_z, \quad z_m > z_d \quad (11)$$

где a и v - подбираемые константы.

2. Под «доверием» к прогнозу будем понимать некоторую количественную меру степени его достоверности. Будем считать, что она обратно пропорциональна интервалу неопределенности прогнозируемого значения.

Исходя из этого определим $T(\chi, z_m)$ – дискретную функцию «доверия» к значениям компонент вектора $P^*(W)$ – прогноза распределения ГФД по глубине скважины в соответствии со следующими положениями:

значения функции $T(\chi, z_m)$ принадлежат отрезку $[0,1]$ и должны быть обратно пропорциональны оценке погрешности этих значений.

нулевой погрешности соответствует значение функции доверия, равное единице.

В результате, будем определять значения $T(\chi, z_m)$ - компонент дискретной функции «доверия» из соотношения:

$$T(\chi, z_m) = \begin{cases} 1 & , 0 \leq z_m \leq z_d \\ \frac{a}{\delta_p(z_m)} & , z_d < z_m \leq z_w^* \end{cases} , m = 1, 2, \dots, N_z \quad (12)$$

Значения компонент дискретной функции «доверия» $T(\chi, z_m)$ выберем в качестве весовых множителей соответствующих компонент функции рассогласования при уточнении прогноза в процессе бурения.

С этой целью введем в рассмотрение $A_d(\chi)$ - диагональную матрицу «доверия» прогнозу ГФД для текущего значения z_d – глубины пробуренной части скважины по правилу:

$$A_d(\chi) = E \cdot T(\chi, z_m), \quad (13)$$

где E - единичная матрица соответствующей размерности.

Формальная схема процедуры уточнения распределения ГФД в процессе бурения.

Предварительно введем ряд дополнительных обозначений.

β_0^* – начальный вектор значений нормативных параметров скважины.

z_w^* – предельная глубина бурения прогнозной скважины. $z_w^* \leq z^*$.

h - минимальное изменение глубины пробуренной скважины, необходимое для уточнения прогноза.

$P_d(W)$ – распределение ГФД на пробуренной части скважины.

$P_k^*(W)$ - прогноз распределения ГФД на k -ом шаге процесса.

Процедуру уточнения прогноза распределения ГФД в процессе бурения представим в виде:

1. Положить $k = 0$. Задать: $\varepsilon > 0, z_0 = 0, \chi_0^* = \chi^*, X = \Delta(\chi^*); \beta^* = \beta_0^*; P_0^*(W) = P^*(W)$.

2. Положить $k = k+1$. Задать $z_d = z_0 + h$. Если выполнено условие

$$z_d \geq z_w^* \quad , \quad (14)$$

то процесс завершен.

Уточнить β^* (значения нормативных параметров). Определить распределение $P_d(W)$.

Задать распределение $P_k^*(W)$ по правилу:

$$P_k^*(W) = \begin{cases} P_d(W), 0 \leq z \leq z_d \\ P_{k-1}^*(W), z_d \leq z \leq z^* \end{cases} \quad (15)$$

Определить значения дискретной функции $T(\chi_{k-1}^*, z_m)$

По правилу (13) рассчитать значения диагональной матрицы «доверия» $A_d(\chi_{k-1}^*)$.

Из решения обратной задачи

$$G(\beta^*, \chi) = P_k^*(W), \chi \in X \quad (17)$$

определить калибровочный вектор модельных параметров $\chi_{k \in X}^*$ удовлетворяющий условию:

$$\| A_d(\chi_{k-1}^*) \cdot \mu(\chi_k^*) \| \leq \varepsilon, \quad (18)$$

где векторная функция рассогласования $\mu(\chi)$ определяется в соответствии с соотношением

$$\mu(\chi) = G(\beta^*, \chi) - P_k^*(W). \quad (19)$$

8. Положить $P_k^*(W) = G(\beta^*, \chi_k^*)$, $z_0 = z_d$. Перейти на выполнение пункта 2.

Список литературы

1. Мадатов А.Г., Серeda А.-В.И. Рационализация уровня сложности бассейновой модели среды для целей прогнозирования свойств геофлюидальной системы. - Вестник МГТУ, т.6, №1, с.119-144. Мурманск, МГТУ, 2003

2. Madatov A.G., Sereda A.-V.I The pre drill and real time while drilling overpressure prediction based on Effective Bain Model concept. *Proceedings of the Murmansk State Techn. Univ.*, v.9, N 3, p.361-388, 2006.

О перспективах развития программного комплекса математического моделирования движения судна

Сотников И. И. (МГТУ, кафедра Высшей математики и ПО ЭВМ, e-mail: asp0492004@mstu.edu.ru)

Abstract: a software complex for mathematical modeling of ship's movement, designed by the author, is introduced and described in the report below. its suitability for solving of numerous tasks, associated with safety of navigation, is marked. possible ways of perfection of this software complex and extending of its capabilities are discussed.

Решение достаточно большого количества задач, связанных с безопасностью судовождения, требует проведения сложных экспериментов, выполнение которых в натуральных условиях порой невозможно и экономически нецелесообразно. Рациональным подходом являются вычислительные эксперименты с математической моделью судна. В данном докладе обсуждается разработанная ранее пилотная версия авторского программного комплекса математического моделирования и визуализации движения судна Ship Simulator 1.02 с позиций ее применимости, области возможного использования и ограничений в использовании. Указанный программный комплекс является результатом исследований, докладывавшихся на одной из предыдущих конференций (1). На той же конференции (1) было представлено описание этого программного комплекса.

В программном комплексе моделируется плоскопараллельное движение судна с одним гребным винтом, одним рулем и одним подруливающим устройством в различных условиях с учетом ветра, течения, волнения, мелководья. Разработанный программный комплекс имеет удобный графический интерфейс с отображением на экране трех основных окон – окна трехмерного изображения судна и акватории с видом из рубки судна либо извне, окна виртуальных органов управления и индикаторов и окна карты – и может функционировать в двух режимах: в интерактивном режиме, когда можно оказывать управляющие воздействия по своему усмотрению непосредственно в ходе процесса, и в режиме авторулевого. И в том, и в другом случае моделирование может осуществляться в заданном – как в реальном, так и в сильно ускоренном – масштабе времени.

Принципиальной особенностью программного комплекса является возможность простой модификации моделируемых объектов. В частности,

могут быть изменены характеристики судна, акватории и внешних условий плавания. Предусмотрен развитый графический интерфейс для ввода и обработки информации о характеристиках судна и внешней среды. Характеристики внешних условий плавания, включая глубины дна и рельеф местности, которые позволяют создавать реалистичную картину, представляются регулярными сетками с возможностью интерполяции при необходимости.

Любые входные и выходные данные могут быть выведены в табличной и графической форме. Кроме того, возможен режим работы с автоматической остановкой процесса моделирования при достижении каким-либо параметром какого-либо значения.

Имеется возможность использовать по своему выбору несколько математических моделей движения судна, выбирать несколько типов судов и даже подключать свои математические модели и связанные с ними вычислительные процедуры.

Что касается используемых математических моделей, то за основу были взяты описанные в литературе полуэмпирические расчетные модели движения судна, в рамках которых не просто используются готовые коэффициенты сил и моментов, подобранные для каждого конкретного судна тем или иным способом, а осуществляется расчет этих коэффициентов по эмпирическим зависимостям от линейных размеров и других легко измеримых параметров судна. Это позволяет учитывать изменение мореходных качеств судна при изменении его посадки, а также исследовать мореходные качества проектируемого, еще не построенного типа судна.

В целом, программный комплекс Ship Simulator 1.02 представляет собой завершённую разработку с точки зрения математического моделирования различных типов судов (при определенных предположениях), обладает достаточно удобным для практического использования интерфейсом и многофункциональностью, позволяет моделировать важнейшие функции, связанные с управлением судном. Это позволяет говорить о нем как о практически значимой разработке.

Основные области возможного применения программного комплекса таковы:

- 1) в качестве элемента учебных и профессиональных навигационных тренажеров;
- 2) в качестве бортовой системы «ассистент капитана» для прогнозирования возможности совершения того или иного маневра на данном судне в заданных условиях;
- 3) для проведения исследований, связанных с проектированием нового типа судна;
- 4) для анализа судоводительских причин аварий на морском и речном транспорте.

К недостаткам разработанного программного комплекса можно отнести следующее:

1) он не обеспечивает внешнего сходства органов управления и индикаторов с соответствующими устройствами в рубке судна, как это требуется для тренажеров;

2) математические модели не идентифицированы под конкретный тип судна. Методика их составления предполагала минимизацию погрешности в среднем по множеству различных типов судов;

3) программный пакет не позволяет моделировать ряд специальных операций, к примеру, таких, как швартовка, постановка на якорь, буксировка другого судна.

В связи с этим в перспективе в последующих версиях программного комплекса предполагаются следующие доработки и усовершенствования:

1) направленные на совершенствование изображения на экране:

– обеспечение возможности использования в программе больших карт любого разумного размера, в том числе и превышающего размер оперативной памяти компьютера, в том числе и карт с использованием разных масштабов для разных участков акватории;

– повышение реалистичности изображения земли и морского дна в трехмерной сцене;

– ряд других усовершенствований;

2) направленные на совершенствование пользовательского интерфейса:

– обеспечение возможности ввода данных теоретического чертежа судна по точкам, а также каргоплана (сведения о грузах на судне с указанием их масс и координат центра тяжести каждого груза). При этом осадку, крен и дифферент можно будет вводить не только вручную явным образом, но и при необходимости рассчитывать их на основании каргоплана. Попутно будет рассчитываться статическая остойчивость;

– обеспечение возможности задания и моделирования внешних условий плавания, нестационарных во времени, например, порывов ветра;

– обеспечение возможности задания разного уровня воды для разных участков акватории;

– обеспечение возможности моделирования движения судна в режиме авторулевого не только по заданному курсовому углу, но и вдоль некоторой заданной траектории;

– обеспечение технологии расширения функциональных возможностей программного комплекса за счет подключения новых математических моделей и/или расчетных схем, более

удобной, по сравнению с той технологией, которая уже предусмотрена в настоящее время;

- разработка таких элементов пользовательского интерфейса навигационного тренажера, которые получают внешнее сходство с соответствующими устройствами в рубке судна. Кроме того, пользователю будет предоставлена возможность подключать к программному пакету по своему выбору несколько альтернативных программных модулей, реализующих такой интерфейс и позволяющих имитировать управление разными типами судов, и разрабатывать такие модули самостоятельно;
- обеспечение возможности подключения к компьютеру нестандартных устройств ввода-вывода, которые используются во многих существующих навигационных тренажерах и имитируют устройства, имеющиеся в рубке реального судна;
- обеспечение возможности функционирования программного комплекса в режиме бортовой системы "ассистент капитана" с подключением датчиков для определения текущих параметров движения судна и функционирования его средств управления в режиме слежения в реальном времени. В этом режиме автоматически будут открываться нужные карты и прорисовываться курс судна. При необходимости из режима слежения можно будет легко переключиться в режим моделирования и прогнозирования какого-либо сложного маневра, не тратя время на то, чтобы ввести в программу описание внешних условий и исходного состояния судна и выбрать нужную карту;
- ряд других усовершенствований;

3) направленные на повышение адекватности математических моделей:

- обеспечение возможности использования не только универсальных расчетных математических моделей движения судна, но и моделей с идентифицируемыми (калибруемыми) параметрами, настраиваемыми под конкретный тип судна путем сопоставления результатов вычислительных и натуральных экспериментов. В программе будет предусмотрена возможность хранения в базе данных результатов натуральных экспериментов и запуска процедуры идентификации (калибровки) параметров модели;
- при использовании математической модели с идентифицируемыми (калибруемыми) параметрами и при функционировании программного комплекса в режиме бортовой системы "ассистент капитана" в режиме слежения может быть реализован адаптивный алгоритм идентификации (калибровки)

параметров модели непосредственно в процессе движения судна в штатном режиме без проведения каких-либо специальных натурных экспериментов и ходовых испытаний и без вывода судна из эксплуатации;

- обеспечение возможности решения краевой, или обратной задачи о поиске рационального маршрута движения судна из одной точки в другую и необходимых для его реализации управляющих воздействий с учетом требуемых геометрических координат, углов курса и дрейфа, линейной и угловой скорости в конечной точке. Алгоритмические основы решения этой задачи в настоящее время прорабатываются, и основные направления данного исследования докладывались автором на предыдущей конференции (2);
- обеспечение возможности моделирования движения нескольких судов и учета гидродинамического влияния судов друг на друга. При этом возможно несколько подходов:

а) упрощенный подход: другие суда будут двигаться по заданным траекториям по заданным кинематическим законам движения без учета динамических факторов;

б) стандартный подход: для других судов будет задана полная математическая модель, структурно аналогичная математической модели интересующего нас судна, и стандартные законы управления - например, в простейшем случае это может быть удержание судна на курсе в режиме авторулевого;

в) интеллектуальный подход: на других судах формируется закон управления в зависимости от цели, которая перед ними стоит с учетом меняющейся обстановки, в том числе и с учетом поведения нашего судна, на основе решения обратной (краевой) задачи о построении рационального маршрута и управляющих воздействий;

г) интерактивный подход, который может быть применен в многопользовательском навигационном тренажере, когда каждым моделируемым судном будет управлять человек;

- обеспечение возможности моделирования движение судна не на плоскости, а в пространстве с учетом всех 6 степеней свободы;
- обеспечение возможности учета иных внешних факторов, воздействующих на судно, включая плавание во льдах, близость причальной стенки и влияние наклонного дна;
- обеспечение возможности генерации спектров для наиболее типичных картин волнения для данного региона, в том числе с учетом трансформации волн на мелководье, с целью адекватного моделирования при неполных исходных данных о морском волнении;

- обеспечение возможности моделирования судна с несколькими рулями, с несколькими гребными винтами, в том числе снабженными направляющими или поворотными насадками, с несколькими подруливающими устройствами и иными средствами управления с возможностью оказания управляющих воздействий на каждое из них по отдельности;
- обеспечение возможности моделирования специальных операций, таких, как швартовка, в том числе и к другому судну, постановка на якорь, снятие с якоря, буксировка и т. п.;
- ряд других усовершенствований.

Список литературы

1. Сотников И. И. Об одной постановке задачи математического моделирования движения судна. Разработка программного комплекса моделирования движения судна в реальных условиях плавания. // Наука и образование - 2005: Материалы Международной научно-технической конференции (Мурманск, 06 - 14.04.05.) - Ч. IV, с. 260 – 263. - Мурманск: МГТУ, - 2005.

2. Сотников И. И. Прогнозирование движения судна с использованием математических моделей. Постановка задачи и разработка численного метода ее решения. // Материалы Международной научно-технической конференции Наука и образование - 2006 (г. Мурманск, МГТУ, 04 - 12.04.06.). - Электрон. ресурс (1 оптич. компакт-диск CD-ROM) / Мурманск: МГТУ, - 2006.

Возможности использования сценарного моделирования для изучения динамики запаса трески в Баренцевом море

Филин А.А. (Мурманск, ПИНРО, e-mail: filin@pinro.ru), **Оганин И.И.** (Мурманск, Россельхознадзор, e-mail: ogantin@rsn51.ru)

В последнее время, в связи с быстрым развитием компьютерных технологий, расширяется использование модельного экспериментирования в различных областях науки. Наряду с решением теоретических задач, областью применения этого метода служат и прикладные исследования. В частности, в рыбохозяйственной науке метод сценарного компьютерного моделирования позволяет получить сравнительный анализ последствий долгосрочных изменений в экосистеме и управлении промыслом для состояния запасов промысловых объектов, что не может быть достигнуто на основе традиционных подходов. Это существенно расширяет возможности при обосновании оптимальной стратегии эксплуатации запасов, особенно в условиях многовидового промысла, что, в частности, актуально для Баренцева моря.

В Баренцевом море основными объектами промысла служат треска и мойва. Занимая смежные трофические уровни, они имеют тесные взаимоотношения. Хищничество трески относится к числу основных природных факторов, регулирующих численность мойвы. В свою очередь, динамика запаса трески в значительной степени определяется состоянием популяции мойвы. При низкой численности мойвы снижается рост и жирность трески. Следствием этого служит задержка в возрасте полового созревания. Кроме того, у половозрелой трески при низкой жирности происходят нарушения в развитии гонад, что приводит к пропуску нереста. Уровень каннибализма у трески также в значительной степени контролируется условиями мойвенного откорма. При недостатке мойвы треска в большей степени переходит на питание собственной молодью, тем самым, регулируя численность популяции.

Метод многовидового моделирования при изучении динамики запаса баренцевоморской трески используется как российскими, так и норвежскими исследователями на протяжении последних 20 лет (Филин, 2004). С 2005 г работы в этом направлении ведутся в рамках совместного проекта по оценке максимального долгосрочного вылова в экосистеме Баренцева моря (Филин, 2006). При этом, сценарное моделирование рассматривается в качестве основного метода для оценки эффективности различных стратегий промысла при разных состояниях экосистемы Баренцева моря (Filin, Tjelmeland, 2005).

В качестве аналитического инструмента для анализа зависимости межгодовой динамики запаса трески от влияния экосистемных факторов

используется модель STOCOBAR, разрабатываемая в ПИНРО с 2000 г (Filin, 2005). STOCOBAR представляет собой комплексную имитационную модель, описывающую популяционные параметры и межвидовые взаимоотношения трески на основе последовательного воспроизведения в рамках единой функциональной системы отдельных процессов, определяющих динамику запаса трески в Баренцевом море. Разработанная модель предназначена для решения задач по совершенствованию управления эксплуатацией запаса трески на основе учета влияния межвидовых взаимоотношений.

Она может быть использована как для прогноза динамики запаса трески и ожидаемого вылова, так и для модельного анализа эффективности различных стратегий промысла. Временной шаг модели (дискретность расчетов) может устанавливаться равным 1 году или 1 полугодью. Модель является пространственно неструктурированной, т.е. без детализации воспроизводимых процессов по отдельным районам. Модель включает 7 объектов питания трески (мойву, креветку, сайку, сельдь, эвфаузиид, а также молодь пикши и самой трески).

Наряду с имитационной моделью, необходимым элементом сценарного моделирования с целью оценки долгосрочных последствий влияния экосистемных изменений на динамику запаса трески, служит стохастический сценарий развития экосистемной ситуации в Баренцевом море. При этом для трески наиболее значимыми экосистемными факторами служат: температурные условия, состояние кормовой базы и численность хищников. При разработке реалистичных экосистемных сценариев основополагающим должен служить принцип относительной предопределённости диапазона изменчивости значений экосистемных параметров. Согласно этому принципу, значение любого экосистемного параметра для конкретного временного периода, с определённой вероятностью, предопределено совокупным влиянием автокорреляционных зависимостей и экосистемных связей. При создании модельного сценария принцип относительной предопределённости может реализовываться посредством последовательного включения в сценарий различных категорий экосистемных параметров, отличающихся уровнем определяющего воздействия на динамику значений остальных элементов сценария.

В соответствии с таким подходом, в основу экосистемного сценария для анализа межгодовой динамики запаса трески в Баренцевом море, положен сценарий развития температурных условий, определяющий сценарии развития биологических процессов. Строиться он должен на основе ретроспективных данных с учётом автокорреляционных зависимостей, проявляющихся в короткопериодных циклах и долговременных периодах потепления-похолодания. Сценарий динамики кормовой базы трески должен разрабатываться с учётом предварительно

выбранного температурного сценария, используя корреляционные зависимости численности (биомассы) пищевых объектов трески от температурных условий. При формировании такого сценария используются ретроспективные оценки биомассы запаса мойвы и других пищевых объектов трески в Баренцевом море. Помимо учёта влияния физических факторов среды, при создании сценария динамики кормовой базы трески в Баренцевом море, должны также учитываться внутривидовые закономерности динамики численности включённых в сценарий видов, а также их межвидовые отношения, включая хищничество трески. Кроме того, следует иметь в виду, что развитие экосистемной ситуации в определённой степени будет зависеть от выбранного сценария управления эксплуатацией биоресурсов.

Существующая стратегия управления эксплуатацией запаса трески реализуется на основе концепции предосторожного подхода, принятой в ИКЕС. В соответствии с этим, используются следующие критерии или биологические ориентиры, для контроля за соответствием интенсивности промысла состоянию запаса трески:

B_{lim} – лимитирующий уровень нерестовой биомассы, определяющий границу, ниже которой популяция переходит в депрессивное состояние, когда промысел должен быть полностью прекращен.

$B_{r.a.}$ – минимальная биомасса нерестового запаса, при которой, с учетом неопределенности наших знаний, состояние популяции считается безопасным в отношении репродуктивных возможностей.

F_{lim} – показатель промысловой смертности, превышение которого связано с высокой степенью риска подрыва запаса в долгосрочном аспекте.

$F_{r.a.}$ – показатель промысловой смертности, использование которого при расчете ожидаемого вылова должно обеспечить 95% вероятность того, что реальная промысловая смертность не превысит величину F_{lim} , учитывая неопределенности в прогнозе, в оценках состояния запаса и объемах вылова.

Сценарное моделирование даёт возможность исследовать целесообразность использования различных подходов к управлению эксплуатацией запаса трески в зависимости от состояния экосистемы. Для этого следует получить сравнительные данные модельных расчётов продуктивности запаса трески при разных сценариях развития температурных условий, кормовой базы и численности хищников. В частности следует провести сравнительный анализ особенностей динамики запаса трески в тёплый, умеренный и холодный периоды при различных уровнях запаса мойвы. Для каждого из таких сценариев должна быть оценена промысловая смертность, при которой долгосрочный вылов будет максимальным. При этом следует учитывать неопределённости, связанные с прогнозированием динамики экосистемных параметров.

При оценке эффективности различных стратегий промысла сценарное моделирование должно осуществляться на основе стохастического подхода. Результаты статистического анализа модельных расчётов наиболее удобно представлять в виде оценки вероятности возможных изменений моделируемых показателей. При использовании такого способа учёта неопределённости вероятность может быть представлена в виде оценки риска нежелательных последствий для запаса и промысла в ходе реализации тестируемой стратегии рыболовства. В частности вероятность того, что величина запаса окажется ниже предельного установленного уровня. Риск-анализ сводится к статистической обработке результатов многократных реализаций вероятностной модели.

Список литературы

1. Филин А.А. Моделирование межвидовых отношений промысловых гидробионтов в Баренцевом море с целью оптимизации управления многовидовым промыслом // Вопросы рыболовства.- 2004. Т. 5., N2(18). С.291-304
2. Филин А.А. Российско-норвежская программа исследований по оценке максимального долгосрочного вылова в экосистеме Баренцева моря // Рыбное хозяйство. - 2006.- N1. С. 40-42
3. Filin A.A. STOCOBAR model for simulation of the cod stock dynamics in the Barents Sea considering the influence of ecosystem factors // Ecosystem dynamics and optimal long-term harvest in the Barents Sea fisheries / Proceedings of the 11-th Russian-Norwegian symposium Murmansk, 15-17 August 2005.- PINRO Press Murmansk, 2005.- Pp. 236-247.
4. Filin A.A., Tjelmeland S. Ecosystem approach to estimation of long-term yield of cod in the Barents sea. // Ecosystem dynamics and optimal long-term harvest in the Barents Sea fisheries/ Proceedings of the 11-th Russian-Norwegian symposium Murmansk, 15-17 August 2005.- PINRO Press Murmansk, 2005.- Pp. 130-137.

О некоторых методах оптимизации триангуляционной сети

Яковлев Г. Г. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ, ggyakovlev@kola.tgk1.ru)

Постановка задачи двумерной интерполяции в условиях нерегулярности размещения опорных точек.

Предметом анализа данной работы являются методы построения триангуляционных сетей с одновременным определением рационального множества опорных точек с целью получения сети с требуемыми свойствами при наименьшем количестве опорных точек и сохранении необходимого качества интерполяции данных на этой сети.

Исследуемая проблема является достаточно общей. Необходимость ее решения достаточно часто возникает в задачах обработки нерегулярно представленных в некоторой плоской области данных. В частности, подобные проблемы имеют место при проведении геодезических работ, разведке газовых и нефтяных месторождений и т.д. Отсутствие ограничений на регулярность размещения входных данных соответствует тем ситуациям, в которых местоположение замеров изучаемого параметра определяется экспериментальными возможностями и часто носит независимый от наблюдателя характер.

В данной работе, в контексте задачи восстановления трехмерной поверхности на нерегулярных данных:

- ставится задача оптимизации триангуляционной сети, с точки зрения используемого количества и расположения опорных точек (узлов) сети;
- отдельно выделяется группа методов, осуществляющих подобную оптимизацию посредством добавления к имеющейся конструкции новых точек;
- рассматриваются существующие подходы данной направленности;
- формулируются предложения по их совершенствованию.

Триангуляционные сети

Наиболее распространенные методы интерполирования трехмерных поверхностей, основанные на построении прямоугольных сеток, в условиях нерегулярности размещения данных не применимы.

В этом случае эффективным оказывается использование аппарата триангуляционных сетей.

Множество V нерегулярно представленных на плоскости точек будем называть вершинами $v_j \in V, j \in J$, где J – множество индексов вершин принадлежащих V .

Отрезок прямой линии, соединяющий любую пару вершин $i, j \in J$, будем называть дугой и обозначать $e_{ij} \in E$, где E – множество дуг. Любой дуге $e_{ij} \in E$ должно принадлежать только две вершины из V .

Тогда триангуляционной сетью T_{VE} называется множество вершин V (содержащее не менее трех вершин) и множество дуг E , удовлетворяющих следующим условиям:

$\forall v_j \in V \exists v_i \in V$, такое что $e_{ij} \in E$;

Каждая пара дуг из E может иметь только одну общую точку, и эта точка принадлежит V . Будем называть такие дуги соприкасающимися;

Для каждой дуги из E , множество соприкасающихся с ней дуг пусто;

$\forall i \in J$ множество индексов J_i , такое, что $e_{ij} \in E$, $j \in J_i$ имеет максимально возможную мощность при выполнении условия 2.

Если все вершины триангуляционной сети T_{VE} лежат в одной плоскости, то триангуляционная сеть будет называться плоской. Плоская триангуляционная сеть является частным случаем плоского неориентированного графа.

Триангуляционные сети свободны от многих недостатков прямоугольных сеток (например, необходимость задания значений измеряемой функции в каждом узле прямоугольной сети в независимости от реальной необходимости частого представления данных в областях со слабо изменяющимися значениями функции. Кроме того, направления, задаваемые прямоугольной сетью, могут быть в общем случае плохо согласованы с направлениями преимущественного изменения исходных данных.)

Одной из проблем практического использования триангуляционных сетей является неоднозначность построения триангуляции для заданного набора опорных точек.

Возможные, в таком случае, проблемы анализа свойств триангуляционных сетей решаются введением триангуляций специальных видов:

оптимальная триангуляция (обладает свойством минимальности суммы длин всех ребер триангуляции),

локально оптимальная триангуляционная сеть (любая переброска ребра приводит к увеличению суммы длин ребер сети);

триангуляция Делоне (максимальность минимального угла в треугольниках триангуляции) и т.д.

К процессу построения триангуляционных сетей, кроме того, могут предъявляться дополнительные требования, такие, например, как, заданная трудоемкость построения сети, соответствие координат соседних узлов некоторым линейным преобразованиям, непересечение ребрами триангуляции отдельных задаваемых областей и т.д. (Кузнецов, 1990)

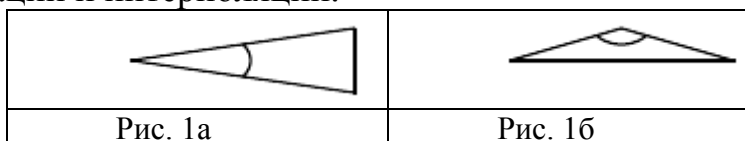
Необходимость количественного оценивания степени соответствия требуемым свойствам в конкретных триангуляционных сетях приводит к постановке вопроса об оценке «качества» триангуляционных сетей. Существуют различные методики расчета числовой характеристики

качества сети, основанные на оценивании объективных параметров триангуляционных сетей и алгоритмов их построения.

В силу особенности постановки задачи, в рамках данного исследования в качестве основного критерия качества триангуляционной сети принята оценка, позволяющая оценить качество построения на данной сети интерполирующей поверхности.

В (Shewchuk, 2005) показано, что для многих двумерных интерполянтов на триангуляционных сетях такая оценка коррелируется с оценкой геометрической правильности треугольников триангуляции. Правильность треугольников, в свою очередь, может быть оценена, например, близостью значения суммарного периметра треугольников триангуляции к минимально возможному на данном наборе опорных точек значению (Костюк, Фукс, 1998).

Другим показателем степени «правильности» треугольников может выступать величина минимального из всех углов в треугольниках триангуляционной сети. В (Shewchuk, 2002) показано, что наличие в триангуляционной сети узких треугольников с маленькими углами (см. рис 1а) приводит к ухудшению обусловленности сети, а треугольники с углами, близкими к 180 градусам (рис. 1б) вызывают увеличение ошибок дискретизации и интерполяции.

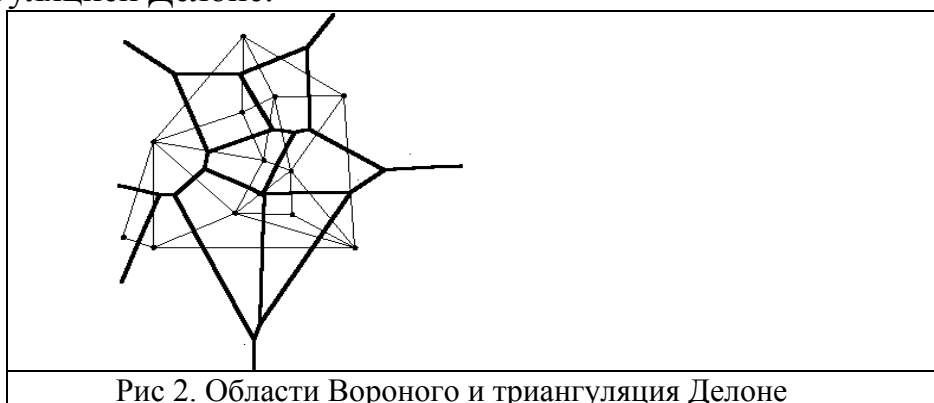


С учетом последнего наблюдения, особенно эффективным представляется использование триангуляционных сетей Делоне.

Триангуляция Делоне

Построению триангуляционной сети Делоне предшествует разбиение плоскости на области Вороного (Агиштейн, Мигдал, 1989).

После соединения между собой точек, области Вороного которых граничат друг с другом, мы получим триангуляцию, причём вершины областей Вороного будут центрами описанных окружностей для полученных треугольников. Такая конструкция и называется триангуляцией Делоне.



У неё есть и другие эквивалентные определения. Одно из них характеризует свойство триангуляции Делоне давать локально наиболее правильные треугольники. Звучит оно так: триангуляция будет триангуляцией Делоне тогда и только тогда, когда в любой паре треугольников с общим ребром, в которой это ребро можно перебросить, не нарушая планарность триангуляции, от такой переброски минимальный из шести углов в паре треугольников не увеличится (такая переброска, кстати, носит специальное название - флип). Иными словами, от любой локальной перестройки триангуляции Делоне треугольники становятся более неправильными. Доказательство этого факта можно построить на основе другого определения триангуляции Делоне, так называемого кругового критерия (Агиштейн, Мигдал, 1989).

Для того чтобы триангуляция была триангуляцией Делоне, необходимо и достаточно, чтобы внутри окружности, описанной вокруг любого из треугольников, не лежало больше ни одной вершины триангуляции Делоне.

Оптимизация триангуляционных сетей

Для любого из упоминавшихся выше критериев качества триангуляционной сети можно ставить задачу оптимизации. Под оптимизацией триангуляционной сети будем понимать совокупность операций, связанных с редактированием набора опорных точек, а также изменение алгоритма объединения опорных точек в треугольники, позволяющее максимизировать показатель качества триангуляционной сети.

В (Яковлев, 2004) показано, что количества ребер и треугольников триангуляционной сети однозначно (при условии известного количества вершин на внешней границе) определяется объемом входных данных и инвариантны к способу соединения вершин сеткой треугольников. Это позволяет строить достаточно формальные подходы к управляемому перебору триангуляций с целью оптимизации показателя их качества.

Некоторые возможные стратегии оптимизации триангуляционной сети:

выбор и оптимизация метода построения триангуляционной сети (Скворцов, 2002);

добавление новых опорных точек;

введение вспомогательных ограничений (Chew, 1993);

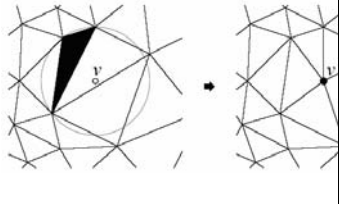
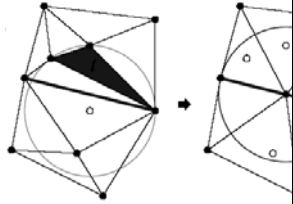
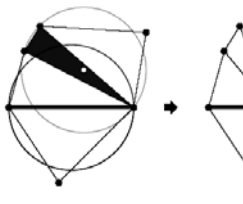
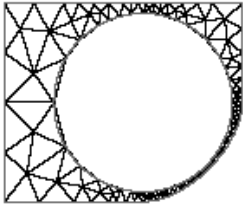
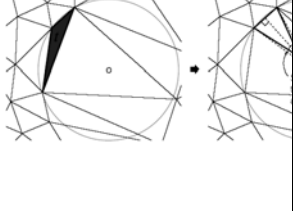
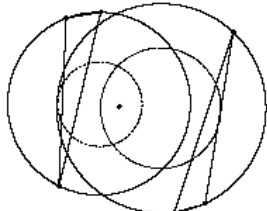
удаление опорных точек (Lee, 1991).

Алгоритмы добавления новых точек

Предметом дальнейшего рассмотрения в рамках данной работы в основном будут являться алгоритмы второй группы.

Данный вариант оптимизирования триангуляционной сети, в контексте поставленной задачи интерполирования двумерного распределения, реализуем в ситуациях, когда условия проведения эксперимента позволяют выполнять дополнительные замеры исследуемого параметра уже после получения первых результатов. Основной решаемой задачей, в таком случае, будет задача определения такого положения новой опорной точки, которое позволило бы максимально улучшить показатель качества триангуляционной сети.

Основные алгоритмы добавления дополнительных опорных точек:

		
Рис. 3а. 1-ый алгоритм Чу	Рис. 3б. 2-ой алгоритм Чу	Рис. 3в. Алгоритм Раперта
		
Рис. 3г. Алгоритм Boiven/Oliver-Gooch	Рис.3д. Off-centers алгоритм	Рис. 3е. Parallel Graded Generalized алгоритм.

1-ый алгоритм Чу(Chew), улучшения качества триангуляционной сети (1989г.);

Алгоритм позволяет избавляться от узких треугольников, добавляя новые точки в центр описанной вокруг треугольника окружности. Требование локальной правильности треугольников гарантирует, что при выполнении флипа узкий треугольник будет расформирован.

2-ой алгоритм Чу (1993г.);

На основе введения понятия «триангуляция Делоне с ограничениями» предыдущий алгоритм дополнен процедурами удаления некоторых вершин из триангуляционной сети. При условии возможности подобных перестроений данная версия алгоритма позволяет получить значительно более качественную триангуляционную сеть.

алгоритм Раперта(Ruppert) (1995г.);

Данный алгоритм развивает идеи 1-го алгоритма L.P.Chew.

Кроме процедуры вставки точки в центр описанной окружности алгоритм выполняет (причем, с более высоким приоритетом) разбиение некоторых ребер, наличие и характеристики которых определяют

присутствие в триангуляционной сети узких и слишком широких треугольников.

алгоритм Бойвена (Boiven/Oliver-Gooch) (2002);

Алгоритм представляет собой модификацию 2-го алгоритма Chew для случая наличия нелинейных участков в области триангулирования.

Off-centers алгоритм (2004г.);

Данная модификация алгоритма Раперта предлагает смещение позиции добавляемой точки в направлении ликвидируемого треугольника. В случае окружностей большого радиуса это позволяет несколько увеличить значение минимального угла получаемой конструкции.

Parallel Graded Generalized алгоритм (2006г.)

В этой модификации алгоритма Раперта положение добавляемой точки корректируется внешними дополнительными соображениями. Критерий Делоне, в данном случае, выступает в качестве ограничителя, определяющего диапазон возможной коррекции.

Анализ приведенных алгоритмов.

Можно заметить, что все приведенные алгоритмы добавления новых опорных точек, во-первых, подразумевают быстрое получение достоверной информации о реальном значении моделируемого параметра в нужных координатах (либо вообще такой информации не требуют) и, во-вторых, отказываются от известных значений в отбрасываемых точках.

Использование алгоритмов улучшения качества триангуляционной сети посредством добавления новых точек при решении других классов задач может потребовать реализации некоторых дополнительных моментов.

1) аналитическое вычисление оптимального (или, по крайней мере, локально-оптимального) положения добавляемой точки для данной триангуляционной конструкции.

Например, алгоритм Раперта может быть модифицирован следующим образом:

В случае попадания центра окружности $Окр(c, R)$, описанной вокруг уничтожаемого треугольника в треугольник, соседний с уничтожаемым. Координаты добавляемой точки можно получить из решения следующей задачи нелинейной оптимизации:

$$\begin{aligned} &Max(z(x, y)) \\ &\begin{cases} f_i(x, y) \geq z(x, y), i = \overline{1, 12} \\ (x, y) \in t_i \\ (x, y) \in Окр(c, R) \end{cases} \end{aligned}$$

Где,

$f_i(x, y)$ - функция, отражающая зависимость величины угла одного из формируемых треугольников от координат добавляемой точки.

t_i - треугольник, которому принадлежит центр окружности $Окр(c, R)$.

<p>Рис 4а. Узкий треугольник в триангуляции Делоне. Минимальный угол составляет 6.56°</p>	<p>Рис 4б. Новая точка добавлена в соответствии с алгоритмом Раперта. Минимальный угол составляет 8.84°</p>	<p>Рис 4в. Новая точка добавлена в соответствии с решением задачи нелинейной оптимизации. Минимальный угол составляет 10.96°</p>

2) пропорциональное (а не равное) деление ребер триангуляционной сети в зависимости от плотности распределения соседних точек;

3) комплексное согласование процедуры удаления опорных точек (в рамках развития идеи 2-го алгоритма Чу) с конкретными алгоритмами оптимизации триангуляционных сетей посредством удаления опорных точек;

4) учет дополнительной информации (например, степень доверия к информации в конкретной опорной точке (а значит и степень обязательности ее присутствия в результирующей триангуляционной сети), поведение интерполирующей функции в окрестности конкретной точки и т.д.).

Все приведенные соображения требуют дополнительных вычислительных расходов при выполнении оптимизации триангуляционной сети. Однако, в ряде областей применения триангуляций, там, где выполнение новых замеров изучаемого параметра сопряжено с организационными, техническими и др. сложностями подобные расходы могут быть оправданы.

Список литературы

1. Агиштейн М. Э., Мигдал А. А. "Как увидеть невидимое?". Сборник статей: "Эксперимент на дисплее" М. Наука, 1989.
2. Кузнецов А.Ю. Алгоритмы построения двумерной триангуляции Делоне//Предпринт, Новосибирск, 1990.
3. Скворцов А. В. Сжатие топологических связей триангуляции // Вычислительные методы и программирование, 2002, м. 3, № 2.

4. Костюк Ю. Л., Фукс А. Л. Приближенное вычисление оптимальной триангуляции --- Геоинформатика. Теория и практика. Вып.1 - Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1998, с.61-66.
5. Яковлев Г. Г. О математическом описании триангуляционных сетей//Материалы МНТК «Наука и образование-2004», Мурманск, 2004
6. Alper AungAor. Off-centers: A new type of Steiner points for computing size-optimal guaranteed-quality Delaunay triangulations, in Proceedings of LATIN, Apr. 2004, pp. 152-161.
7. Chernikov N, Chrisochoides P. Parallel Graded Generalized Delaunay Mesh Refinement, 2006.
8. Chew L.P, Guaranteed quality mesh generation for curved surfaces, in Annual ACM Symposium on Computational Geometry, 1993, pp. 274-280.
9. Lee J. Comparison of existing methods for building triangular irregular network models of terrain from grid digital elevation models // Int. Journal of GIS. 1991. Vol. 5. N. 3. P. 267–285.
10. Nielson G, Franke R. Surface construction based upon triangulation, 1983.
11. Ruppert J. A Delaunay refinement algorithm for quality 2-dimensional mesh generation, Journal of Algorithms, 18(3) (1995), pp. 548-585.
12. Shewchuk J.R. What Is a Good Linear Element? Interpolation, Conditioning, and Quality Measures, Eleventh International Meshing Roundtable (Ithaca, New York), pages 115-126, Sandia National Laboratories, September 2002
13. Shewchuk J.R. Theoretically Guaranteed Delaunay Mesh Generation– In Practice, September 2005
14. Shewchuk J.R. Triangle: Engineering a 2D Quality Mesh Generator and Delaunay Triangulator in Applied Computational Geometry: Towards Geometric Engineering, Ming C. Lin and Dinesh Manocha, eds., vol. 1148 of Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, May 1996, pp. 203-222. From the First ACM Workshop on Applied Computational Geometry.

***СЕКЦИЯ:
«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ
КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА И
ШЕЛЬФА БАРЕНЦЕВА МОРЯ»***

Геохимические особенности вулканитов Печенгской структуры как отражение глубинных мантийных процессов в раннем протерозое Кольско-Карельского региона

Баянова Т.Б., Скуфьин П.К. (г. Апатиты Мурманской обл., Геологический институт КНЦ РАН, e-mail: skuf@geoksc.apatity.ru)

Cross section of volcanites of the Early Proterozoic Pechenga Area from a position of Sm-Nd isotopic ratio is characterized. It is established, that volcanites most ancient of Majarvi and Pirttijarvi Fms have the characteristics of anomalous and enriched mantle. But volcanites of Zapolyarni Fm - representatives of depleted mantle, and volcanites of the Matert Fm, as well as volcanites of the Southern Pechenga Complex - representatives of anomalous and enriched mantle.

Печенгская структура относится к числу наиболее изученных раннедокембрийских структур мира, что обусловлено наличием связанных с этой структурой крупных месторождений Cu-Ni руд, четко стратифицированным разрезом, который рассматривается как стратотип нижнего протерозоя, а также заложением и проходкой Кольской сверхглубокой скважины, по-прежнему остающейся самой глубокой в мире (12262 м). Эта структура представляет собой асимметричный синклинорий, сложенный породами печенгского (время формирования 2500-1905 млн. лет) и южнопеченгского (1905-1700 млн. лет) комплексов. Разрез пород печенгского комплекса представлен четырьмя надгоризонтами (снизу вверх) – сариолием (телевинская осадочная и маярвинская вулканогенная свиты – соответственно I ОС и I ВС), нижним ятулием (кувернеринийокская осадочная и пирттиярвинская вулканогенная свиты – соответственно II ОС и II ВС), верхним ятулием (лучломпольская осадочная свита – III ОС) и людиковием, который охватывает заполярнинскую вулканогенную (III ВС), ждановскую (продуктивную) туфогенно-осадочную – IV ОС, и матертскую (IV ВС) вулканогенную свиты.

Для палеопротерозоя Карелии и Кольского полуострова устанавливается 2 основных типа мантийных источников, один из которых соответствует деплетированной мантии и характеризует ятулийские базальты Карелии, а также офиолиты Йормуа и Оутокумпу ($T = 1970$ млн. лет, $\epsilon_{Nd}(T) = +3.1, +3.2$) (Kontinen, 1987). Второй тип соответствует обогащенной или же аномальной (метасоматизированной) мантии. На Печенге сюда относятся породы вулканиты сариолия, нижнего ятулия и карелия, а также породы габбро-верлитовой рудоносной ассоциации. Проведенные нами исследования Sm-Nd изотопных соотношений по

разрезу вулканитов печенгского комплекса указывают на сложные и неоднозначные условия формирования вулканогенных пород Печенги (Таблица 1, Рис. 1). Бонинитоподобные андезибазальты и андезиты самой древней маярвинской (I BC) свиты ($T = 2325$ млн. лет, $\epsilon_{Nd}(T) = -3.39, -4.19, -6.26$), а также субщелочные породы вышележащей пирттиярвинской (II BC) свиты ($T = 2215$ млн. лет, $\epsilon_{Nd} = -1.56, -1.68, -2.69, -2.83$) имеют характеристики аномальной или обогащенной мантии. Модельный возраст $T_{Nd}(DM)$ для андезитоидов I BC варьирует в пределах 2844-3017 млн. лет, а для пород II BC – в пределах 2590-2789 млн. лет. Более молодые титанистые и железистые базальты заполярнинской (III BC) свиты имеют характеристики деплетированной мантии ($T = 2115$ млн. лет, $\epsilon_{Nd}(T) = +1.99, +2.15, +2.18, +2.90$) и модельный возраст $T_{Nd}(DM)$ равен 2161-2273 млн. лет.

Таблица 1.

Изотопные Sm-Nd данные для пород печенгского и южнопеченгского комплексов

№ п/п	№ пробы	Порода	Свита	Содержание, ppm		Изотопные отношения		$T_{Nd}(DM)$ млн. лет	Возраст, млн. лет	$\epsilon_{Nd}(T)$
				Sm	Nd	$^{147}Sm/^{144}Nd$	$^{143}Nd/^{144}Nd$			
Печенгский комплекс										
1	X-453.4	Андезит	I BC	4.81	25.72	0.113103	0.511148±3	2878	2324	-4.19
2	X-412.6	Андезибазальт		3.39	17.31	0.118437	0.511268±10	2844	2320	-3.39
3	05/2	Андезибазальт		3.46	17.24	0.121200	0.511219±22	3017	2320	-6.26
4	K-74	Муджиерит	II BC	11.46	52.61	0.131639	0.511546±11	2789	2214	-2.83
5	K-53	Трахиандезит		10.43	45.82	0.137547	0.511697±16	2697	2214	-1.56
6	K-54	Трахиандезит		11.51	52.75	0.131878	0.511557±18	2773	2214	-2.69
7	X-267.0	Базальт		4.49	23.89	0.113727	0.511343±5	2590	2214	-1.68
8	42-40.0	Базальт	III BC	3.34	12.66	0.159453	0.512232±6	2266	2114	+2.18
9	41-274.5	Базальт		4.28	16.95	0.152453	0.512125±10	2273	2114	+1.99
10	41-39.0	Базальт		3.50	13.68	0.154754	0.512165±11	2258	2114	+2.15
11	41-120.5	Базальт		3.56	13.34	0.161203	0.512293±11	2161	2114	+2.90
12	87/18	Ti-базальт	IV BC (низы)	6.92	32.21	0.129767	0.511840±12	2172	1980	+1.43
13	91/3	Базальт	IV BC (верхи)	2.85	11.54	0.149061	0.512013±11	2422	1960	+0.04
14	91/2	Базальт		2.83	11.55	0.147853	0.511993±9	2424	1960	-0.04
15	91/1	Базальт		2.73	11.03	0.149562	0.512013±9	2442	1960	-0.09
16	87/75	Ферропикрит	IV BC	10.44	49.65	0.127087	0.511725±10	2309	1980	-0.14
17	3077-350.0	Ферропикрит		5.70	22.95	0.150127	0.511993±9	2470	1980	-0.48
18	3077-313.0	Ферропикрит		5.11	28.32	0.109073	0.511564±7	2142	1980	+1.20
19	87/8	Риолит		14.94	77.16	0.117054	0.511513±12	2404	1980	-1.83
20	87/3	Риолит	IV BC	21.79	114.49	0.115026	0.511502±12	2371	1980	-1.53
21	87/10	Риолит		13.41	69.85	0.116011	0.511523±11	2362	1980	-1.37
22	1684/1	Перидотит		IV OC	3.81	18.67	0.123400	0.511746±26	2177	1960

23	Pet1/1.0	Габбро		9.55	41.36	0.139600	0.511959±10	2217	1960	+1.4
24	02/10	Габбро-долерит	Заполяринский вулкан- ноцентр	6.37	26.78	0.143859	0.511812±23	2690	1920	-3.13
25	02/12	Базальт		4.94	21.17	0.140947	0.511804±23	2595	1920	-2.56
26	02/12B	Базальт		6.52	27.46	0.143486	0.511887±21	2505	1920	-1.57
27	02/17	Базальт		6.61	28.11	0.142031	0.511889±14	2448	1920	-1.17
Южнопеченгский комплекс										
28	89-76	Пикрит	Менель- ская свита	3.30	10.97	0.181832	0.512473±10	2762	1865	+0.3 1
29	89-77	Пикрит		3.44	13.04	0.159683	0.512473± 5	2317	1865	+0.6 2
30	89-78	Пикрит		2.58	9.32	0.167526	0.512254±11	2612	1865	- 0.55
31	89-88	Пикрит		2.24	7.63	0.177815	0.512430±15	2618	1865	+0.4 3
32	89-95	Пикрит		3.31	12.82	0.156087	0.512157± 6	2334	1865	+0.2 9
33	89-62	Mg-базальт		3.24	12.47	0.157121	0.512164± 5	2359	1865	+0.1 8
34	88-8	Андезит	Каплин- ская свита	9.17	51.99	0.106597	0.511243± 9	2556	1855	- 5.75
35	88-126	Андезит		8.11	46.34	0.105801	0.511217± 4	2574	1855	- 6.07
36	88-130	Андезит		8.38	47.30	0.107161	0.511264± 5	2539	1855	- 5.48
37	СЮ-2	Андезибазальт		7.13	39.16	0.110050	0.511393±15	2418	1855	- 2.63
38	C-1418403	Дациит	Интрузии г.Порьиташ	2.22	10.14	0.132269	0.511542± 7	2820	1855	- 4.55
39	C- 1418701	Риолит		4.94	24.26	0.123059	0.511481± 8	2627	1855	- 3.32
40	89-B134	Трахидациит	Субвулкан- ические интрузии	6.08	29.09	0.126281	0.511650± 5	2424	1855	- 1.13
41	89-B145/8	Трахидациит		1.83	11.32	0.097842	0.511161± 6	2470	1855	- 4.55
42	89-74	Трахидациит		2.15	13.55	0.096005	0.511158± 8	2435	1855	- 2.92
43	89-184	Гранит		1.08	6.73	0.096555	0.511103± 6	2519	1855	- 5.06

Примечание: Изотопные исследования Sm и Nd выполнены на семиканальном масс-спектрометре "Finnigan MAT-262", в статическом режиме. Погрешность определений воспроизводимости параллельных анализов изотопного состава Nd стандарта La Jolla = 0.511833 ± 6 (N = 11) не превысила 0.0024 (2σ). Холостое внутрилабораторное загрязнение по Nd равно 0.3 нг и по Sm равно 0.06 нг.

Базальты и ферропикриты самой молодой матертской свиты – вновь продукты аномальной мантии ($T = 1980-1970$ млн. лет; $\epsilon_{Nd}(T)$ колеблется от -0.48 до $+1.43$). Наблюдаются вариации первичного отношения $\epsilon_{Nd}(T)$ – от $+1.43$ для толеитовых базальтов низов свиты до $+0.04$, -0.04 , -0.09 для базальтов ее верхов. Не менее сложные

закономерности и для ферропикритов; здесь наблюдаются вариации $\epsilon_{Nd}(T)$ в пределах +1.20, -0.14, -0.48. Для риолитов матертской свиты, генезис которых связан с дифференциацией ферропикритового расплава, $\epsilon_{Nd}(T)$ равен -1.37, -1.53, -1.83. Модельный возраст $T_{Nd}(DM)$ для базальтов IV вулканогенной свиты варьирует в узком диапазоне 2422-2442 млн. лет, а ферропикритов и их дифференциатов-риолитов – в диапазоне 2142-2470 млн. лет. Вариации первичного отношения $\epsilon_{Nd}(T)$ для базальтов Заполярнинского вулканочентра составляют -1.17, -1.57, -2.56, -3.13, т.е. имеют характеристики аномальной или обогащенной мантии и близки аналогичным показателям для ферропикритов IV ВС и их дифференциатов, особенно риолитов. Модельный возраст $T_{(DM)}$ для базальтов вулканочентра варьирует в диапазоне 2448-2690 млн. лет.

Причины отрицательных или положительных значений $\epsilon_{Nd}(T)$ для матертских толеитовых базальтов, ферропикритов и риолитов неоднозначны. Вариации $\epsilon_{Nd}(T)$ могли быть обусловлены генерацией расплавов с различных глубин неоднородного мантийного источника, но могли быть связаны с эволюцией самого источника. Бонинитовые маярвинские андезибазальты и андезиты, а также субщелочные породы пирттиярвинской свиты могли быть продуктом глубинной зоны гранатовых перидотитов протерозойского суперплюма, в то время как относительно низкотемпературные высокотитанистые базальты и ферропикриты заполярнинской и матертской свит характеризуют малоглубинный уровень его головной части. Подобные вариации $\epsilon_{Nd}(T)$ характерны и для пикритов более молодого южнопеченгского комплекса (Табл. 1). Здесь в менельской вулканогенной свите (возраст 1865 млн. лет) пикриты и Mg-базальты имеют характеристики аномальной мантии ($\epsilon_{Nd}(T) = +0.62, +0.43, +0.31, +0.29, +0.18, -0.55$). Модельный возраст этих пород варьирует в пределах 2.317-2.762 млн. лет. Характерно, что подобные же вариации отрицательных и положительных значений первичного отношения $\epsilon_{Nd}(T)$ характерны и для офиолитов "поздней свиты" комплекса Йормуа, в то время как офиолиты "ранней свиты" имеют положительные характеристики $\epsilon_{Nd}(T)$, типичные для деплетированной мантии (Lahtinen, Nuhma, 1997).

В то же время андезиты синхронной каплинской вулканогенной свиты, а также гранитоидные субвулканические породы Южной зоны имеют характеристики обогащенной мантии (возраст 1855 млн. лет; $\epsilon_{Nd}(T)$ равен -1.13, -2.63, -2.92, -3.32, -4.55, -4.55, -5.06, -5.48, -5.75, -6.07). Модельный возраст кислых пород варьирует в пределах 2.424-2.820 млн. лет.

Список литературы

1. Kontinen A. An Early Proterozoic ophiolite – the Jormua mafic-ultramafic complex, northeast Finland // Precambrian Res. 1987. V. 35, p. 313-341.

2. Lahtinen R. and Huhma H. Isotopic and geochemical constraints on the evolution of the 1.93-1.79 Ga Svecofennian crust and mantle in Finland // Precambrian Res. 1997. V. 82, p. 13-34.

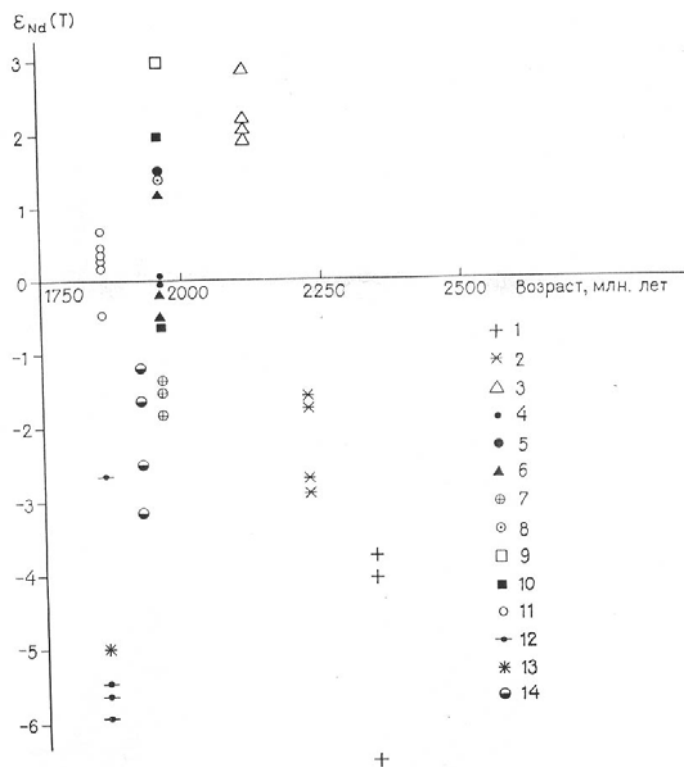


Рисунок 1. Вариации значений $\epsilon_{Nd}(T)$ для вулканитов и интрузивных пород Печенгской структуры.

1 – андезибазальты I BC; 2 – субщелочные вулканиты II BC; 3 – базальты III BC; 4-7 – породы IV BC: 4 – базальты; 5 – высокотитанистый базальт в основании разреза свиты; 6 – ферропикриты; 7 – риолиты; 8 – интрузивные породы габбро-верлитовой ассоциации; 9, 10 – офиолиты соответственно ”ранней свиты” (9) и ”поздней свиты” (10) комплекса Йормуа; 11 – базальты Заполярнинского вулканоцентра.

Новые (забытые старые) акценты кристалломорфологии

Войтеховский Ю. Л. (Геологический институт КНЦ РАН, кафедра геологии и полезных ископаемых АФ МГТУ, woyt@geoksc.apatity.ru)

It is shown in the paper that some old and rather forgotten ideas can be renovated in the frameworks of recent mineralogical crystallography due to the computer calculations. They are (i) the Minkowsky theorem on the unique definition of any convex polyhedron, (ii) the combinatorial analysis of the crystalline polyhedra and (iii) their interpretation from the point of the Curie dissymmetry principle.

Статья имеет целью показать, что компьютерные технологии позволяют использовать изрядно забытые концепции на качественно новом уровне. Рассмотрим лишь один пример – возможность точного описания форм кристаллов и их интерпретации для реконструкции условий природного минералообразования. Эта сюжетная линия объединяет имена Г. Минковского, В. Гольдшмидта и П. Кюри (рис. 1).



Рис. 1. Слева направо: Г. Минковский, В. Гольдшмидт, П. Кюри.

Г. Минковский доказал теорему о том, что выпуклый многогранник однозначно фиксируется ориентировками нормалей к граням и площадями последних. При этом геометрическая сумма векторов нормалей с весовыми коэффициентами – площадями соответствующих граней – равна нулю. К сожалению, эта “теорема существования” не указывает способа построения многогранника. Но она издавна привлекала внимание кристаллографов и минералогов, поскольку указывает на принципиальную возможность фиксации формы кристаллического многогранника по доступным для измерения параметрам. Определение ориентировок нормалей эквивалентно определению кристаллографических символов граней, что является обычной задачей гониометрического изучения

кристаллов. Измерение площадей граней не представляет принципиальных трудностей. Таким образом, проблема долгие годы

состояла в создании способов построения и визуализации многогранника в контексте теоремы Минковского. Такой алгоритм был создан автором и реализован в компьютерном варианте Д.Г. Степенчиковым. Он состоит в последовательном дискретном смещении граней идеальной формы кристалла вдоль нормалей в ту или другую сторону в зависимости от соотношения площадей граней, достигаемого на каждом шаге, в сравнении с требуемым. Результаты построения для природных кристаллов алмаنديна показаны на рис. 2.

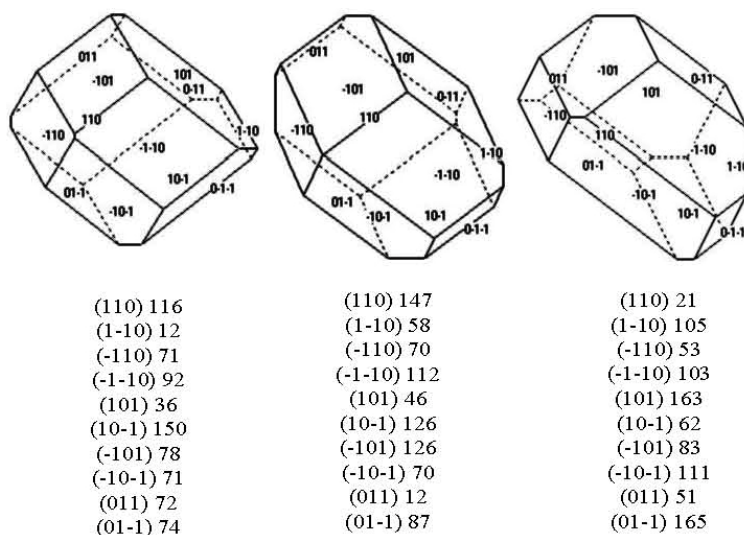


Рис. 2. Зависимость форм кристаллов алмаنديна (г. Круглая, Зап. Кейвы, Кольский п-ов) от соотношения площадей граней

Точное описание формы кристалла некогда считалось обязательным при его изучении. Историческим памятником этого этапа в становлении минералогии (и затем отделившейся от нее кристаллографии) является многотомное собрание зарисовок кристаллов *Atlas der Krystallformen*, в течение 20 лет создававшееся В. Гольдшмидтом. Оно наглядно показывает огромное разнообразие форм кристаллов одного и того же минерала, обусловленное не только комбинацией различных кристаллографических простых форм, но даже для одной простой формы. На рис. 3 даны кристаллографические октаэдры алмаза и ромбододекаэдры граната, геометрически различные в контексте теоремы Минковского. Труд В. Гольдшмидта определенно ставит вопрос, исчислимо ли многообразие кристаллографических форм в каком-либо математически корректно определяемом приближении?

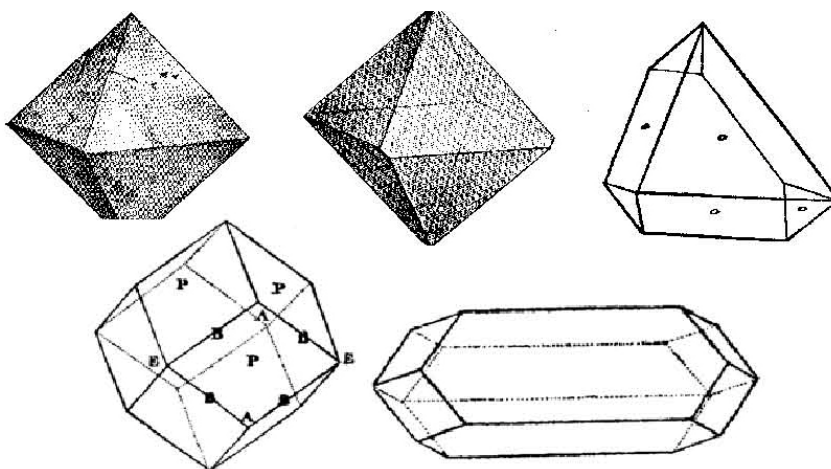


Рис. 3. Формы природных алмазов (вверху) и гранатов (внизу) из Atlas der Krystallformen В. Гольдшмидта.

Автором предложено определение реальной кристаллографической простой формы как любого полиэдра, ограниченного хотя бы некоторыми из граней идеальной формы, находящимися в стандартной ориентации, но на произвольном расстоянии от начала координат. Комбинация реальных кристаллографических простых форм определяется аналогично. Реальную кристаллографическую простую форму предложено фиксировать комбинаторным типом (числом и способом сочетания различных граней) и комбинаторной симметрией (точечной группой симметрии самого симметричного представителя данного комбинаторного типа). В комбинаторном приближении перечисление реальных кристаллографических простых форм оказывается возможным. Так, существуют 625 реальных кристаллографических ромбододекаэдров, из них лишь 34 – полногранных (рис. 4).

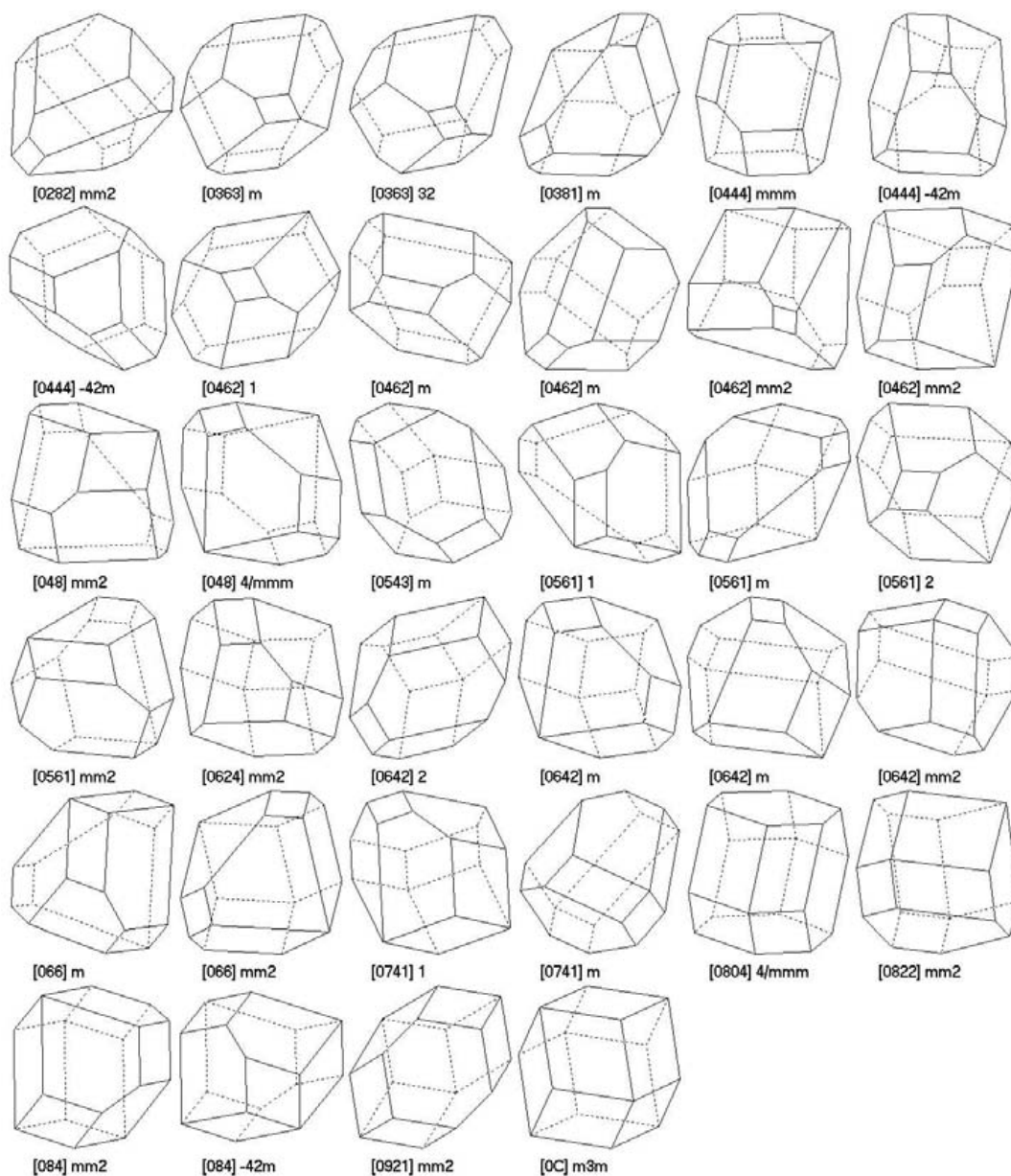


Рис. 4. Полногранные реальные ромбододекаэдры

Форма ромбододекаэдра характерна для кристаллов альмандина, что побудило автора изучить распространенность ее различных комбинаторных типов на месторождениях абразивных гранатов Западных Кейв, Кольский полуостров. Для этого в приповерхностной зоне месторождения г. Круглой была собрана представительная – порядка 1500 – коллекция кристаллов (рис. 5). Среди них диагностирован 21 комбинаторный тип: [0282] mm2, [0444] mmm, [0462] mm2, [0462] mm2, [048] 4/mmm, [0543] m, [0561] m, [0561] mm2, [0624] mm2, [0642] 2, [0642] m, [0642] m, [0642] mm2, [066] mm2, [0741] 1, [0804] 4/mmm, [0822] mm2, [084] mm2, [084] -42m, [0921] mm2, [0,12] m3m. Это определено

указывает на многообразие локальных обстановок формирования кристаллов.



Рис. 5. Сбор коллекции кристаллов алмадина на г. Круглой, Западные Кейвы, Кольский полуостров

Их реконструкция возможна на основе принципа диссимметрии Кюри, утверждающего, что в эволюционирующем объекте сохраняются лишь те внутренне присущие ему элементы симметрии, которые не противоречат симметрии среды. П. Кюри показал, что все мыслимые состояния природных сред можно описать семью предельными группами, из которых три не содержат плоскостей симметрии и потому допускают энантиоморфные (зеркально-симметричные) разновидности форм. В геометрической интерпретации они даны на рис. 6.

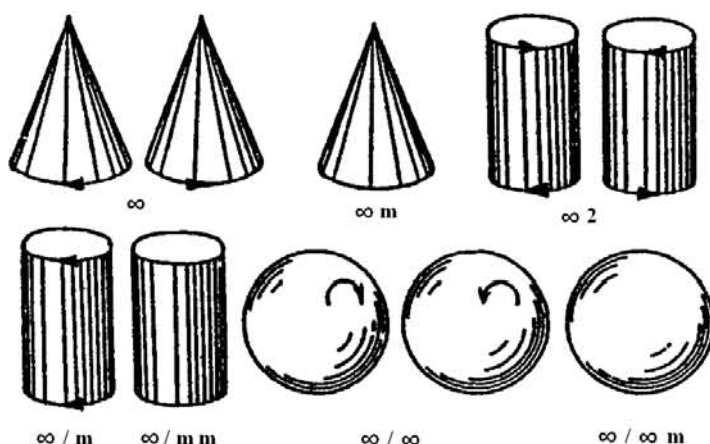


Рис. 6. Геометрическая интерпретация предельных групп симметрии П. Кюри.

Принцип реконструкции состоит в том, чтобы найти минимальную предельную группу симметрии Кюри, в которую вкладывается точечная группа симметрии кристалла. Так, обнаружение на г. Круглой кристаллов алмазина с симметриями 1 и 2 чрезвычайно интересно, так как указывает (табл.) на симметрию среды типа ∞ (вращающегося конуса, рис. 6). Как ранее показано рядом авторов, она реализуется в крыльях формирующихся складок при дифференциальном проскальзывании слоев.

Выводы:

1. Алгоритм, реализующий теорему Минковского, позволяет точно воспроизводить форму кристалла.

2. Комбинаторное разнообразие кристаллографической простой формы может быть велико (625 ромбододекаэдров), но заведомо конечно.

3. В свете принципа диссимметрии Кюри, комбинаторные типы кристаллов фиксируют степень отклонения симметрии среды в диапазоне от $\infty/\infty m$ до ∞ .

К проблеме наноразмерных минеральных частиц в решении технологических и экологических задач

Дудкин О. Б. (г. Апатиты, Апатитский филиал МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых, e-mail: dudkin@geoksc.apatity.ru)

The slowly transformations of mineral nanoparticles in water are scantily known. Experiment were performed on the finely divided apatite-nepheline ore of Khibina deposits on exposure 20° C and pH 7. 9 – 8.0 for a time 3 days – 3 months. Nepheline of the ore were transformed into amorphous phase, suppose F-apatite suffer a los of the F-anion. Slowly transformations of mineral nanoparticles in water are usable for technologies of the environmental.

С развитием физикохимии наносистем (Мелихов, 2002) расширились возможности исследования наноразмерных и близких к наноразмерности минеральных частиц в природных и техногенных средах. В горно-обогатительном производстве они в огромном количестве генерируются в виде пыли и шламов. На дневной поверхности по скальным породам образуется кора выветривания, сложенная устойчивыми к атмосферным условиям субмикронными и наноразмерными частицами окислов, гидроокислов, гидрослюд, глинистых минералов, охр. Кора выветривания развивается в геологическом времени, в условиях Севера признаки ее образования по вскрытым эндогенным породам можно заметить только через сотни лет (Дудкин, Мазухина, 2001). Наноминералы кор выветривания давно изучаются, в последний период новейшими методами. Что касается поведения в атмосферной среде тонких частиц эндогенных минералов, то здесь серьезные исследования только начинаются. Было известно быстрое, почти мгновенное растворение частиц менее 0,01 мкм таких минералов как плагиоклазы, оливин, некоторые сульфиды (Deju, 1971; Huang, Kiang, 1972 и др.). Физико-химическим моделированием предсказано растворение в поверхностных водах наночастиц кварца и темноцветных минералов (Кашик, Карпов, 1987). Отдельные сведения о нестандартном поведении тонких частиц минералов можно найти в работах последнего времени (Трубецкой и др., 2003; Петрова, 2005 и др.).

Главным источником воздействия на сформировавшиеся на глубине минералы является вода, насыщенная атмосферными составляющими. Для изучения поведения в водной среде тонких минеральных частиц была выбрана апатит-нефелиновая руда Хибин, состав которой представлен как растворимыми в слабых кислотах минералами, – нефелином, фельдшпатоидами, апатитом, так и трудно растворимыми или нерастворимыми титанитом, микроклином, пироксеном, титаномагнетитом. Исследования проводились на пробе полосчатой руды Юкспорского месторождения состава (вес. %): нефелин 42, апатит 38,

пироксен 12, титанит 3, титаномагнетит 1, полевой шпат 2. Содержания основных химических компонентов в этой породе (вес. %) составили: SiO₂ 25.50, TiO₂ 0.52, Al₂O₃ 18.90, Fe₂O₃ 2.29, CaO 19.00, Na₂O 10.82, K₂O 3.12, P₂O₅ 16.63.

На дне озер и невысыхающих ручьев Хибинских гор наблюдаются признаки медленного растворения нефелина на поверхности пород, что свидетельствуют о возможности быстрого растворения тонких частиц этого минерала в большом объеме воды при pH 5.2 – 5,9. Это подтвердилось при предварительном классификационном анализе растертой пробы. Решено было поставить опыты, имитирующие условия застойных водных коллекторов. В качестве атмосферной воды для опытов использовалась дистиллированная вода, выдержанная на воздухе в комнатных условиях в течение 2 месяцев.

Таблица 1.

Состав воды (мг/л) после опытов по взаимодействию тонко растертой апатит-нефелиновой породы с постоянным объемом воды.

Компонент	1	2	3	4	Компонент	1	2	3	4
pH	7.16	7.7	7.94	8.05	Si мкг/л (NO ₃ +NO ₂)	1.3	0.14	0.62	4.77
Ca мг/л	0.63	3.65	2.87	3.05	Al мкг/л	0.03	0.085	0.59	0.76
Mg мг/л	0.07	1.03	0.19	0.04	Fe мкг/л	0.02	0.034	0.058	0.11
Na мг/л	4.5	16.2	2.63	10.1	Cu мкг/л	-	0.004	0.002	0.001
K мг/л	1.17	2.54	4.4	2,91	Zn мкг/л	-	0.001	0.003	0.001
SO ₄ мг/л	2.05	26.9	0.43	0,2	Mn мкг/л	0.003	0.009	0.002	0.001
Cl мг/л	0.52	5.29	0.39	0.30	Sr мкг/л	0.005	0.063	0.28	0.19
P _{общ} мкг/л	-	0.001	1.94	3.2					

Примечание. 1–анализ поверхностной воды Хибинского массива вдали от предприятий (Мазухина, Сандимиров, 2005); 2 – состав воды у дна оз. Имандра в зоне влияния стоков апатит-нефелиновых обогатительных фабрик, аналитик Л.П. Кудрявцева (ИППЭС КНЦ РАН); состав воды в опытах после ее контакта с тонко растертой пробой апатит-нефелиновой руды: 3 – в течение 3 суток; 4 – в течение 3 месяцев (аналитик Л.П. Кудрявцева).

Навески растертой пробы в 5 гр. заливались 250 мл воды и, периодически перемешиваясь, оставались в постоянном объеме воды на 1 сутки, 3 суток и на 3 месяца. В конце опыта порошки породы отстаивались. Вода фильтровалась через мембранный фильтр 0.45 мкм, после чего анализировался ее состав. В целом состав воды после опытов

близок составу технологической воды обогатительных фабрик за исключением низких содержаний SO_4 и Cl (табл. 1). Содержание фосфора в воде не превысило максимальные значения для континентальных и океанических вод (Griffith et al., 1973). После очистки воды от минеральных частиц на фильтре оставался рентгеноаморфный осадок, спектральный эмиссионный анализ которого показал высокие содержания Si , Al и Na .

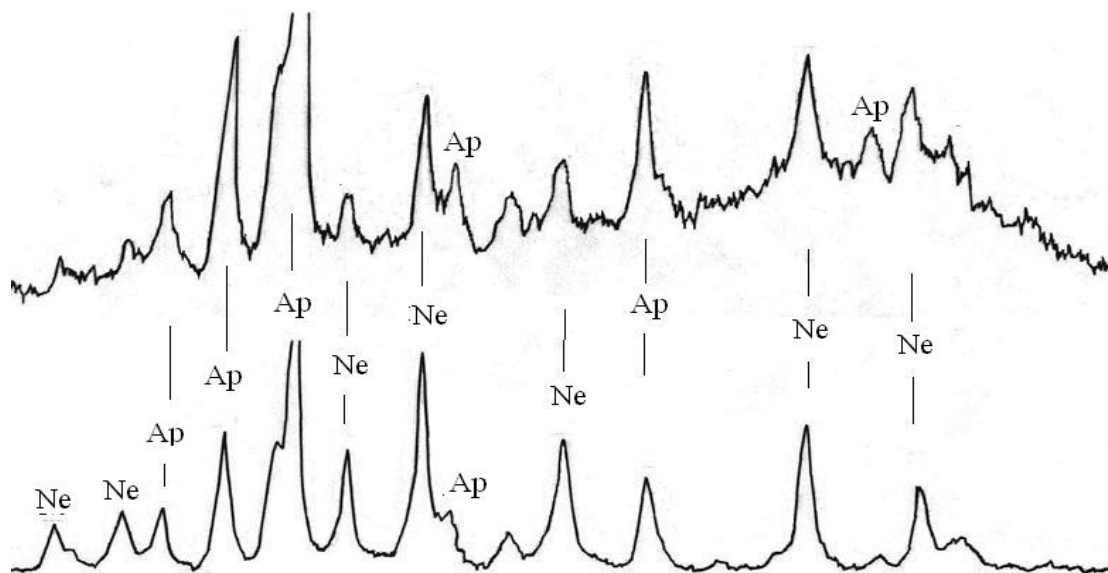


Рис. 1 Дифрактограммы растертой апатит-нефелиновой руды до (внизу) и после (вверху) ее пребывания в воде в течение 3 месяцев. Ap – апатит; Ne – нефелин. Записи выполнены в Геологическом институте КНЦ РАН Е.А. Селивановой.

Навески растертой пробы в 5 гр. заливались 250 мл воды и, периодически перемешиваясь, оставались в постоянном объеме воды на 1 сутки, 3 суток и на 3 месяца. В конце опыта порошки породы отстаивались. Вода фильтровалась через мембранный фильтр 0.45 мкм, после чего анализировался ее состав. В целом состав воды после опытов близок составу технологической воды обогатительных фабрик за исключением низких содержаний SO_4 и Cl (табл. 1). Содержание фосфора в воде не превысило максимальные значения для континентальных и океанических вод (Griffith et al., 1973). После очистки воды от минеральных частиц на фильтре оставался рентгеноаморфный осадок, спектральный эмиссионный анализ которого показал высокие содержания Si , Al и Na .

В порошках проб после опытов так же установлено присутствие дисперсных фаз. Это показали дифрактограммы порошков и подтвердили спектры ИКС (О.А. Залкинд, ИХТРЭМС КНЦ РАН). Особенно высоким оказалось содержание коллоидных фаз после контакта порошка руды с постоянным объемом воды в течение 3 месяцев (рис.1). Одновременно с увеличением дисперсности, дифрактограммы полученных порошков показали уменьшение содержания кристаллического нефелина (рис.1).

Уменьшение содержания кристаллического нефелина с возрастанием содержания дисперсных фаз проверено анализами на рентгеноспектральном микроанализаторе MS-46 в прессованных таблетках (рис. 2).

По результатам рентгеновского анализа и составу воды можно заключить, что наноразмерные частицы нефелина в постоянном объеме воды при высоких значениях рН медленно переходят в коллоидную фазу цеолитового состава, тогда как тонкие частицы апатита сохраняются (рис. 1).. При этом для апатита по рентгенограммам были замечены признаки увеличения в его составе содержания гидроксила (Е.А. Селиванова, ГИ КНЦ РАН).

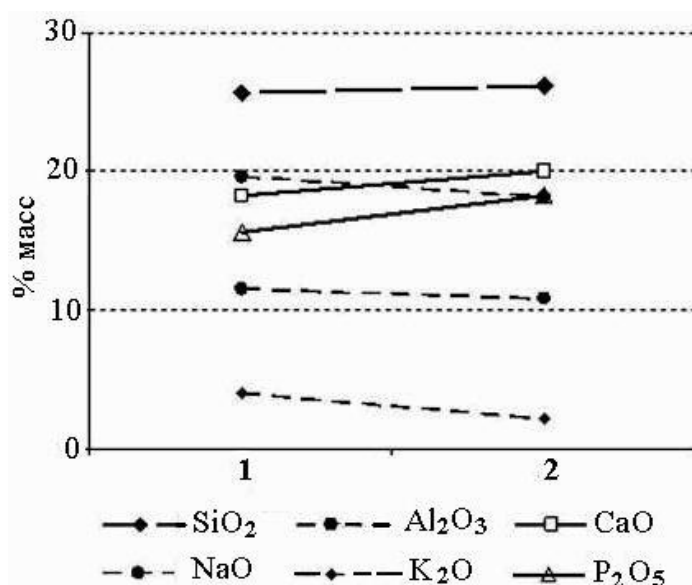


Рис. 2. Основные изменения в составе растертой пробы апатит-нефелиновой руды (1) после ее пребывания в воде в течение 3 месяцев (2). Тонкие взвеси удалены. Аналитик Я.А. Пахомовский, ГИ КНЦ РАН.

Изучена проба верхнего слоя донных осадков озера Имандра в месте впадения р. Белая, которая несет стоки с хвостохранилищ обогатительных фабрик. В составе пробы донных осадков во фракции +0.01 мм в иммерсионных препаратах кроме нефелина и апатита установлено заметное количество кварца, полевых шпатов, присутствие амфиболов и хлорита. Это свидетельствует о сносе рекой в озеро вещества пород, вмещающих Хибинский массив, но главными составляющими осадков являются нефелин и апатит руд. Для изучения фракций пробы донных осадков -0.002 мм использовались те же методы, что и для пробы руды. Результаты показали высокое содержание аморфных фаз с преобладанием в их составе компонентов нефелина. При этом выявился избыток кремнезема, в связи с чем, возможно, поверхностные донные взвеси при высыхании обнаружили цементирующие свойства.

Проведенные опыты свидетельствуют о том, что кроме процессов корообразования по коренным породам и быстрого растворения тонких частиц эндогенных минералов в атмосферных водах, в гипергенных условиях имеют место и медленные процессы изменений наноразмерных частиц коренных пород в течение месяцев и, возможно, лет. Это ведет к варианту энергетически мягких технологий (Ваганов, 2006; Котова, 2006 и др.) с использованием кроме низких температур и концентраций реагентов фактора времени. Такой подход возможен при консервации пылеотстойников и переработке в полезные продукты шламов горнообогатительных предприятий. В решении экологических проблем апатит-нефелинового производства это может быть разработка методов медленного уплотнения и консервации донных взвесей озер и технических водоотстойников, а так же участков песков хвостохранилищ, проявляющих в связи с присутствием коллоидных фаз свойства, напоминающие эффект зыбучих песков. К сожалению, подобные разработки сложны в организации: они требуют длительного времени, что затрудняет их финансирование по грантам, необходимость широкого набора дорогостоящей современной аппаратуры, участия в совместной работе геохимиков, химиков-технологов и экологов.

Список литературы

1. Дудкин О.Б., Мазухина С.И. Гипергенные процессы как основа технологических разработок по консервации песков хвостохранилищ // Обогащение руд, N 4, с. 36-39, 2001.
2. Дудкин О.Б. Сандимиров С.С. Нефелин как источник аморфных фаз в гипергенных процессах. Докл. РАН, т. 412, № 5, 2007 (в печати).
3. Ваганов П.А. Нанотехнологии в экологии. Вестник Санкт-Петербургского гос. университета, сер. 7, вып. 2, с. 3 – 8.
4. Кашик С.А., Карпов И.К. Физико-химическая теория образования зональности в коре выветривания. Новосибирск. Наука (Сибирское отд.). 152 с. 1978.
5. Котова О.Б. Индустриальные наноминералы и проблемы технологической минералогии. // Результаты фундаментальных и прикладных исследований по разработке методик технологической оценки руд металлов и промышленных минералов на ранних стадиях геологоразведочных работ. КарНЦ РАН, Петрозаводск, с. 21 – 25, 2006.
6. Мелихов И.В. Физикохимия наносистем: успехи и проблемы. Вестник РАН, т. 72. № 10, с. 900 – 902, 2002.
7. Петрова В.В. Низкотемпературные вторичные минералы и их роль в литогенезе (силикаты, алюмосиликаты, гидроокислы). Тр. Геологического института, вып. 515, М. ГЕОС, 247 с. 2005.

8. Трубецкой К.Н., Викторов С.Д., Галченко Ю.П., Одинцов В.Н. Техногенные минеральные частицы как проблема освоения недр. Вестник РАН, т. 76, № 4, с. 318 – 324, 2006.

9. Deju R.A. A model of chemical weathering of silicate minerals.// Bull. Amer. Geol. Soc. V. 82, № 4, p. 1055-1062, 1971.

10. Huang W.H., Kiang W. C. Laboratory dissolution of plagioclase feldspars in water and organic acids at room temperature. // Amer. Miner. V. 57, p. 1849-1859, 1972.

11. Griffith E. J., Beeton A., Spencer J. M., Mitchell D. T. (Ed.) Environmental Phosphorus Handbook, J. Wiley & Sons, New York, 760 p. 1973.

К вопросу резервирования запасов руды при их нормировании по степени подготовленности к добыче

Едигарьев В.Г. (АФ МГТУ, кафедра горного дела, e-mail: edval@goi.kolasc.net.ru)

Perspective application of mathematical and statistical methods to solve problem of managing the ore resources operated is shown at this article.

В решении задач обеспечения ритмичной работы рудников, экономически выгодного использования производственных мощностей и сохранения недр правильно определенная величина и соотношение подготовленных и готовых к добыче запасов в значительной степени влияют на конечные результаты работы предприятия. Как излишнее, так и недостаточное количество запасов влечет за собой нерациональное использование ресурсов, увеличение расходов на добычу и переработку руды, снижение интенсивности отработки месторождения и повышение потерь полезного ископаемого.

Для упорядочения процесса движения запасов и учета их количества по категориям подготовленности к добыче, единственным способом является установление соответствующих нормативов.

Запасы той или иной категории подготовленности к добыче заключены в выемочных единицах, поэтому для определения нормативной величины готовых к добыче запасов достаточно определить число выемочных единиц, находящихся в стадии очистной выемки, а подготовленных - в стадии подготовительно - нарезных работ.

При заданной производительности рудника A_p среднее число выемочных единиц в стадии очистной выемки равно

$$\bar{N}_o = \frac{A_p k_o}{\bar{a}_o}, \quad (1)$$

где \bar{a}_o - средняя производительность выемочной единицы по извлечению запасов, k_o - доля очистной выемки в производительности рудника.

Число выемочных единиц, определенное по формуле (1), обеспечит производительность рудника при условии их непрерывной работы по извлечению руды. Для того чтобы обеспечить эту непрерывность, необходимо иметь резерв выемочных единиц, находящихся в стадии подготовительно-нарезных работ. Из условия согласованности стадий отработки выемочной единицы справедливо следующее соотношение

$$\frac{\bar{N}_o}{\bar{N}_n} = \frac{\bar{T}_o}{\bar{T}_n}, \text{ откуда } \bar{N}_n = \bar{N}_o \bar{T}_n / \bar{T}_o, \quad (2)$$

где \bar{N}_n, \bar{N}_o - среднее количество выемочных единиц в одновременной работе в периодах нарезки и очистной выемки, \bar{T}_n, \bar{T}_o - средняя продолжительность периодов нарезки и очистной выемки.

Существующие методы определения нормативов предусматривают решение задачи в детерминированной постановке с использованием средних значений, однако почти все параметры, характеризующие состояние подготовленности запасов (производительность выемочных единиц в стадии очистной выемки, скорость проведения подготовительно-нарезных выработок, количество запасов в выемочных единицах), в реальных условиях представляют собой вероятностные величины. Более сложным условиям разработки соответствуют большие колебания значений параметров, характеризующих состояние подготовленности запасов, в связи с чем, существует вероятность возникновения дефицита выемочных единиц и срыва производственной программы рудника. В этих условиях требуется создание резерва запасов, обеспечивающего необходимую надежность выполнения производственной программы рудника.

При этом определение рационального резерва запасов сводится к установлению такого дополнительного числа выемочных единиц, одновременно находящихся в стадии подготовительно-нарезных работ, которое гарантирует необходимую (заданную) степень надежности выполнения производственной программы рудника при характерных для данных условий отклонениях определяющих параметров в неблагоприятную сторону от принятых (детерминированных) значений.

Рассмотрим зависимости изменения числа выемочных единиц от варьирования параметров, влияющих на величину подготовленности запасов. Статистические оценки математического ожидания и дисперсии случайного отклонения от детерминированной величины параметра X_i равны

$$M[\delta X_i] = M[X_{\phi i}] - X_{ni}; \quad (3)$$

$$D[\delta X_i] = D[X_{\phi i}], \quad (4)$$

где $M[\delta X_i]$, $M[X_{\phi i}]$ - соответственно математические ожидания отклонения параметра и фактического значения параметра; X_{ni} - планируемое значение параметра; $D[\delta X_i]$, $D[X_{\phi i}]$ - соответственно дисперсии отклонения и фактического значения параметра.

Максимальное отклонение параметра от планируемого значения определяется по формуле

$$\Delta X_i = t_{V_{xi}} X_{ni} \sqrt{N^{-1}}, \quad (5)$$

где $t=3$ - коэффициент доверительной вероятности; V_{xi} - коэффициент вариации параметра; N - количество выемочных единиц, формирующих статистическую выборку.

При любом распределении случайной величины можно утверждать, что величина отклонения не будет больше планируемой, если коэффициент $t=3$. Вероятность данного события при нормальном распределении случайной величины равна 0.997, а в случае неизвестного закона распределения - определится нижним пределом, равным 0.89.

При фиксированной производительности рудника должно быть справедливо равенство

$$N_{ni}X_{ni} = N_{\phi}\bar{X}_{\phi i}, \quad (6)$$

где N_n , N_{ϕ} - соответственно планируемое и необходимое количество выемочных единиц в одновременной работе.

Исходя из этого, резерв выемочных единиц, компенсирующий возможную вариацию параметра, определится из формулы

$$\Delta N = \frac{N_n t V_{xi} (\sqrt{N})^{-1}}{1 - t V_{xi} (\sqrt{N})^{-1}}. \quad (7)$$

Резервирование осуществляется за счет дополнительных выемочных единиц, что требует опережающего проведения подготовительно - нарезных выработок в выемочных единицах, находящихся впереди фронта очистной выемки по ходу его движения. Этим достигается возможность включения резервных выемочных единиц в любом из периодов цикла отработки. Так, чтобы не иметь дефицита выемочных единиц в очистной выемке, в стадии производства нарезных работ необходимо иметь больше выемочных единиц, чем это предусмотрено детерминированным расчетом. В этих выемочных единицах нарезные работы должны быть завершены, а запасы полезного ископаемого, сосредоточенные в них, учитываться как готовые к выемке.

Естественно, что резерв выемочных единиц в нарезке, компенсирующий их возможный дефицит по причине вариации этого параметра и обеспечивающий необходимую надежность, может быть определен по формуле

$$\Delta N_n^z = \frac{N_n t V \sqrt{N^{-1}}}{1 - t V \sqrt{N^{-1}}} \quad (8)$$

Максимальный резерв рассчитывается при $t=3$, а вероятность отсутствия дефицита выемочных единиц в нарезке при этом равна

$$P(\Delta N_{nmax}^z) = 0.997$$

Таким образом, для обеспечения необходимой надежности, равной, например: 0.9, 0.95, 0.98, 0.99, достаточно определить резерв выемочных единиц при соответствующих t : 1.65, 1.96, 2.25, 3.00.

Возможно решение обратной задачи - определить уровень надежности готовых к добыче запасов при планируемом резерве выемочных единиц в нарезке - R_n^z

$$P(R_n^c) = \frac{\Phi^*(R_n^c \sqrt{N^{-1}})}{V(N_n + R_n^c)} \quad (9)$$

где Φ^* - нормальная функция интеграла вероятностей.

Резерв выемочных единиц в нарезке должен компенсировать вариацию нескольких параметров, определяющих продолжительность цикла отработки выемочной единицы. Как уже отмечалось, такими параметрами являются: производительность очистной выемки, скорость проведения подготовительно - нарезных выработок, мощность рудного тела (или при постоянной геометрии выемочных единиц - извлекаемые запасы). В этом случае событие отсутствия дефицита выемочных единиц - сложное, состоящее из независимых событий отсутствия дефицита по причинам: 1) надежности очистной выемки, 2) надежности подготовительно-нарезных работ, 3) погрешностей определения запасов. Вероятности таких сложных событий определяются произведением вероятностей независимых событий

$$P(\Delta N_n^c) = P(\Delta N_{n1}^c)P(\Delta N_{n2}^c)P(\Delta N_{n3}^c), \quad (10)$$

что означает вероятность отсутствия дефицита выемочных единиц при величине резерва ΔN_n^c по указанным выше причинам.

Приведенная методика позволяет определить резерв выемочных единиц, гарантирующий выполнение производственной программы рудника с заданной надежностью. Показана возможность решения обратной задачи - определение уровня надежности готовых к добыче запасов при планируемом резерве выемочных единиц.

Примеры прогрессивной деформации в палеопротерозойских породах Кольского региона

Елисеев Р.А.¹, Балаганский В.В.^{1,2} (¹ *Апатитский филиал МГТУ*,
² *Геологический институт КНЦ РАН, e-mail: balagan@geoksc.apatity.ru*)

Progressive deformation has been studied. It is represented by quartz-chlorite wings of pyrite crystals and aggregates in auriferous shear zones in the Pechenga Belt and by a set of extensional veins filled with prehnite aggregates in the Pana-Fedorova layered intrusion.

Введение. Одними из интересных структур, развитых в метаморфических породах, являются сдвиговые зоны (*shear zones*). Сдвигом здесь является механизм деформации (*shear*), а не тип разлома (сдвиг как тип разлома отвечает термину *strike-slip fault*). В этих зонах часто наблюдаются структурные формы прогрессивной деформации, примеры которой редки в работах по Кольскому региону. Прогрессивной деформацией (*progressive deformation*) называется процесс накопления деформации со временем (Passchier, Trouw, 1998). Прогрессивную деформацию можно описать только тогда, когда можно выделить сменяющие друг друга стадии одного и того же процесса деформации. В данной работе приводятся два примера прогрессивной деформации.

Печенгская структура является частью Печенга-Имандра-Варзугского рифта, развивавшегося с 2,5 до 1,8 млрд лет. На контакте пород Северной и Южной зон этой структуры были выявлены золотоносные сдвиговые зоны (Балаганский, Беляев, 2005). Нами изучены породы из этих зон, включая метабазалты четвертой толщи Печенги.

Метабазалты имеют сланцеватую текстуру и фиброгранобластовую структуру с элементами катакластической. Породообразующие минералы представлены плагиоклазом (в менее измененных породах андезин № 34, в измененных, по-видимому, более кислый), актинолитом и хлоритом (содержание, по визуальным оценкам, до 40, 35 и 25%, соответственно), а также кальцитом и клиноцоизитом (оба до 10%). Кварц является второстепенным минералом. Среди аксессуарных минералов был обнаружен титанит. Метабазалты содержат метаморфическую ассоциацию *плагиоклаз + актинолит + хлорит + клиноцоизит + кальцит + кварц*. Для метабазалтов Печенги, метаморфизованных в условиях зеленосланцевой фации, приводятся следующие ассоциации: Хл + Акт₃₅₋₃₈ + Эп + Карб + Аб₁₀₋₁₂ + Кв, Хл + Акт₃₉₋₄₁ + Эп + Аб₅₋₇ + Кв, Хл + Акт₂₆ ± Карб + Аб + Кв (Петров и др., 1986). Таким образом, изученные метабазалты подверглись изменению в условиях зеленосланцевой фации метаморфизма.

Метабазальты на участке Пороярви содержат карбонат-сульфидные жилки и являются золотоносными (Балаганский, Беляев, 2005). Жилки и метабазальты расланцованы и милонитизированы, о чем свидетельствуют ленточный кварц, раздробленные зерна карбонатов и смещение их двойников, хлорит-амфиболовые милониты и др. Жилки сложены преимущественно сульфидами (до 20%), кальцитом (до 60%), кварцем (от 10 до 40%), хлоритом и актинолитом, реже наблюдается клиноцоизит. Сульфиды представлены пиритом (около 80%), пирротином (до 20%), халькопиритом (не более 1%) и единичными микрочастицами галенита (Хеладзе, 2005).

Рядом с отдельными зернами сульфидов и их скоплениями иногда наблюдаются каймы или своеобразные "хвосты", состоящие преимущественно из кварца (до 70%) и хлорита (до 25%), изредка с включениями актинолита (до 5%). Каймы и "хвосты" представляют собой сростки зерен фибровидного кварца и хлорита, параллельных друг другу (рис. 3а, в). Метаморфический их парагенезис *актинолит + хлорит + кварц* принци-

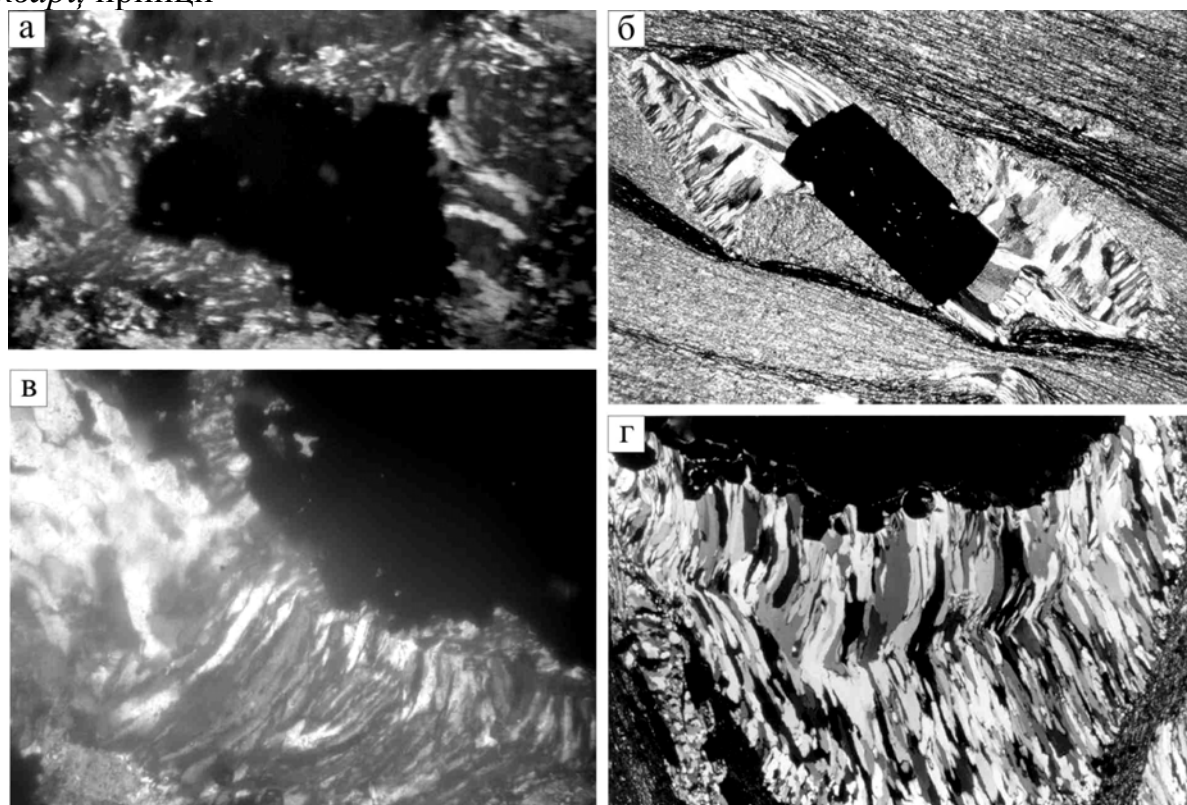


Рис. 1. Фибровидные агрегаты кварца, хлорита и актинолита в карбонат-сульфидных жилках в метабазальтах (а, в) и литературные примеры аналогичных агрегатов (б, г) (Passchier, Trouw, 1998).

пиально сходен с таковыми метабазальтов и жилков. Следовательно, каймы и "хвосты" образовались при таких максимальных *P-T* условиях

метаморфизма. Это предполагает, что в то же время образовалась и золоторудная минерализация. Фибровидные образования могут быть в целом как прямыми (рис. 1а), так и изогнутыми при сохранении параллельности зерен друг другу (рис. 1в). Часто фибры в двух смежных "хвостах" одного и того же включения расположены перпендикулярно друг другу (рис. 1а, в). Фибры в "хвостах" близлежащих зерен сульфидов имеют сходную ориентировку и располагаются параллельно сланцеватости и милонитовой полосчатости.

Примеры подобных фибровидных агрегатов описаны в литературе (Passchier, Trouw, 1998; Ramsay, Huber, 1983). Образование этих агрегатов объясняется следующим образом. Сульфиды являются относительно твердым материалом, и в анизотропном поле напряжений на одних сторонах кристаллов или скоплений сульфидов возникают участки пониженного давления, а на других – повышенного. Наиболее подвижные компоненты (таких как кварц, хлорит и другие минералы) растворяются и перемещаются из участков с повышенным давлением в участки пониженного давления. При этом происходит рост кристаллов субперпендикулярно грани зерна и перпендикулярно направлению действия нагрузки (параллельно направлению удлинения породы). Если наблюдается плавный поворот в направлении роста фибр, то это значит, что в процессе роста фибр кристалл (включение) равномерно вращался. Если фибры в смежных "хвостах" одного и того же кристалла развернуты относительно друг друга на 90 градусов, то это означает, что кристалл повернулся на аналогичный угол (рис. 1б).

Соответственно описанный нами пример является примером прогрессивной деформации в условиях анизотропного поля напряжения и простого сдвига.

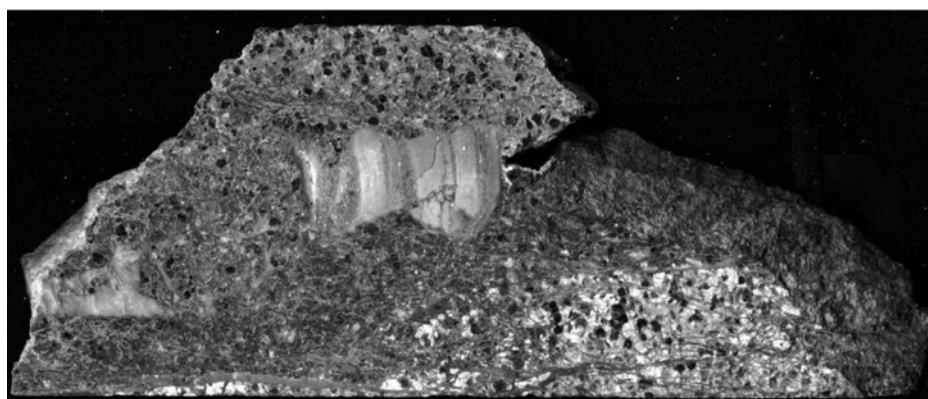


Рис. 2. Распиленный и приполированный керн из скв. № 41 с фрагментами полосчатой пренитовой породы (длина керна 16 см).

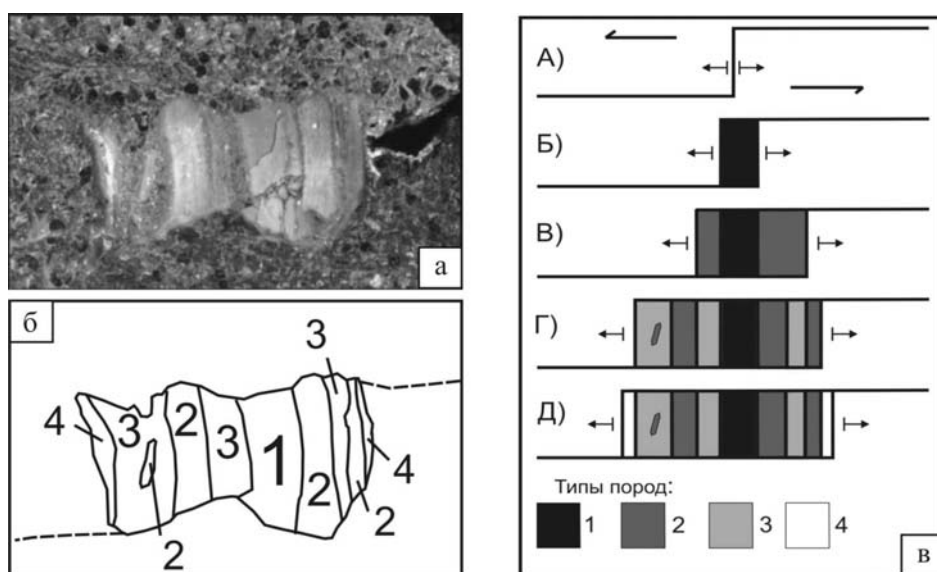


Рис. 3. Фрагмент пренитовой породы шириной 3,5 см (а), выделенные типы пород (б) и стадии образования фрагмента (в).

Федорово-Панский массив принадлежит к основным расслоенным массивам, возраст которых равен 2.49–2.51 млрд лет (Баянова, 2004). Он является платиноносным (Митрофанов и др., 2005) и на нем ведутся работы с бурением. В керне скв. № 41, сложенном сильно измененным и раздробленным габброидом, был обнаружен фрагмент породы, местами полосчатой и тонкополосчатой (рис. 2). На первый взгляд фрагмент напоминает ксенолит, но при детальном изучении было установлено, что это не так.

Фрагмент состоит из пород трех различных по структуре типов: тонкополосчатой, полосчатой и неполосчатой; полости, заполненные кварцем, можно выделить как четвертый тип. Породы первых трех типов мономинеральные и сложены пренитом (данные Т.В. Рундквист). В шлифах пренит образует лучистые агрегаты. Таким образом, эти породы образовались в условиях пренит-пумпелиитовой субфации зеленосланцевой фации метаморфизма, причем при отсутствии напряжений.

Полосчатость, наблюдаемая в некоторых частях фрагмента, строго параллельна боковым контактам и пустотам с кварцем. В породе третьего типа присутствует небольшой ксенолит полосчатой породы второго типа (рис. 3а, б). В правом верхнем и левом нижнем углах фрагмента (рис. 3а) можно обнаружить зоны дробления, насыщенные пренитом. От левого нижнего угла фрагмента такая зона прослеживается влево и соединяется с верхним правым углом другого аналогичного фрагмента, полосчатость в котором субпараллельна полосчатости в первом фрагменте (рис. 2).

Эти типы пород отвечают разным стадиям образования фрагмента. На первой стадии (рис. 3в, А) появилась зигзагообразная трещина. На второй стадии (рис. 3в, Б) сдвиговые движения приводят к раскрытию полости в теле габброида, которая заполняется тонкополосчатой пренитовой породой (№ 1, рис. 3б). Процесс раскрытия-заполнения происходит многократно и поэтому формируется тонкая полосчатость. На третьей стадии (рис. 3в, В) продолжающиеся сдвиговые деформации приводят к раскрытию новых трещин по краям ранее сформированной породы. Они заполняются полосчатой породой (рис. 3б, № 2), но здесь число раскрытий-заполнений было меньше, чем в породе № 1, и формируется более грубая полосчатость. На четвертой стадии (рис. 3в, Г) продолжают возникать новые трещины, которые моментально залечиваются неполосчатой породой (№ 3 на рис. 3б), т.е. скорость образования и заполнения пустот была настолько высокой, что полосчатость почти не возникала. На такую высокую скорость деформации указывает ксенолит породы № 2 в породе № 3 (рис. 3а, б). На заключительной стадии (рис. 3в, Д) образуются небольшие полости по краям фрагмента, которые заполняются кварцем, причем часть пустот остается незаполненной. На всех стадиях новые трещины располагались практически параллельно старым трещинам.

Таким образом, мы имеем дело с прогрессивной деформацией, в процессе которой идет послойная кристаллизация материала с хаотично расположенными лучистыми агрегатами пренита в быстро раскрывающихся трещинах, т.е. перпендикулярно направлению растяжения. Если бы скорость кристаллизации пренитового материала была бы выше, чем скорость растяжения (раскрытия трещин), то пренит образовывал бы фибры, параллельные направлению растяжения и перпендикулярные стенкам трещин.

Выводы. В первом случае прогрессивной деформации новообразованные минералы росли параллельно направлению растяжения породы, т.е. скорость кристаллизации ($V_{кр}$) превышала скорость деформации ($V_{деф}$). Во втором случае плоскостные текстуры новообразованных пород заполняли быстро раскрывшиеся трещины, т.е. полосчатость располагалась перпендикулярно направлению растяжения ($V_{деф} > V_{кр}$). Таким образом, разные структурные узоры, возникающие при прогрессивной деформации, определяются соотношением скоростей $V_{деф}$ и $V_{кр}$.

Авторы благодарны Т.В. Рундквист (ОАО "Пана", ГИ КНЦ РАН) за предоставленный образец метагабброида.

Список литературы

1. Балаганский В.В., Беляев О.А. Золотоносные сдвиговые зоны в раннем докембрии Кольского полуострова: прогноз и первые результаты // Петрография XXI века. Т. 3. Петрология и рудоносность регионов СНГ и Балтийского щита. Апатиты: КНЦ РАН. 2005. С. 37–38.
2. Баянова Т.Б. Возраст реперных геологических комплексов Кольского региона и длительность процессов магматизм. СПб.: Наука. 2004. 174 с.
3. Митрофанов Ф.П., Нерадовский Ю.Н., Субботин В.В. и др. Рудовмещающие породы и видовое разнообразие минералов ЭПГ в интрузивных комплексах Кольского региона // Петрография XXI века. Т. 3. Петрология и рудоносность регионов СНГ и Балтийского щита. Апатиты: КНЦ РАН. 2005. С. 192–193.
4. Петров В.П., Беляев О.А., Волошина З.М. и др. Метаморфизм супракрустальных комплексов раннего докембрия. Л.: Наука. 1986. 272 с.
5. Хеладзе С.М. Петрография и минералогия золотоносной сдвиговой зоны района озера Пороярви. Выпускная квалифик. работа магистра. Апатитский филиал Мурманск. гос. техн. универ. 2005.
6. Passchier C.W., Trouw R.A.J. Microtectonics. Berlin, etc.: Springer Verlag. 1998.
7. Ramsay J.G., Huber M.I.. The Techniques of Modern Structural Geology. V. 1. Strain Analysis. London, etc.: Academic Press. 1983. 307 .

Распределение REE в породах Кейвского щелочногранитного комплекса

Зозуля Д.Р., Бочковой В.В. (Геологический институт Кольского НЦ РАН, Апатитский филиал МГТУ)

Distribution of REE in Keivy peralkaline granite complex (high La/Yb_n ratios, distinctive negative Eu/Eu* anomalies) indicates on origin of granites by the fractional crystallization of alkaline basalt magma. The primary magma could be represented by Sakharjok essexite, having the primitive REE chondrite-normalized pattern. Spatially associated gabbro-anorthosites have the positive Eu/Eu* anomaly and represent the intermediate unit of the fractional range as the plagioclase cumulate.

Щелочногранитный магматизм занимает особое место в петрологии гранитоидных пород не только благодаря уникальности химического состава и металлогенической нагрузки, но и формированию его в определенных геодинамических обстановках. Отличительной чертой геохимии щелочных гранитов является их обогащенность HFS (Zr, Nb, Ti, Ta, REE) и некоторыми LIL (K, Na, Rb) элементами. Массивы Кейвского щелочногранитного комплекса тяготеют к периферийным участкам Кейвского террейна. Они представляют собой межформационные пластовые интрузии мощностью 0.2-0.6 км, подошвой которых являются породы архейского ТТГ-фундамента, а в кровле расположены породы Кейвского гнейсо-сланцевого комплекса. Возраста формирования щелочных гранитов и связанных с ними пород находятся в интервале 2.61-2.68 млрд лет (Zozulya et al., 2006). Всего выделяется шесть массивов: Западно-Кейвский, Белых Тундр, Лаврентьевский, Понойский, Пачинский, Нижнепонойский. Некоторые из них имеют субгоризонтальное положение и характеризуются значительными размерами выхода на поверхность (Западно-Кейвский - 1200 км², Понойский - 700 км²). Другие имеют крутопадающее залегание и обладают удлиненной формой (Белые Тундры, Лаврентьевский, Пачинский). Весьма характерна тесная пространственная приуроченность интрузий щелочных гранитов к позднеархейским массивам основных пород. Так, массив Западных Кейв с южной и восточной сторон контактирует с габбро-анортозитами Щучьеозерского и Цагинского массивов, имеющих сходный возраст формирования 2.66-2.68 млрд лет (Баянова, 2004), выходы габброидов и амфиболитов отмечаются в Лаврентьевском и Понойском массивах.

В ходе предпринятого исследования изучались четыре массива щелочных гранитов - Западно-Кейвский, Белых тундр, Понойский,

Лаврентьевский, а так же Сахарйокский массив нефелиновых сиенитов и Цагинский массив габбро-анортозитов. Определение содержаний REE проводилось методом INAA (проф. Н.Эби, Массачусетский университет г. Ловелл, США).

Западно-Кейвский массив расположен в западной и северо-западной части Кейвского террейна. Его строение весьма сложное. Широтной полосой гнейсов и сланцев Кейвского комплекса, сужающейся в западном направлении, массив делится на две части - северную и южную. В северной части граниты по крутому несогласному разлому контактируют с гнейсо-гранитами архейского фундамента, кровлей для них служат гнейсы лебяжинской свиты. Серией подково-образных даек в архейском фундаменте массив Западных Кейв соединяется с массивом Белых Тундр (Батиев, 1976). Эти дайки обычно сложены эгирин-авгит-феррогастингситовыми гранитами, граносиенитами и кварцевыми сиенитами, имеют крутое залегание, их мощность варьирует от десятков и сотен метров до 3-4 км. По геологическим данным, щелочные граносиениты являются первой, более ранней фазой внедрения массивов щелочных гранитов. Породы самой интрузии сложены, в основном, тремя минеральными разновидностями пород: эгирин-арфведсонитовыми, энigmatит-арфведсонитовыми и магнетит-эгириновыми гранитами. Граниты обладают гнейсовидной текстурой. Внутренние структуры пород массива непостоянны и плавно меняют свое направление в зависимости от контакта с вмещающими породами кровли. В целом они почти всегда конформны структурам гнейсов. В эндо- и экзоконтактных зонах щелочных гранитов размещены многочисленные пегматиты и метасоматиты, несущие богатую Zr-Nb-Y-REE минерализацию, и кварц-ильменитовые жилы.

В южной части Западно-Кейвского массива расположен небольшой трещинного типа Сахарйокский массив щелочных недосыщенных пород, сложенный дифференцированной серией: эссекситы – щелочные сиениты - нефелиновые сиениты. Он приурочен к эрозионному окну в щелочных гранитах, сложенному архейскими гнейсо-диоритами и габбро-анортозитами. Щелочные породы внедрились по вертикальному разлому между щелочными гранитами и гнейсо-диоритами в виде протяженных, свыше 7 км, крутопадающих дайкообразных тел. Максимальной ширины (1,5-2 км) массив достигает в северной части. В западной и юго-западной части массива залегают щелочные сиениты ранней интрузивной фазы. Нефелиновые сиениты приурочены к восточной части массива. Среди последних распространены крупные ксенолиты эссекситов (Батиева, Бельков, 1984).

Щелочные граниты массива Белых тундр слагают крупное пластообразное тело площадью около 240 км², располагающееся между архейским ТТГ-фундаментом Верхнепонойского блока и основными

породами Панского массива, под который оно погружается, имея крутое залегание на востоке и пологое - на западе. Мощность интрузии щелочных гранитов варьирует от 200 до 600 метров. Контакт между щелочными гранитами и габбро-норитами Федорово-Панской расслоенной интрузии - тектонический. Щелочные граниты в зоне контакта милонитизированы. Типичные неизменные щелочные граниты массива Белых тундр представляют собой массивную породу с порфиroidной (гипидиоморфные вкрапленники K-Na полевого шпата) структурой. Установлены различия в составе темноцветных минералов от подошвы к кровле интрузии: лепидомелан-арфведсонитовые разновидности, арфведсонитовые и арфведсонит-эгириновые, соответственно. Отмечается повсеместное обогащение астрофиллитом. Участками определена слабовыраженная гнейсовидность ($210-220^{\circ}\text{ЮЗ}$), конформная структурам вмещающих пород ТТГ-фундамента. Породы массива Белых тундр значительно отличаются от гранитов Западных Кейв, в которых всегда отчетливо выражены линейность и гнейсовидность. Однако, ряд косвенных геологических данных, как пологое залегание лежащего контакта интрузии Белых тундр, наличие многочисленных мелких выходов щелочных гранитов в поле гнейсо-гранодиоритового основания между обеими интрузиями, присутствие в приподошвенных частях массива пластовых тел граносиенитов, свидетельствуют в пользу того, что граниты Белых тундр генетически представляют собой одно целое с интрузией щелочных гранитов Западных Кейв.

Лаврентьевский и Понойский массивы щелочных гранитов расположены в южной части Кейвского террейна и сложены такими же породными разновидностями, как и массив Западных Кейв. Лишь в приподошвенной части Лаврентьевского массива значительную часть занимают лепидомелан-арфведсонитовые разновидности гранитов. Они несут такие же текстурно-структурные признаки, что и щелочные граниты Западных Кейв, но имеют иной состав темноцветных минералов. Ранее было показано, что повышенная флюидонасыщенность и высокое содержание щелочных элементов в лепидомелан-арфведсонитовых гранитах обусловлены их контаминацией вмещающими породами ТТГ-фундамента (Зозуля, 1995).

Графики распределения REE (рис. 1) в щелочных гранитах имеют пологий характер (среднее значение La/Yb_n составляет 4.97, при вариациях от 1.5 до 13) с хорошо выраженным Eu-минимумом (среднее значение Eu/Eu^* - 0.22) при общем 100-1000-кратном увеличении содержания, что говорит об интенсивной фракционной

кристаллизации первоначальных магм с преимущественным и значительным фракционированием плагиоклаза. Вывод подтверждается закономерным уменьшением Eu/Eu^* с увеличением в расплаве содержания несовместимого элемента Ce (рис.2). Распределение REE в нефелиновых

сиенитах имеет более крутой наклон (среднее значение La/Yb_n составляет 7.5 при вариациях от 1.9 до 16) и выраженный Eu-минимум (среднее значение Eu/Eu^* - 0.29) (рис. 1), что свидетельствует о более значительной роли процессов фракционной кристаллизации в их происхождении и о некоторой обогащенности мантийного источника. Габбро-анортозиты обладают незначительной, 10-кратной, общей обогащенностью REE по сравнению с хондритом и хорошо выраженным Eu-максимумом (среднее значение Eu/Eu^* - 2.16) (рис. 1). В совокупности с другими геохимическими данными (повышенное содержание Ba, Sr, Sc, Co, Cr и пониженное - Rb, Zr) такое распределение REE говорит об образовании габбро-анортозитов на начальных стадиях кристаллизации базальтовых магм с участием основного плагиоклаза. Наиболее примитивное распределение REE характерно для эссекитов Сахарйокского массива (La/Yb_n варьирует от 2.5 до 5.7 при отсутствии Eu аномалии, общий уровень обогащения REE сходен с таковым для габбро-анортозитов), что позволяет предположить первоначальный характер их магматических расплавов для всего комплекса.

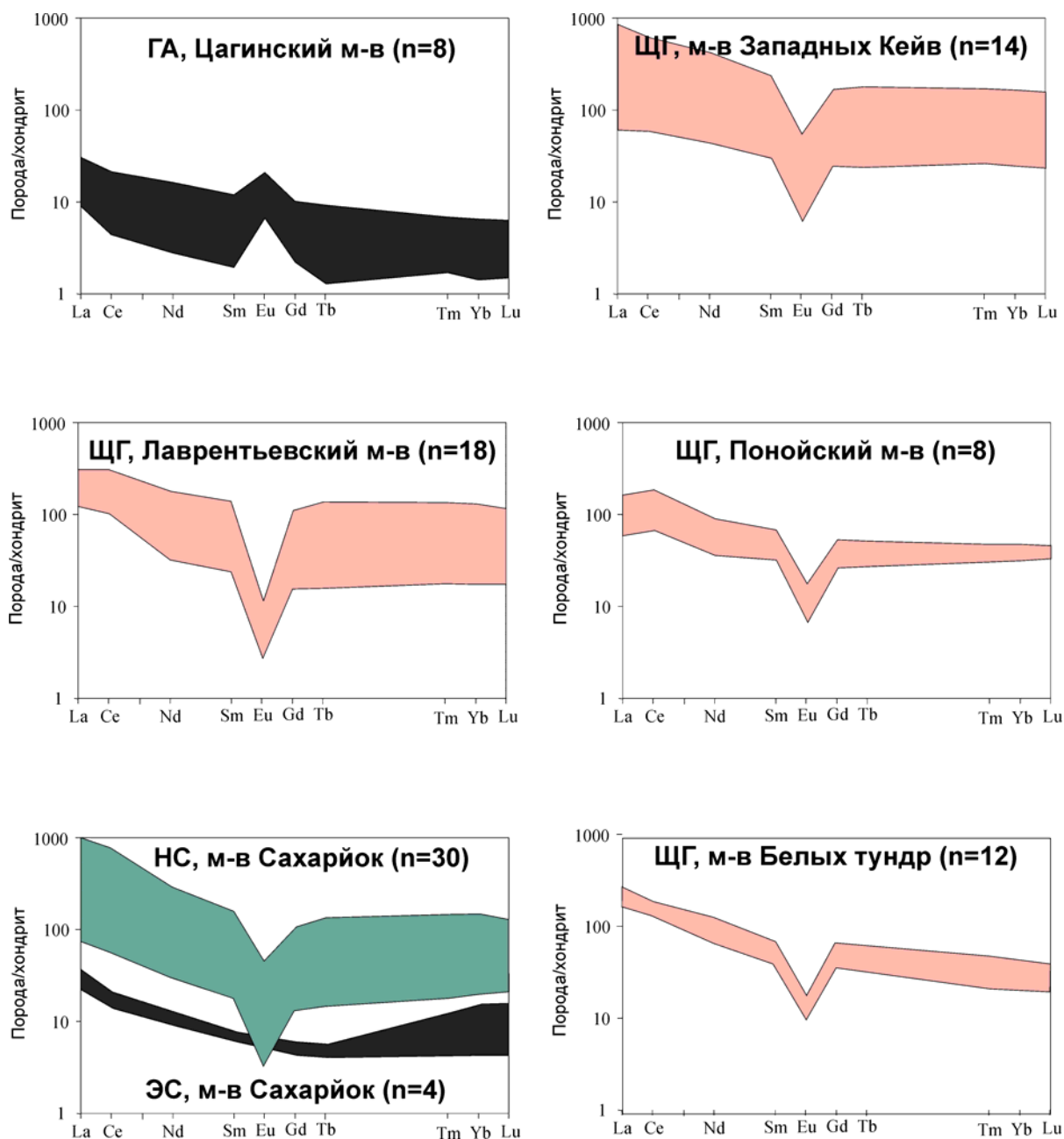


Рис. 1. Хондрит-нормализованные графики распределения REE в породах Кейвского щелочногранитного комплекса (ЩГ – щелочной гранит, НС – нефелиновый сиенит, ЭС – эссексит (щелочное габбро), ГА – габбро-анортозит).

Изучение распределения REE по разрезу интрузии щелочных гранитов позволило сделать предварительные выводы о процессах внутрикамерной дифференциации. На рисунке 3 показано изменение La/Yb_n отношения в гранитах массива Белых тундр через приблизительно одинаковые промежутки от подошвы к кровле. Наблюдаются незначительное уменьшение La/Yb_n отношения от подошвы к центральным внутренним частям интрузии и резкое увеличение в апикальных частях. Интенсивная внутрикамерная кристаллизационная

дифференциация приводит к накоплению несовместимых элементов в апикальных частях интрузии и формированию богатой редкометальной (Zr-Nb-Y-REE) минерализации.

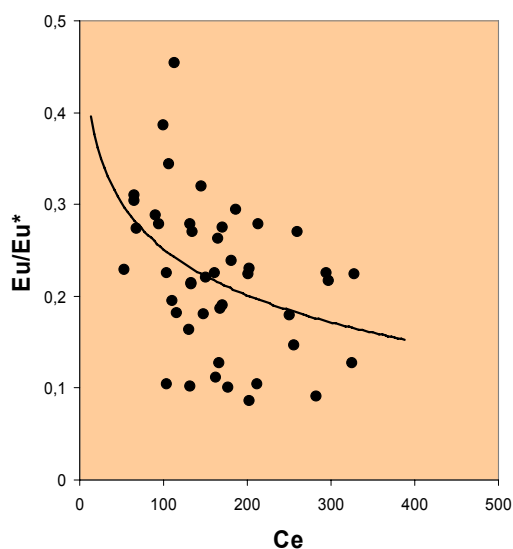


Рис.2. Тренд зависимости Eu/Eu^* от содержания Ce_n для Кейвских щелочных гранитов.

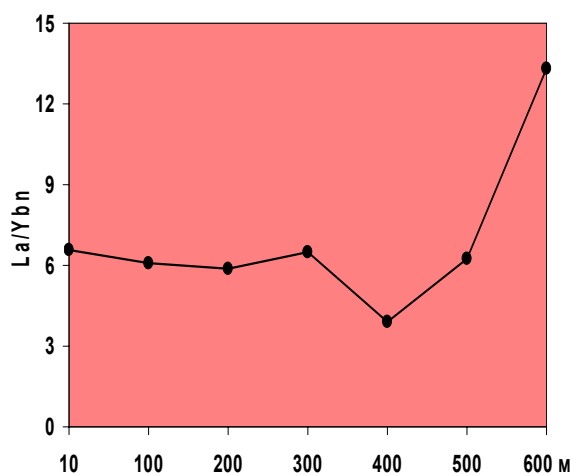


Рис. 3. Изменение La/Y_{bn} по разрезу (от подошвы к кровле) массива щелочных гранитов Белых тундр.

Состав и строение мантии архейских кратонов Балтийского щита и проблема алмазности Кольского региона

Зозуля Д.Р. (*Апатитский филиал МГТУ, Геологический институт Кольского НЦ РАН*)

P-T parameters of pyropes and chrome diopsides from the Kola region are determined. From the distribution of the different pyrope associations the layered structure of the Kola lithospheric mantle is inferred: horizon (75-110 km) is of mainly lherzolite composition; horizon (110-170 km) of harzburgite composition; horizon (170-190 km) of lherzolite-harzburgite composition. 16 % of lherzolite-harzburgitic pyropes are derived from the stability field of diamond. 15% of diopsides yield values of 55-60 kbar and 1000-1100 °C and thus have been derived from the stability field of diamond.

В целом Кольский регион рассматривается как перспективный на коренной алмазоносный магматизм, так как для него выполняется наиболее общая региональная структурно-тектоническая предпосылка обнаружения кимберлитов - преимущественная приуроченность к платформам с докембрийским фундаментом. Кольский регион находится в пределах двух кратонов, Кольского и Карельского, где формирование консолидированной коры завершилось в позднем архее. В юго-восточной периферической части Кольского кратона обнаружены алмазоносные кимберлиты Зимнебережного района (Архангельская область) и Ермаковского поля (Мурманская область). В юго-западной и западной периферических частях Карельского кратона обнаружены алмазоносные кимберлиты полей Каави-Куопио и Куусамо (Финляндия), в юго-восточной периферической части – кимберлиты Кемозеро (Карелия), а в его ядерной части - алмазоносные лампроиты Костомукши (Карелия) и Кухмо (Финляндия).

В данной работе на основе химического состава пиропов и хромдиопсидов из рыхлых отложений Кольского полуострова определены P-T параметры их кристаллизации. Являясь либо мантийными ксенокристами, либо одними из составляющих мантийных ксенолитов и пород эти минералы могут нести информационные характеристики по составу и строению литосферной мантии. Пироп и хромдиопсид являются также важнейшими индикаторными минералами кимберлитов и широко используются при поисках кимберлитовых тел и оценке их алмазности. В анализируемой коллекции из южной и восточной части региона могут быть представлены минералы из магматических образований, дренирующих разные уровни мантии. Наиболее глубинными источниками пиропов и хромдиопсидов могут быть алмазоносные

кимберлиты Зимнебережного района и Ермаковского поля, а так же из предполагаемых полей на юго-востоке Кольского полуострова (Гавриленко и др., 1999). Менее глубинными источниками являются ксенокристы и ксенолиты ультраосновного и эклогитового парагенезиса из многочисленных даек и трубок взрыва щелочно-ультраосновного состава в пределах Хибинского и Ловозерского нефелинсиенитовых массивов и Кандалакшского грабена. Все эти районы находятся к западу и северо-западу от мест опробования, т.е. в пределах Беломорской лопасти поздневалдайского Скандинавского ледника, которая перемещала обломочный материал на юго-восток Кольского региона. В исследуемом районе наиболее распространенными рыхлыми породами являются моренные отложения. Установлено (Nirvas, 1977, и др.), что основная масса обломочного материала (75-92%), входящего в состав морены, является близприносной (0-5 км), и на расстоянии 15-20 км от коренного источника содержание материнских пород редко превышает 15%. Таким образом, исследуемая коллекция может содержать, главным образом, материал из двух пространственных ареалов: юго-западная и юго-восточная части Кольского региона.

С использованием систематики (Gurney, 1984) установлено, что преобладающая часть пиропов принадлежит потенциально алмазонасной лерцолитовой ассоциации (G9) – 45% выборки. Уникальным для Кольского региона является высокое количество пиропов потенциально алмазонасной малокальциевой гарцбургитовой ассоциации (G10) – около 30%, что, по-видимому, отражает особенности глубинного строения литосферной мантии региона. 25% гранатов относятся к группе G3 (пироп-альмандины), которые характеризуются пониженными концентрациями MgO, Cr₂O₃, и повышенными FeO, и имеют эклогитовую природу. Для пиропов наиболее глубинных ультраосновных ассоциаций (группы G9 и G10) были рассчитаны значения температур кристаллизации. Использовался Ni геотермометр (Ryan et al., 1996). Разброс рассчитанных значений составил от 650°C до 1250°C (рис.1). Для оценки глубины происхождения пиропов использовалась модельная геотерма (Kukkonen, Peltonen, 1999). При этом для большей части проанализированной выборки кристаллизация происходит на глубинах неалмазонасных фаций (нижняя граница – 140 км). 16% от всей выборки принадлежат алмазным фациям глубинности (140-190 км).

На основе полученных данных выявлена неоднородность в строении мантии Кольского кратона. От 75 до 110 км (верхний слой А) пиропы представлены преимущественно лерцолитовыми ассоциациями. Средний слой В верхней мантии (от 110 до 170 км) содержит преимущественно пиропы гарцбургитовой ассоциации (единичные зерна лерцолитовой ассоциации присутствуют в самой верхней, вероятно переходной, части слоя). Нижний слой С (от 170 до 190 км) характеризуется всего

несколькими определениями, но из представленных данных видно, что он имеет равно-пропорциональный лерцолит-гарцбургитовый состав. Следует отметить, что стратифицированное строение мантии установлено и для центральной и периферической частей примыкающего Карельского кратона с полями алмазоносных кимберлитов и лампроитов Каави-Куопио и Кухмо (рис.1), соответственно (O'Brien et al., 2003). При этом границы слоев находятся на тех же глубинах, а состав мантии несколько отличается (слой А - существенно верлитового состава для района Каави-Куопио или лерцолитовый в районе Кухмо, слой В – смешанного лерцолит-гарцбургитового состава в обоих районах, слой С - смешанного лерцолит-гарцбургитового состава в районе Кухмо и преимущественно лерцолитового в районе Каави-Куопио). Таким образом, в направлении «Каави-Куопио»-«Кухмо»-«Кольский регион» происходит постепенное изменение в строении и составе литосферной мантии. Оно заключается в практически полном исчезновении верлитовых ассоциаций в слое А, в переходе слоя В от лерцолит-гарцбургитового состава к гарцбургитовому и появлению гарцбургитовых ассоциаций в слое С. При этом, состав мантии алмазных фаций глубинности – лерцолит-гарцбургитовый - в целом сохраняется неизменным.

Для пиропов слоя В мантии Кольского кратона наблюдается общее увеличение в содержании TiO_2 (рис. 1а), что говорит о некоторой обогащенности мантии этого уровня.

Хромдиопсиды по химическому составу разделяются на две группы. Первая группа имеет повышенные содержания Na_2O и Al_2O_3 , пониженные содержания MgO и CaO и соответствует парагенезису глиноземистых эклогитов. Вторая группа обладает повышенными содержаниями MgO , CaO и Cr_2O_3 , пониженными содержаниями Na_2O и Al_2O_3 , соответствует химико-генетической группе ультраосновных пород, в том числе и из кимберлитовых трубок взрыва. Давление и температура для хромдиопсидов ультраосновных ассоциаций определялись с применением клинопироксенового термобарометра (Nimis, Taylor, 2000). Рассчитанные Р-Т параметры образования хромдиопсидов Кольского региона нанесены на диаграмму стабильности алмаза и графита (рис. 2). Как и следовало ожидать, большая часть хромдиопсидов находится в поле стабильности графита. Это обусловлено значительным преобладанием в выборке хромдиопсидов из малоглубинных магматических комплексах региона (дайки и трубки взрыва щелочно-ультраосновного состава, содержащие глубинные ксенолиты ультраосновного состава). Параметры их кристаллизации варьируют от 20 до 45 кбар и от 700 до 1150 °С. Однако, следует отметить, что три образца (около 15 % от выборки) попадают в поле стабильности алмаза и имеют параметры кристаллизации 55-60 кбар и 1000-1100 °С.

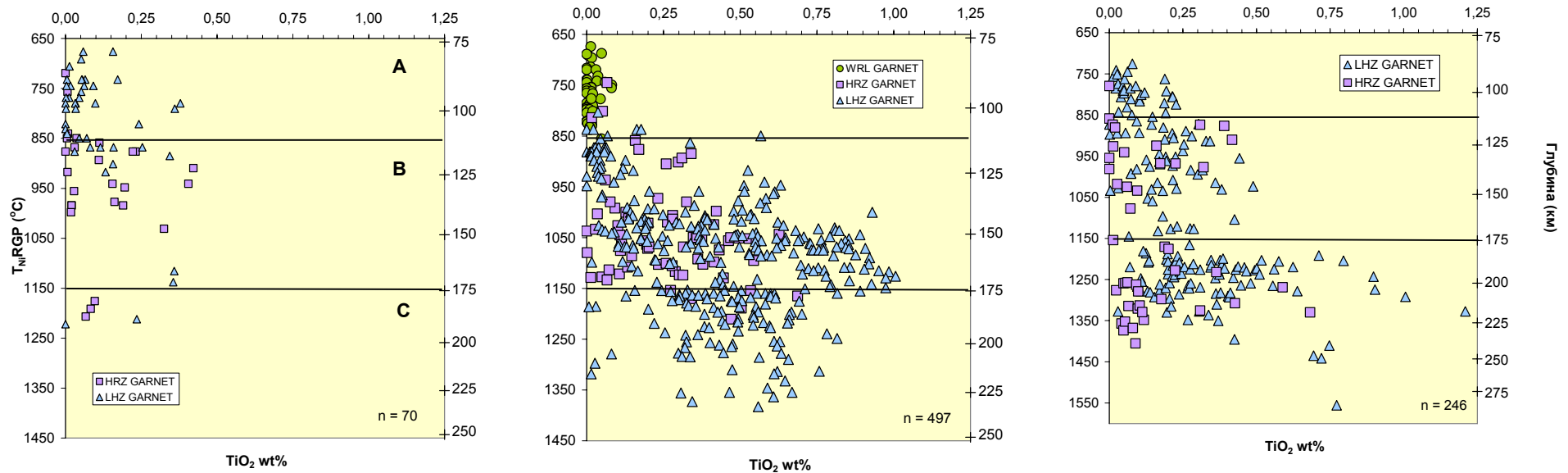


Рис. 1. Рассчитанные температуры и глубины кристаллизации пиропов из рыхлых отложений Кольского региона, кимберлитов Каави-Куопио и Кухмо, соответственно, в зависимости от содержания TiO₂ (WRL - верлитовая, HRZ - гарцбургитовая, LHZ - лерцолитовая ассоциации).

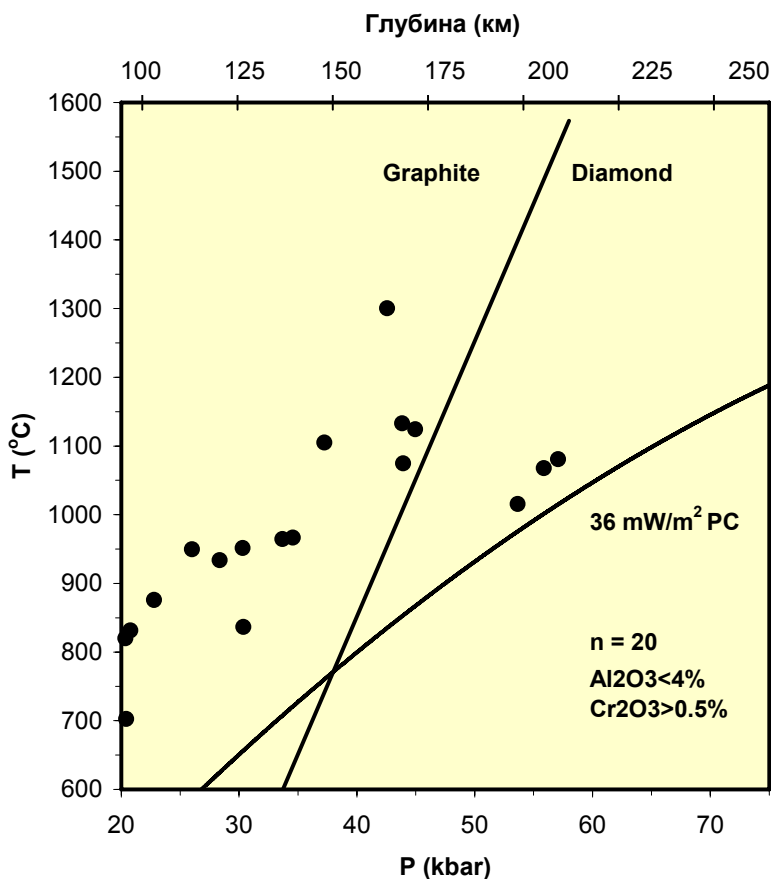


Рис. 2. Рассчитанные P-T параметры образования хромдиопсидов ультраосновной ассоциации из рыхлых отложений Кольского региона.

На диаграмму нанесена модельная геотерма, рассчитанная для пониженного значения теплового потока $36 \text{ мВт/м}^2 - \text{PC}$ (Pollack, Charman, 1977), оптимального для проявлений алмазоносного магматизма. Хромдиопсиды из поля стабильности графита соответствуют значениям повышенного теплового потока ($42\text{-}44 \text{ мВт/м}^2$), алмазоносные хромдиопсиды - значениям пониженного теплового потока ($37\text{-}38 \text{ мВт/м}^2$). Таким образом, в представленной коллекции присутствуют хромдиопсиды из двух пространственных ареалов распространения глубинных магматических пород региона: 1) юго-западная часть, где преобладают менее глубинные щелочно-ультраосновные породы и карбонатиты, и характеризуется нагретой литосферой; 2) юго-восточная часть, характеризующаяся холодной литосферой и которая является перспективной на обнаружение наиболее глубинного алмазоносного кимберлитового магматизма.

Особенности вещественного состава метаморфитов Кейвского домена

Козлов^{1,2} Н.Е., Мартынов^{1,2} Е.В., Сорохтин^{1,2} Н.О., Козлова^{1,2} Н.Е., Иванов^{1,2} А.А.¹ (*¹Геологический институт КНЦ РАН ²Апатитский филиал МГТУ*)

Детальное геолого-петрогеохимическое исследование метаморфитов кейвского домена позволило авторам ранее (Козлов, Сорохтин, Глазнев и др., 2006; Козлов, Сорохтин, Иванов и др., 2006) показать, что данная структура может рассматриваться, как особый домен, расположенный внутри Кольского раннедокембрийского глубинного коллизииона. При этом не устанавливается предпочтительной близости кейвских образований к какому-либо типу структур (гранит-зеленокаменных или гранулит-гнейсовых). На основе геолого-петрогеохимическим и геофизическим данных нами была предложена модель геологического развития Кейвского домена, согласно которой в процессе развития позднеархейской коллизии все окружающие его континентальные домены надвигались на него, что сопровождалось “притапливанием” кейвской структуры и возникновением условий не только осадконакопления на ее поверхности, но и ремобилизации нижних уровней гранитогнейсовой коры. В итоге коллизионные процессы позднеархейского возраста привели к формированию в центральной части Кольского полуострова структуры, сравнимой со срединными массивами современных коллизионных областей, например с Южно-Китайской или Китайско-Корейской плитой. Такая модель развития хорошо объясняет факт последующего внедрения щелочных гранитов на рубеже архея и протерозоя, развитых по периферии домена и опоясывающих его внутренние области.

Напомним также, что по характеру геодинамической эволюции архейский этап развития Кейвского домена резко отличается от всех континентально-коровых образований восточной части Балтийского щита. Наиболее ранними вещественными комплексами являются осадочно-вулканогенные образования чехольного типа. Возраст их формирования оценивается интервалом 2750-2200 млн. лет. Имеющиеся данные свидетельствуют о практически непрерывном накоплении во внутренних областях домена осадочно-вулканогенного комплекса, реализующегося в режиме кратонизации (Козлов, Сорохтин, Глазнев и др., 2006). В настоящей работе авторы на фактическом материале постарались обосновать вывод о своеобразии кейвских образований и их отличии от породных ассоциаций других архейских структур региона.

Исследование вещественного состава всего спектра метаморфитов домена, проведенное на основе существующей базы данных, включающей 1116 полных силикатных анализов, выбранных из литературных источников, показывает максимальное для архея Кольского региона разнообразие пород. Если исключить из рассмотрения нераспознанные с

точки зрения генезиса протолитов разновидности, следует отметить, что в спектре метаморфитов преобладают осадочные и вулканогенно-осадочные разновидности, а среди них, в отличие от пород других архейских структур региона, доминируют не метаграувакки и метатуффиты, а метааркозы, метапелиты и метасубграувакки, то есть образования, более свойственные платформенным областям.

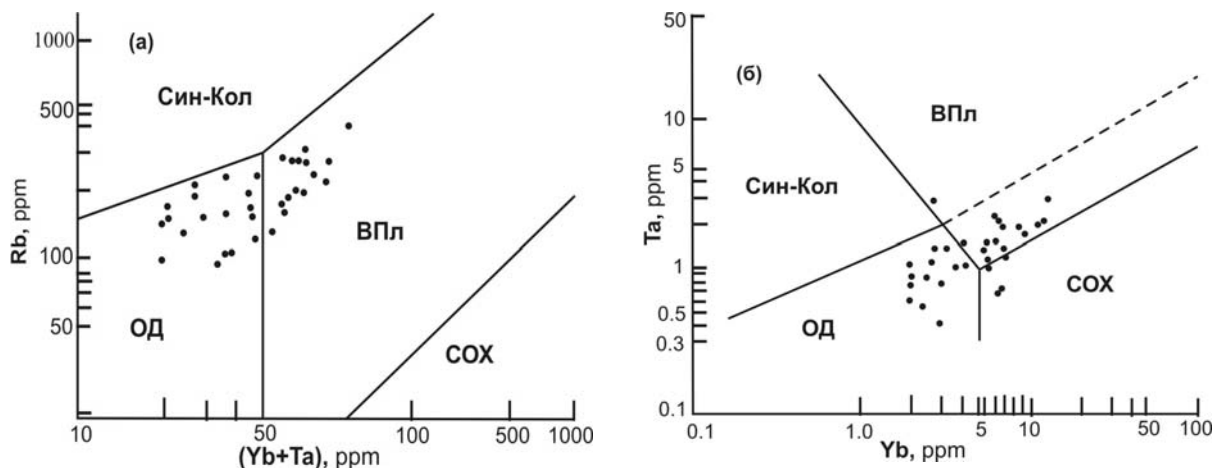


Рис. 1. Положение точек составов гранитоидов Кейвского домена на диаграммах Дж.Пирса с соавторами (по М.В.Минцу и др., 1996). Син-Кол. – синколлизионные, ОД – островодужные, ВПл – внутриплитные образования; СОХ – срединно-океанические хребты.

Реконструкция возможного геодинамического режима формирования протолитов пород домена, проведенная по гранитоидам, с использованием диаграмм Дж.Пирса с соавторами (данные М.В.Минца и др., 1996) (рис.1) позволяет говорить о сходстве образований Кейвского домена с породными сериями островных дуг и пород внутриплитных обстановок. При этом заметное смещение точек составов метаморфитов домена в направлении внутриплитных структур также принципиально отличает его от всех других архейских комплексов региона, составы пород которых, как было показано ранее (Козлов, Сорохтин, Глазнев и др, 2006), устойчиво ложатся в поле островодужных образований. Наиболее наглядно отличие вещественного состава метаморфитов Кейвского домена от других структур региона видно при сравнении разновидностей, которые по совокупности геолого-петрогеохимических признаков могут быть интерпретированы по протоприроде как песчано-алевритовые метаосадочные породы (рис.2). Как это отчетливо видно, кейвские образования существенно смещены в направлении интраконтинентальных и интракратонных образований, при том, что метаморфиты других структур тяготеют к полям задуговых, внутриокеанических активных обстановок, а также окраинноконтинентальных дуг и пассивных обстановок.

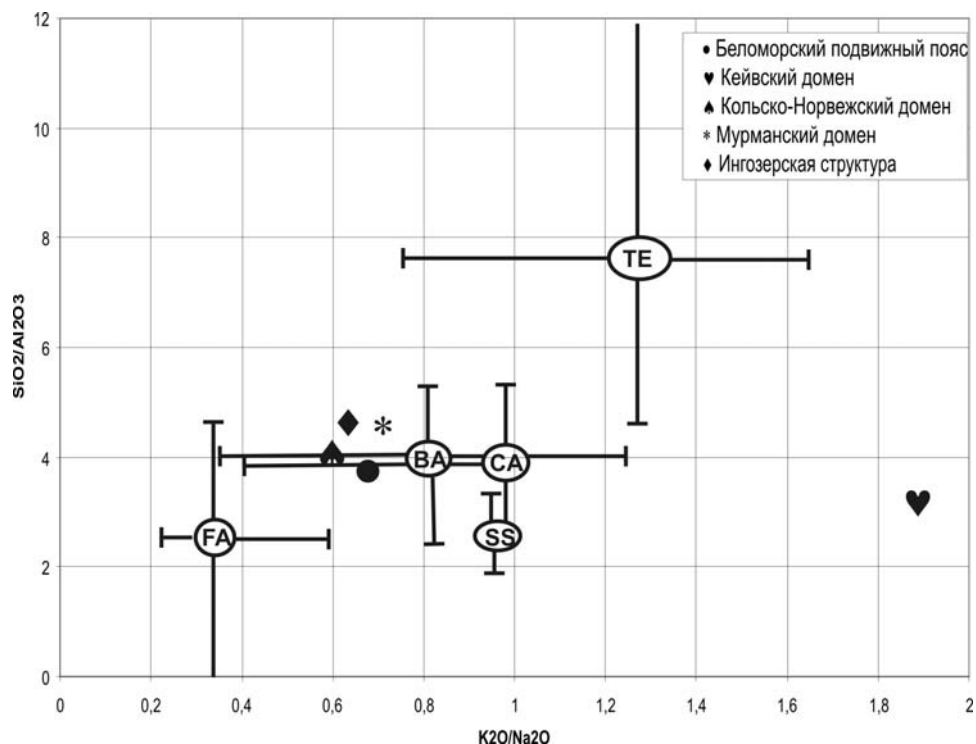


Рис. 2 Положение точек медианных составов песчано-алевритовых метаосадочных пород архейских комплексов Кольского региона на диаграмме Дж.Б.Мейнарда с соавторами (Maynard et al., 1982). Буквенные обозначения на рисунке: бассейны магматических дуг: FA - преддуговые, BA – задуговые; внутриокеанические активные обстановки: SS - сопряженные со сдвиговыми дислокациями, CA - окраинноконтинентальные дуги; пассивные обстановки: TE - интраконтинентальные, интракратонные рифты и авлакогены.

Авторы понимают условность проведения подобных аналогий между режимами архея и фанерозоя. В данном случае принципиально не то, насколько точно был реконструирован геодинамический режим формирования протолитов тех или иных структур, а то, насколько устойчиво отличие состава метаморфитов Кейвского домена от других архейских образований региона вне зависимости от того, по какому типу пород, а также по содержанию петрогенных или малых элементов проводится подобное сопоставление.

Таким образом, приведенный материал однозначно свидетельствует о своеобразии пород Кейвского домена. Причины этого требуют дальнейшего исследования. Необходимо отметить, что среди метаосадочных образований Кейв четко выделяется две группы пород, одна из которых аномально обогащена Al_2O_3 и TiO_2 , что свидетельствует о варьировании степени исходного выветривания в Кейвском домене в ходе накопления метаосадочных толщ. Данная проблема нуждается в самостоятельном специальном обсуждении. Отметим, что для приведенных выше реконструкций были использованы разновидности с

более низким содержанием этих элементов, как наиболее типичные для данной структуры.

Настоящая работа выполнялась при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 05-05-64177-а), а также Кольской геолого-геохронологической и металлогенической научной школы (НШ №2305.2003.5) и Госконтракта с Федеральным агентством по науке и инновациям № 02.445.11.7403. Авторы признательны руководителю этой школы, директору ГИ КНЦ РАН, академику РАН, профессору Ф.П.Митрофанову за постоянную поддержку настоящих исследований.

Список литературы

1. Козлов Н.Е., Сорохтин Н.О., Иванов А.А. и др, Геолого - петрогеохимическое своеобразие метаморфитов Кейвского домена. В сб. Материалы межмеждународной научно-технической конференции "Наука и образование – 2006". Мурманск, издательство ФГОУ ВПО «МГТУ», 2006, опт. компакт-диск (CD-ROM), с 314 -317.

2. Козлов Н.Е., Сорохтин Н.О., Глазнев В.Н. и др, С-Пб, Наука, 2006, 329 с.

3. Минц М.В., Глазнев В.Н., Конилов А.Н. и др. Ранний докембрий северо-востока Балтийского щита: палеогеодинамика, строение и эволюция континентальной коры //Тр. ГИН. Вып. 503. М.:Научный мир. 1996.287с.

4. Maynard J.B., Valloni R., Yu H.-S. Composition of modern deep-sea sands from arc-related basins // Trench-Forearc Geology. Sedimentation and tectonics of modern and ancient plate margins. Oxford. L. Edinburgh. Melbourne. 1982. P. 551-561.

Углеводородное дыхание земного ядра в эволюции плюм-тектоники Кольского региона

Маракушев* А.А., Скуфьин** П.К. (*Черноголовка Московской обл., Институт экспериментальной минералогии РАН, ** Апатиты Мурманской обл., Геологический институт КНЦ РАН, e-mail: skuf@geoksc.apatity.ru)

Plum-tectonic Early Proterozoic events in the Pechenga Area are explained from a position of active influence on the Earth Crust of two versions of the mantle reduction fluids. Water-carbonic fluids (first version) of the dilation circumstances promoted formation of the palaeo-depressions and extrusions of tholeiitic basalts. Water-methane fluids (second version) of the contraction circumstances have resulted in development of subalkalic ore-bearing magmatism of the Pechenga Area and in development of Early Proterozoic gas-oil deposits.

В науках о Земле в последнее время наметился переход от ставшей традиционной тектоники плит к глубинной плюмовой геодинамике. Почти по всем моделям, плюмы стадийно отделяются от жидкого ядра на границе с нижней мантией (в слое D") и в виде высокотемпературных газовых и газовой-расплавных флюидных систем проникают в верхнюю мантию, воздействуя прямо или опосредованно на земную кору. Периодическое нарушение стационарности внешнего ядра, обусловленное космическими факторами, ведет к отделению плюмов и суперплюмов, газовая фаза которых имеет $P > 1300$ кбар и $T > 4000^\circ\text{C}$ – идет однонаправленный процесс "прожигания" мантии восстановленным существенно водородным флюидом, в котором присутствуют также CH_4 , CO и S . Количество углеводородных газов, поступавших в периоды плюмовой активности в течение геологически-мгновенных событий (массовые излияния плюмовых плато-базальтов и траппов происходили в течение считанных десятков тысяч лет) в углерод-содержащие формации фанерозоя и докембрия было огромным (Грачев, 2002) – при излиянии 1 млн. км^3 лавы (а в трапповых областях лавы изливалось в несколько раз больше) на поверхность выносилось 10^{14} тонн CH_4 и столько же CO_2 , в то время как в спокойные геодинамические эпохи количество поступавшего на поверхность CO_2 не превышало 10^8 т/год. В настоящее время известно, что восстановленные водород-содержащие флюиды плюмовых систем можно представить как вещества системы С–Н–О, подразделяющиеся на простые (O_2 , H_2 , H_2O , C , CO , CO_2 , CH_4) и сложные – углеводороды и органические соединения. Составы сложных соединений закономерно вписываются в систему простых веществ (Рис. 1), располагаясь на коннодах, связывающих их составы. Благодаря этому трехкомпонентная система С–Н–О разделяется на двухкомпонентные подсистемы, в каждой из которых

происходит образование углеводородных и органических соединений из простых веществ. Парагенезисы простых веществ на диаграмме $RT \ln P$ (кДж·моль⁻¹) – T, K (Рис. 2) даны на треугольных схемах для каждой фации и делятся на 2 семейства, координирующихся неинвариантными точками, отвечающими T 1097 и 1340 K. По доминирующему в них парагенезису простых веществ первую из них можно назвать водно-углекислой, а вторую – водно-метановой. Эти семейства возникали в геологической истории в результате неодинакового диспропорционирования компонентов водородных флюидов (H₂ + CO), исходящих из расплавленного земного ядра (Маракушев, 1999), но в различной геодинамической обстановке. Генерации водно-углекислых флюидов способствовала обстановка *растяжения* земной коры, снижавшая флюидное давление благодаря селективной миграции из флюидов в атмосферу водорода, как наиболее подвижного компонента. В результате кислородные компоненты в них становились доминирующими над водородом, так что диспропорционирование компонентов приводило к генерации углекислых водных флюидов согласно реакции между компонентами $H_2 + 2CO = H_2O + 0.5 CO_2 + 1.5C$, отвечающей неинвариантной точке 1097 K. Углекислые водные флюиды агрессивны по отношению к силикатному (гранитному) субстрату земной коры, который выщелачивался под их воздействием, что и приводило к формированию платформенных депрессий, заполняемых осадочными или вулканогенно-осадочными породами. Одновременно на глубине происходило флюидное плавление мантийного субстрата. Возникавшие при этом первичные расплавы подвергались базит-гипербазитовому расслоению, дававшему излияния толеит-базальтовых дифференциатов в депрессии, тогда как гипербазитовые массы внедрялись в основание коры, вызывая типичное для депрессий воздымание подстилающей мантии (поверхности Мохо). В совокупности это известно как образование «обращенности рельефа» депрессий, создающее утонение под ними кристаллической земной коры.

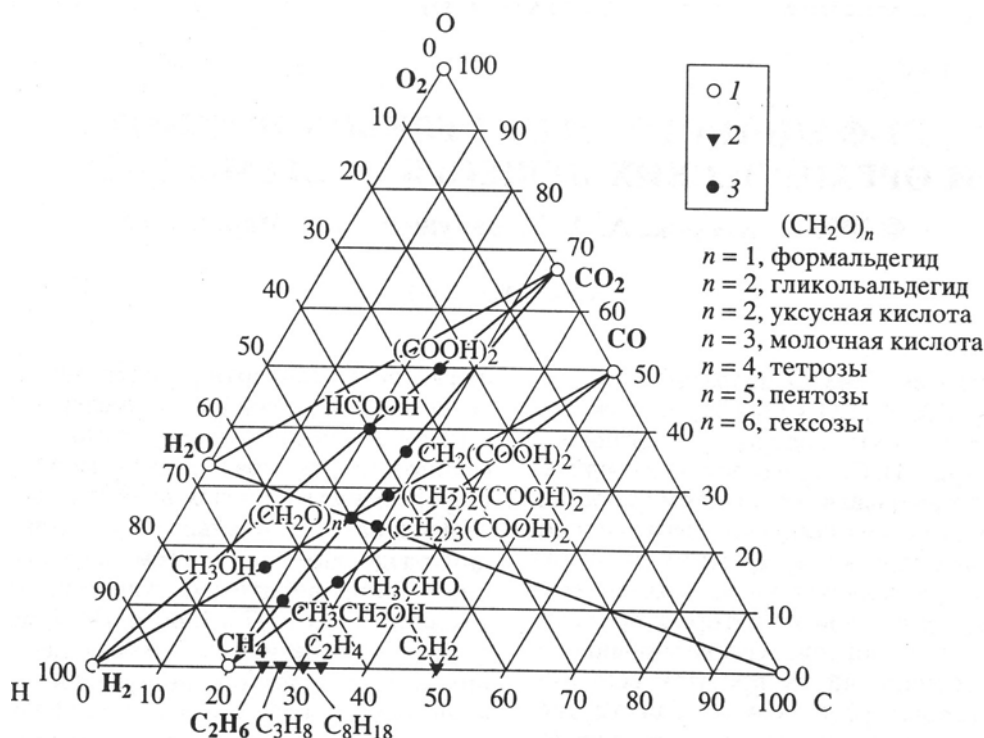


Рис. 1. Диаграмма состава веществ системы С–Н–О (А.А. Маракушев, С.А. Маракушев, 2006). 1 – простые вещества; 2 – углеводороды: C_2H_6 – этан, C_3H_8 – пропан, C_8H_{18} – октан, C_2H_4 – этилен, C_2H_2 – ацетилен; 3 – органические вещества системы С – Н – О.

Прекращение толеит-базальтовых излияний в депрессиях систематически сменялось накоплением в них углеродистых осадков. За ними следовало развитие щелочного эксплозивного вулканизма, сопровождаемое образованием поднятий и взбросов кристаллического фундамента депрессий, что характерно для обстановки режима сжатия земной коры, препятствовавшего миграции водорода из восходящих флюидных потоков, в результате чего восстанавливалось его исходное преобладание над кислородными компонентами, радикально изменявшее реакцию диспропорционирования компонентов: $4H_2 + 2CO = 2H_2O + CH_4 + C$, с объединением в ней совокупности простых веществ, отвечающих на диаграмме (Рис. 2) невариантной точке 1340 К. В результате определялась эволюция флюидного режима вулканизма, фиксируемая фациями, объединенными на рис. 2 невариантными точками 1097 → 1340 К. Эта эволюция находит отражение и в субщелочном интрузивном магматизме, локализуемом в осадочных толщах, разделяющих нижние толеит-базальтовые и верхние субщелочные проявления базальтового вулканизма платформенных палеодепрессий.

земной коры (широкое развитие красноцветных осадков в ятулии), сопровождался излиянием субщелочных лав пирттиярвинской свиты на Печенге с мантийными геохимическими метками. Далее последовал более масштабный толеит-базальтовый вулканизм людиковия, связанный с резким усилением рифтогенных процессов растяжения на границе ятулия и людиковия. В полном соответствии с агрессивным воздействием углекислых водных флюидов на сиалический субстрат архейского фундамента Печенгской структуры в момент его рифтогенного растяжения, последовало заложение крупного людиковий-калевийского прогиба земной коры, заполненного семикилометровой толщиной толеитовых базальтов заполярнинской и матертской свит, с параллельным формированием мощных (до 1.5 км) углеродистых осадков продуктивной свиты.

Излияние субщелочных вулканитов матертской свиты (подсвита mt_1) связано со значительной перестройкой структурного плана ядерной части Печенгской структуры, что было обусловлено локальным, но мощным пароксизмом сжатия на фоне перманентных условий рифтогенного растяжения. Этот пароксизм обусловил несогласное залегание подщелочных базальтов и ферропикритов подсвиты mt_1 на подстилающих осадках продуктивной толщи, и к формированию многочисленных базит-гипербазитовых массивов ферропикрит-габбро-верлитовой рудоносной ассоциации. Хотя продуктивная свита имеет небольшую мощность – всего около 1.5 км, тем не менее, только в породы этой свиты избирательно внедрились все (более 300) расслоенные габбро-верлитовые интрузивы Печенгской структуры, в том числе рудоносные. Приуроченность базит-гипербазитовых интрузивов исключительно к продуктивной свите раскрывает специфику их внедрения, осуществлявшегося путем процесса магматического замещения, определяемого потоками трансмагматических флюидов, насыщенных базит-гипербазитовыми компонентами. Они относительно легко растворяли терригенные породы, тогда как базальты, близкие по составу внедрявшимся флюидам, представляли среду, неблагоприятную для магматического замещения и поэтому практически не подвергались внедрению базит-гипербазитовых магм.

Кроме того, с орогенной стадий развития карелид, характеризующейся преобладанием обстановок сжатия, связан и флюидный привнос углеводородов в земную кору, приводящий к образованию газовых и нефтяных залежей. Из глубинных областей генерации углеводороды поступали в земную кору в метастабильном состоянии. С понижением температуры и давления метастабильные флюидные смеси углеводородов разделялись на газовую и жидкую фазы, что и приводило к формированию залежей нефти и выше расположенных залежей более миграционного газа. В геологической истории флюидный привнос углеводородов периодически усиливался в определенные интервалы времени, относящиеся к раннепротерозойской, палеозойской и кайнозойской эпохам. Нефтеобразование возникало в результате импульсов дегазации жидкого

земного ядра и вписывалось в дискретность развития эндогенной активности Земли (Маракушев, 1999).

Список литературы

1. Маракушев А.А. Происхождение Земли и природа ее эндогенной активности. М.: Наука, 1999. 253 с.

2. Маракушев А.А., Маракушев С.А. РТ-фации простых, углеводородных и органических веществ системы С – Н – О // ДАН, 2006, т. 406, № 4. С. 521-527.

3. Скуфьин П.К. Раннепротерозойские вулканогенные формации Печенгско-Варзугского пояса как индикаторы геодинамических режимов (Северо-Восток Балтийского щита). Автореф. диссертации на соискание уч. степ. доктора геол.-мин. наук. М., 1998, 66 с.

История деформаций Серговской толщи раннего докембрия юго-востока Кольского полуострова

Мудрук С.В.¹, Балаганский В.В.^{1,2} (¹ Апатитский филиал МГТУ, ² Геологический институт КНЦ РАН, e-mail: balagan@geoksc.apatity.ru)

Structural history of the Sergozero unit, southeastern Kola Peninsula, comprises the following main deformational stages (from older to younger): NE–SW thrusting, dextral transpression and W–E extension. A few auriferous extensional shear zones have been discovered.

В Кольском регионе широко развиты палеопротерозойские сдвиговые зоны (Балаганский, 2002). Со структурами этого типа нередко связаны рудопроявления тонкодисперсного золота (Сох, 1999). Геологический институт КНЦ РАН провел полевые работы в районе среднего течения р. Стрельна с целью изучения потенциальной золотоносности сдвиговых зон в породах серговской толщи. Эта толща является тектоностратиграфической единицей, так как она сложена как палеопротерозойскими (Daly et al., 2001, 2006), так и архейскими (Астафьев и др., 2005; Дэйли, Балаганский, неопубл. данные) породами. В частности, возраст кислого метавулканита на участке Стрельна равен 1974 ± 8 млн. лет, а на участке Варзуга – 1961 ± 9 млн лет ($T_{DM}^{Nd} = 2,1\text{--}2,2$ млрд лет). Для установления геологического возраста потенциально золотоносной сульфидной минерализации были проведены структурно-метаморфические исследования (Балаганский, Беляев, 2005). Главными структурами этого района являются надвиги в северо-восточном направлении (Беляев, 1980). Без данных о последовательности деформаций нельзя в полном объеме реконструировать тектоническое развитие юго-востока Кольского полуострова во время Лапландско-Кольской орогении (примерно 2.0–1.9 млрд лет тому назад, Балаганский, 2002). Цель данной работы заключается в описании ряда обнажений, в которых наблюдаются структуры главных этапов деформации и которые, таким образом, являются опорными при составлении шкалы последовательности эндогенных событий (прежде всего, деформационных) в изученных палеопротерозойских породах серговской толщи ($T_{DM}^{Nd} = 2,12$ млрд лет, Daly et al., 2006).

Ранние этапы деформации (надвигообразование и транспрессия). В палеопротерозойской истории Северной Фенноскандии выделяются надвигообразование вдоль линии СВ—ЮЗ (местами С-СВ—Ю-ЮЗ) и более поздняя транспрессия (правосторонние движения по линии З-СЗ—В-ЮВ, местами З—В) (Балаганский, 2002). Прямые соотношения между структурами этих двух этапов наблюдались в обнажении 804-3 (рис. 1А). Оно сложено амфиболитами, испытавшими неравномерное расланцевание и интенсивную мигматизацию. Эти плоскостные текстуры смяты в резко асимметричные складки, степень сжатости которых быстро меняется вдоль осевых поверхностей. Последние наклонены к СВ, причем

местами наклон увеличивается до субпараллельного положения осевых поверхностей и сланцеватости. Параллельно осевым поверхностям нередко располагается новообразованная лейкосома и отмечаются микронадвиги к СВ. Складки такой морфологии образуются при небольших величинах сдвиговых деформаций и являются индикаторами направления сдвига (Hanmer, Passchier, 1991). Движение реконструируется как перпендикуляр к шарнирам, при этом осевые поверхности наклонены в направлении движения. Максимальный наклон осевых поверхностей наиболее приближен к положению плоскостей сдвига, которые совпадают с плоскостями надвига. Реконструкция кинематики показана на рис. 1Б. Одна из этих складок имеет изогнутый шарнир. Такие складки образуются при высоких величинах сдвиговых деформаций (Hanmer, Passchier, 1991), а при $\gamma > 10$ они становятся колчановидными (Cobbold, Quinquis, 1980), при этом сдвигание происходит в направлении выгнутой шарнира. В данном случае шарнир выгнут в направлении С-СВ. Таким образом, двумя способами устанавливается надвигание к С-СВ.

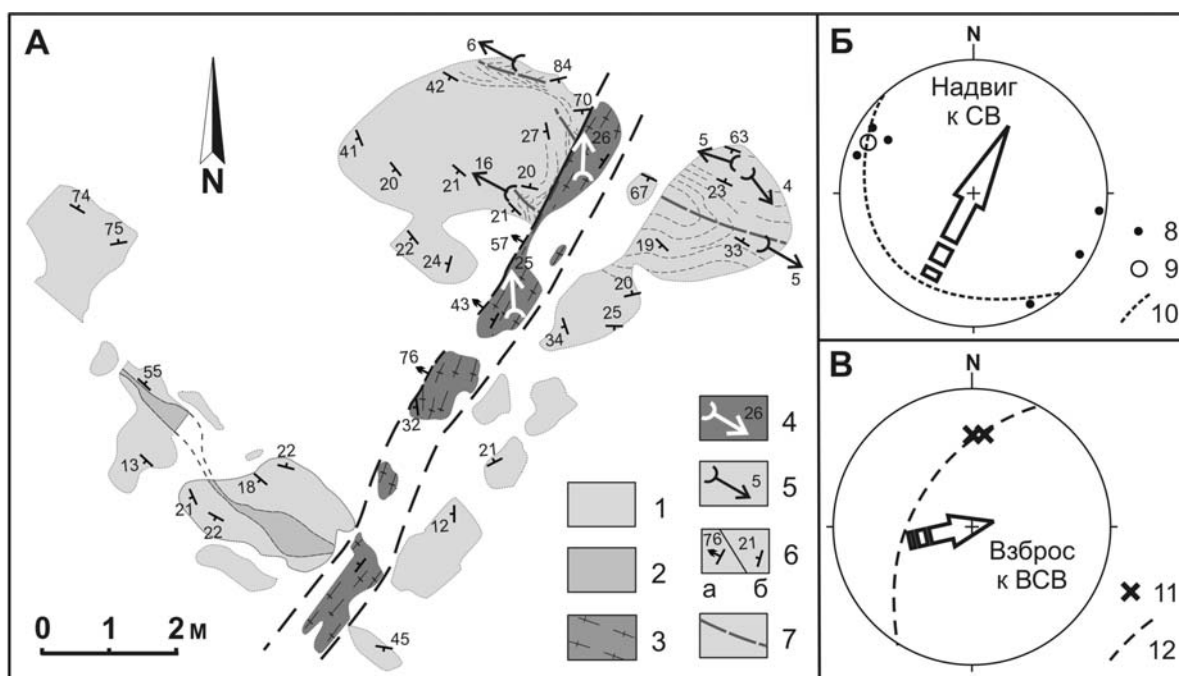


Рис. 1. Строение обн. 804-3 (А), стереографические диаграммы для структур этапа надвигообразования (Б) и транспрессии (В) (здесь и ниже равноплощадная проекция на нижнюю полусферу).

1 – амфиболит, 2 – рассланцованный амфиболит, 3 – плагиогранит, 4–5 – шарниры складок: взбросовых (4) и надвиговых (5), 6 – контакт дайки (а), сланцеватость, полосчатость (б), 7–9 – осевые поверхности (7), шарниры (8) и усредненный шарнир (9) надвиговых складок, 10 – плоскость надвига, 11 – шарниры взбросовых складок, 12 – плоскость взброса. Стрелки показывают направление движения.

Надвиговые складки срезаются дайкой плагиогранита (рис. 1А). Дайка рассланцована и мигматизирована, при этом сланцеватость и лейкосома смяты в открытые, асимметричные складки, которые

принципиально схожи с надвиговыми складками, но резко отличаются по ориентировке осевых поверхностей, шарниров и, как следствие, направлению сдвиговых движений. Реконструкция кинематики показана на рис. 1В. Оказалось, что движения имели взбросовый характер и были ориентированы косо по отношению к региональному северо-западному простиранию пород. Следовательно, эти складки возникли на более позднем этапе – этапе косо́го сжатия (транспрессии).

Поздние этапы деформации (растяжение). В обн. 419 и 420 выявлены s-образные открытые складки с крыльями разной мощности, что характерно для складок в сдвиговых зонах (Ramsay, Huber, 1987). Плоскости сдвига полого падают к З-СЗ, и лежащие выше породы смещены к З-СЗ. Это указывает на сбросовые движения в условиях растяжения. Здесь выявлена зона сульфидного оруденения (содержание Au десятки доли грамма на тонну; Балаганский, Беляев, неопубл. данные), в которой наблюдаются фрагменты гнейсов разной ориентировки, причем один фрагмент был изогнут. Шарниры s-образных складчатых форм, шарнир изогнутого фрагмента и ось вращения всех фрагментов гнейсов (суб)параллельны друг другу (рис. 2А и 2Б). Сделан вывод, что образование золотоносного сульфидного оруденения и описанных структурных форм произошло при растяжении по линии З-СЗ—В-ЮВ (рис. 2А).

В обн. 3777 на контакте амфиболитов и гнейсов находится низкотемпературная сдвиговая зона с содержанием Au первые граммы на тонну (Балаганский, Беляев, 2005). В ней также выявлены s-образные изгибы, связанные со сдвиговыми зонами растяжения. Шарниры изгибов погружаются по азимуту 174° под углом 15° . Плоскость сдвига полого падает к З, и лежащие выше ее породы также смещены к З. Это указывает на сбросовые движения при растяжении, которое происходило по линии З—В (рис. 2В). На основании того, что ориентировка всех структурных форм в обн. 419, 420 и 3777 является одинаково-

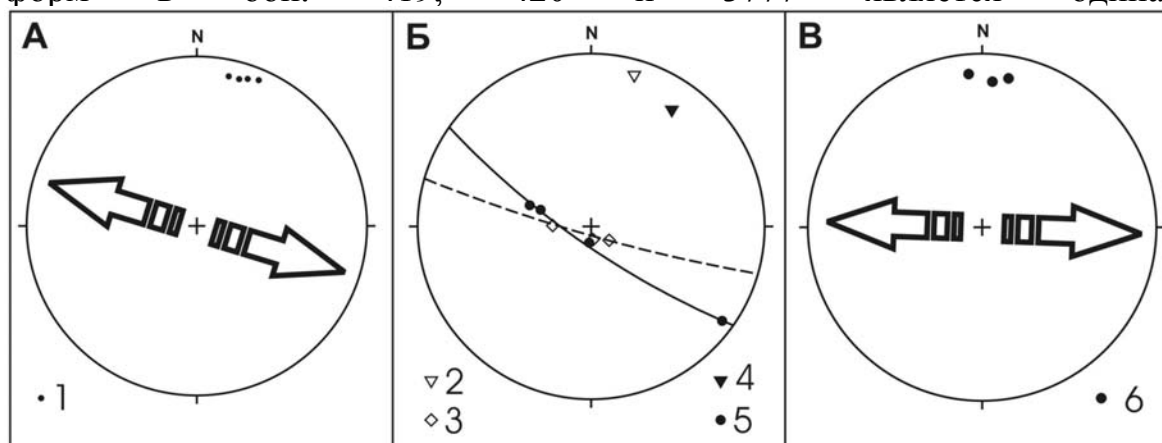


Рис. 2. Стереографические диаграммы для структурных форм обн. 419–420 (А, Б) и обн. 3777 (В).

1 – шарниры s-образных складчатых изгибов, 2 – шарнир открытого изгиба гнейсового фрагмента в колчеданных рудах обн. 419, 3 – сланцеватость и полосчатость в гнейсовом фрагменте с изгибом, 4 – ось

вращения гнейсовых фрагментов, 5 – шарниры s-образных складчатых изгибов в золотоносной сдвиговой зоне. Стрелки показывают направление растяжения.

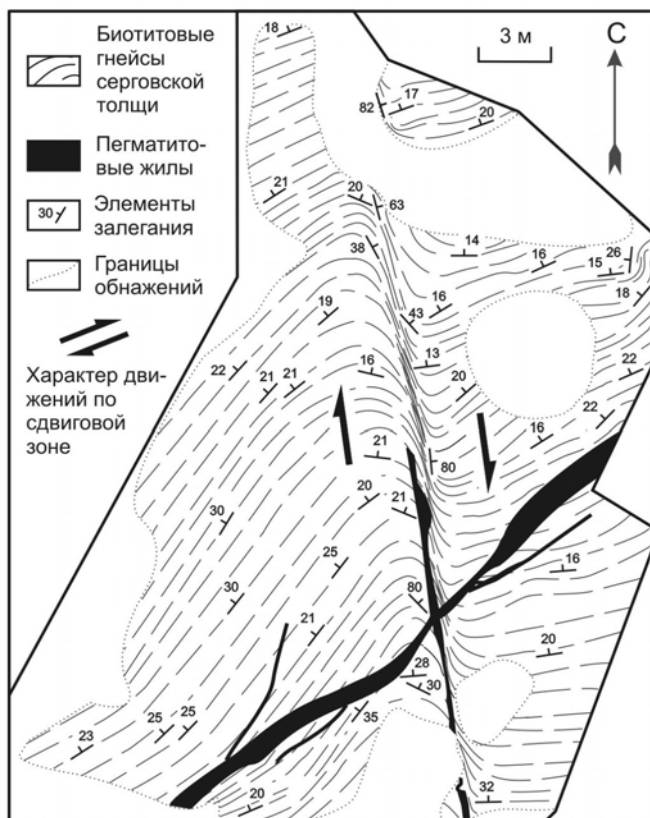


Рис. 3. Сдвиговая зона растяжения в обн. 704-31 (восточный борт зоны опущен относительно западного).

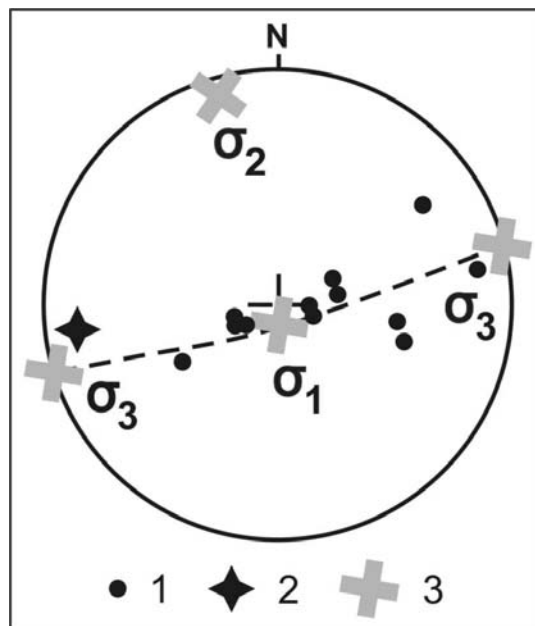


Рис. 4. Реконструкция поля напряжений по ориентировке системы сбросов.
1 – полюса сбросов, 2 – полюс сдвиговой зоны растяжения в обн. 704-31, 3 – оси главных напряжений.

вой, с ними связано золотоносное сульфидное оруденение, а сами они также являются золотоносными, делается вывод о том, что эти рудоносные сдвиговые зоны образовались во время одного и того же этапа растяжения вдоль линии З-СЗ—В-ЮВ.

Обн. 704-31 являет собой пример классической сдвиговой зоны, которая рассечена пегматитовыми жилами, образующими единую систему (рис.3). Эта сдвиговая зона принадлежит системе сопряженных друг с другом сбросов, которые падают как к В и В-СВ, так и к З и З-ЮЗ. Они маркируются пегматоидными жилами мощностью до 7 см. Сопряженные разломы являются структурами, наиболее подходящими для реконструкции ориентировки осей главных напряжений во время их образования. По методике, описанной в (Ramsay, Huber, 1983), можно точно определить ориентировку главных осей напряжений. Промежуточная ось σ_2 определяется как полюс плоскости, в которой рассеяны полюсы сбросов (эта же ось отвечает линии пересечения плоскостей всех сбросов). Ось σ_1 сжимающих напряжений определяется

как линия, делящая пополам угол между двумя сбросами, падающими навстречу друг другу под максимальными углами. Ось растягивающих напряжений σ_3 определяется как перпендикуляр к плоскости, образованной осями σ_2 и σ_1 .

По данным, приведенным на рис. 4, сделан вывод о том, что растяжение происходило вдоль линии, погружающейся по азимуту 78° В-СВ под углом 2° .

Список литературы

1. Астафьев Б.Ю., Воинова О.А., Воинов А.С., Матуков Д.И. Геологическое строение, петрологические особенности и возраст пород имандровской серии верхнего архея (Кольский полуостров) // Геология и геодинамика архея. Мат. I Росс. конф. по пробл. геологии и геодинамики докембрия. СПб.: Центр информ. культуры. 2005. С. 28–33.

2. Балаганский В.В. Главные этапы тектонического развития северо-востока Балтийского щита в палеопротерозое. Автореф. дисс. ... докт. геол.-мин. наук. СПб. 2002. 32 с.

3. Балаганский В.В., Беляев О.А. Золотоносные сдвиговые зоны в раннем докембрии Кольского полуострова: прогноз и первые результаты // Петрография XXI века. Т. 3. Петрология и рудоносность регионов СНГ и Балтийского щита. Апатиты: КНЦ РАН. 2005. С. 37–38.

4. Беляев О.А. Древнейший фундамент Терской структурной зоны // Геологическое строение и развитие структурных зон докембрия Кольского полуострова. Апатиты: КФ АН СССР. 1980. С. 3–14.

5. Cobbold P.R., Quinquis H. Development of sheath folds in shear regimes // J. Structural Geology. 1980. V. 2. No. 1–2. P. 119–126.

6. Cox S.F. Deformational controls on the dynamics of fluid flow in mesothermal gold system // Fractures, fluid flow and mineralization. Geol. Soc. London Spec. Publ. 155. 1999. P. 123–140.

7. Daly J. S., Balagansky V.V., Timmerman M.J. et al. Ion microprobe U-Pb zircon geochronology and isotopic evidence supporting a trans-crustal suture in the Lapland Kola Orogen, northern Fennoscandian Shield // Precambrian Res. 2001. V. 105. Nos. 2–4. P. 289–314.

8. Daly J.S., Balagansky V.V., Timmerman M.J., Whitehouse M.J. The Lapland-Kola Orogen: Palaeoproterozoic collision and accretion of the northern Fennoscandian lithosphere // European Lithosphere Dynamics. Geological Society of London, Memoir 32. 2006. P. 579–598.

9. Hanmer S., Passchier C. Shear-sense indicators: a review // Geological Survey of Canada Paper 90–17. 1991. 72 p.

10. Ramsay J.G., Huber M.I. The Techniques of Modern Structural Geology. V. 1: Strain analysis. London, etc.: Academic Press. 1983. 307 p.

11. Ramsay J.G., Huber M.I. The Techniques of Modern Structural Geology. V. 2: Folds and Fractures. London, etc.: Academic Press. 1987. 391 p.

Раннедокембрийские конгломератобрекчии Чунозерской зоны: новые данные

Пожиленко В.И. (*Апатитский филиал Мурманского технического университета, кафедра геологии и полезных ископаемых; Геологический институт Кольского научного центра РАН; e-mail: pozhil@geoksc.apatity.ru*)

Abstract. The Chunozero zone is located in the central Kola peninsula. Conglomerate-breccias have been discovered and studied in two areas within this zone (the first is situated on the Ruapnyun mountain, 32°15'20" E, 67°43'35" N; the second on the El'yavruaivench mountain, 32°40'50" E, 67°39'20" N). These are similar to conglomerate-breccias in the second unit of the Voche-Lambina greenstone belt.

Чунозёрская зона субширотного простирания расположена в центральной части Кольского полуострова севернее оз. Чунозера на северо-восточном фланге Беломорского «мегаблока». В районе Чуна-Нярк тундр было известно два участка с породами, имеющими обломочную текстуру, генезис которых интерпретировался по-разному.

На первом участке, расположенном в р-не г. Руапнюн на юго-западном отроге Нярк-тундр, О.Т. Князевым (Князев, Маркитахина, 1982) были описаны породы с обломочными текстурами, интерпретированные ими как реликтовые породы некка (жерла вулкана).

На втором участке, расположенном на г. Ельнюн Чуна-тундр, метаморфизованные породы с обломочной текстурой были описаны Н.Г. Судовиковым (1935) как конгломераты, а Н.И. Соустовым (1938) – как магматические «конгломераты» (эруптивные брекчии). Это можно понимать как разную интерпретацию генезиса этих пород, но не исключено, что они описали разные обнажения. С того времени все последующие исследователи не смогли найти эти обнажения, хотя точка с конгломератами указана на «Геологической карте Кольского полуострова» м-ба 1:1000000 (Харитонов, 1958). Мною были детально изучены, описаны и опробованы оба района.

Конгломератобрекчии г. Руапнюн («руапнюнские»)

На западном склоне г. Руапнюн (32°15'20" восточной долготы, 67°43'35" северной широты) на небольшой вершинке с крутым рельефом был обнаружен останец (~150×15-40 м), а в 70 м к северу от него на склоне г. Руапнюн – линза (~20×100м) метаморфизованных пород с обломочными текстурами. Это не жерловые образования, а типичные конгломератобрекчии вулканогенно-осадочного происхождения, образовавшиеся в условиях синхронного осадконакопления и вулканизма, метаморфизованные и нерассланцованные. Конгломератобрекчии не сортированы, т.е. не имеют признаков слоистости. Обломки составляют

примерно 80% от общего объёма, а цемент – около 20%. Преобладает обломочный материал угловато-округлённой формы. Округлые гальки и валуны присутствуют в количестве ~15–30% от общего объёма обломков и сложены плагиогранитами, grano-диоритами, диоритами, габбро-диоритами и реже амфиболитами. Размеры галек и валунов, сложенных породами кислого и среднего состава от 0.5 см до 20 см. Угловато-округлённые обломки в количестве ~70–85% от общего объёма обломков и сложены амфиболитами по матабазальтоидам, матапорфиритам и метадолеритам. Их размер варьирует от 0.5×1.0 см до 4×7 см. Цемент от мезо- до меланократового, сложен в основном метаморфизованным мелкообломочным пирокластическим материалом и по составу соответствует грауваккам. Структура цемента микро-, средне и крупногранобластовая до гетерогранобластовой. Угловато-округлённые обломки амфиболитов имеют в основном микрогранобластовую структуру, а в окатанных гальках гранита сохранились гранитные структуры. Осветлённые каймы (толщиной около 1-2 мм) вокруг угловато-округлённых обломков метаэффузивов вероятнее всего могут быть зонками закалки (но не исключается и экзогенная природа), а лейкократовые каймы вокруг окатанных галек и валунов можно рассматривать как корки выветривания, образовавшиеся в аквальных либо аэральных условиях. Если бы это были реакционные метаморфические или ороговикованные каймы, то они бы были у всех обломков (а этого не наблюдается) и их расположение подчинялось бы другим закономерностям: 1 – их состав зависел бы от состава обломков; 2 – они были бы, в основном, однотипны по минеральному составу и обязательно вокруг всех обломков одного состава, чего также не наблюдается.

Признаками, подтверждающими генезис этих пород как конгломератобрекчий (туфоконгломератобрекчий), являются: пёстрый состав галек и обломков, резко отличающийся от окружающих пород; разные структуры обломков и цемента; разные парагенетические ассоциации минералов в цементе и обломках и гальках; форма обломков и пространственное расположение их в основной массе (матрице) характерны для конгломератобрекчий, но никак не для пород жерловой фации, агматитов или тектонитов. Это «смешанные» вулканогенно-осадочные образования оползневого типа, которые могли сформироваться в зонах проявления синхронного седиментогенеза и вулканизма (задуговой бассейн?).

Конгломератобрекчии прорваны габброноритами (позднее амфиболизованными), друзитовыми метагаббро, габбро-диабазами (долеритами) и плагиомикроклиновыми гранитами. Габбронориты по петрохимическим признакам аналогичны габброноритам Вочеламбинского зеленокаменного пояса (ВЗП), возраст которых 2491 ± 13 млн. лет (Кислицын и др., 2000).

Метаморфизованы конгломератобрекчии в условиях от амфиболитовой до гранулитовой фации. Можно предположить, что

термальный метаморфизм был наложен на более ранний региональный метаморфизм.

Основными метаморфическими минералами являются амфибол (обыкновенная роговая обманка), плагиоклаз среднего состава и редко гранат. В цементе и в краях нескольких галек наблюдаются парагенные минералы гранулитовой фации метаморфизма – мелкие зёрна гиперстена, ярко-красного граната и кирпично-красного биотита. Это свидетельствует о термальном гранулитовом метаморфизме, обусловленным прогревом интрузиями микрогабродолеритов и габбро, которые прорывают толщу амфиболитов и конгломератобрекчий. Поздние секущие жилы гранитов не внесли существенного вклада в прогрев и метаморфизм пород.

Из конгломератобрекчий для определения состава и возраста галек и валунов гранитов были отобраны 4 пробы: две из двух валунов около 17 см в диаметре, одна из двух крупных галек и одна из нескольких мелких галек. Из каждой пробы были выделены цирконы и разобраны на морфотипы, которые были проанализированы методом ТИЭ (термоионной эмиссии свинца). Морфотипы цирконов из одного валуна имеют возраста 2515 ± 55 , 2500 ± 100 , 2520 ± 40 млн. лет, из галек – $\sim 2.4-2.5$ млрд. лет, а из самого крупного валуна второй морфотип циркона имеет возраст 2750 ± 50 млн. лет. Если предполагать, что образование цирконов с возрастом около 2.4-2.5 млрд. лет произошло в результате прогрева в процессе термального метаморфизма, а возраст циркона 2750 ± 50 млн. лет фиксирует время кристаллизации гранитов, то образование конгломератобрекчий произошло в интервале 2.75-2.5 млрд. лет, т.е. в позднеархейское (позднелопийское) время. Таким образом, руапнунские конгломератобрекчии могут быть генетическими, структурными, фациальными и возрастными аналогами вочеламбинских конгломератобрекчий второй толщи ВЗП.

Конгломератобрекчии г. Ельвяруайвенч (ельвявские)

В 950 м к востоку от южного окончания оз. Ельвявр на г. Ельвяруайвенч ($32^{\circ}40'50''$ восточной долготы, $67^{\circ}39'20''$ северной широты) в метаморфизованных габброидах обнаружен ксенолит ($\sim 3\times 10$ м) конгломератобрекчий (рис.1). В ксенолите конгломератобрекчий есть прослой мелкозернистых гнейсов по грауваккам (возможно, по м/з туфам) мощностью около 30 см. Обломки в конгломератобрекчиях составляют примерно 80% от общего объёма, а цемент – около 20%. Упаковка галек в них очень плотная. Состав галек: преобладают тёмно-серые и серые мелкозернистые амфиболиты; плагиогранитоиды составляют примерно от 10 до 25 % от объёма в разных участках; отмечено две гальки кварцевого и несколько галек гранодиоритового состава. Размеры галек: гранитоидных – от 0.7×1.5 см до 9×17 см; кварцевых – $\sim 2\times 4.5$ см.; амфиболитовых – от 0.5×1.5 см до 4×10 см. Гальки пород кислого и среднего состава более округлые. Обломки амфиболитов имеют угловато-округлённые формы. Степень уплощённости галек и обломков в эрозионном срезе от 1/1.5 до 1/5.

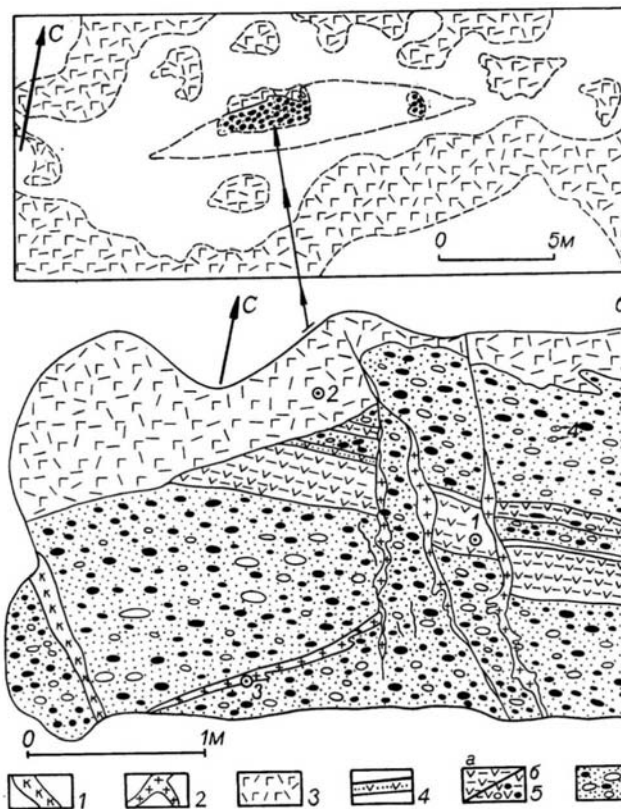


Рис. 1. Глазомерный план (а) и зарисовка участка (б) с ксенолитом конгломератобрекчий на г. Ельвяруайвенч Чунозёрской зоны.

- 1 – кварцевая жила;
- 2 – жилки плагиогранитов;
- 3 – тёмно-серый амфиболит по метамикрогаббро;
- 4 – прослой тонкозернистого амфиболита (по грауваккам?);
- 5 – тёмно-серый м/з амфиболит по м/з туфу (а) и с мелкими гальками гранитоидов и обломков метатуфов (б);
- 6 – конгломератобрекчии полимиктовые, несортированные.

Удлинение почти всех галек в одном направлении, что также может свидетельствовать о более вероятном формировании их в водном потоке. Но следует учитывать, что удлинение галек, вероятно, может частично обусловлено незначительным рассланцеванием и деформацией галек, так как породы были метаморфизованы в амфиболитовой фации и слабо рассланцованы ещё до захвата их интрузией. Об этом свидетельствует то обстоятельство, что вмещающие габброиды метаморфизованы, но в зоне контакта с конгломератобрекчиями не рассланцованы.

Ельвярские конгломератобрекчии также как и руапньюнские конгломератобрекчии (и по тем же признакам) рассматривается как «смешанные» вулканогенно-осадочные образования оползневого (турбидитового) типа, которые могли сформироваться в зонах проявления синхронного седиментогенеза и вулканизма (возможно, в задуговом бассейне?).

На восточном склоне отрога Ельнюн-II выше границы леса были найдены 5 участков, породы в которых больше всего походили на породы, описанные Н.Г. Судовиковым и Н.И. Соустовым. Кроме тех обнажений, где однозначно устанавливается, что это в них эруптивная брекчия, есть фрагменты, сложенные проблематичными породами, похожими на

конгломератобрекчии, генетическую природу которых ещё предстоит выяснить.

Некоторые особенности химического состава обломков в конгломератобрекчиях

По щелочному модулю и содержанию кремнекислоты обломки плагиогранитоидов подобны тоналитам и плагиогранитам инфракомплекса и обломкам аналогичных пород из конгломератобрекчии Вочеламбинского зеленокаменного пояса. Но по содержанию Rb и Sr они подобны тоналитовым плутонам провинции Барбертон и в меньшей степени древнейшим гранитам и тоналитам Карелии и Кольского полуострова. Угловатые обломки метабазитов по соотношению щелочей и кремнезёма, а также по некоторым другим петрогенным элементам, аналогичны обломкам амфиболитов из конгломератобрекчии и амфиболитам второй толщи Вочеламбинского зеленокаменного пояса.

Выводы

1. Находки в районе г. Руапнюн (в прикровлевой части интрузии), а также в районе г. Ельявруайвенч и отрога Ельнюн-II (в прикровлевой части габбрового массива Ельнюн) крупных ксенолитов конгломератобрекчии и реликтов полосчатых амфиболитов свидетельствуют о существовании в Чунозёрской зоне супракрустальных пород (как минимум, конгломератобрекчии и метаэффузивов) до внедрения интрузии;

2. Конгломератобрекчии Чунозёрской зоны по многим петрохимическим параметрам аналогичны конгломератобрекчиям Вочеламбинского зеленокаменного пояса и расположены от них в 10 и 35 км западнее. Они являются реликтами прибрежных фаций оползневого (турбидитового) типа, вероятно, позднеархейского (позднелопийского) задугового бассейна, в котором осадконакопление происходило синхронно с вулканизмом.

3. В районе г. Руапнюн конгломератобрекчии претерпели второй(?) термальней гранулитовый метаморфизм, а в районе г. Ельявруайвенч – амфиболитовый.

Список литературы

1. Соустов Н.И. Геолого-петрографический очерк восточных предгорий Чуна-тундры на Кольском полуострове // Материалы по петрографии Кольского полуострова (редакторы Н.И.Соустов и Б.М.Куплетский). Тр. ин-та геол. наук, вып. 2. – М.: изд. АН СССР, 1938. – С. 1-32.

2. Судовиков Н.Г. Материалы по геологии ЮЗ части Кольского полуострова // Тр. Лен. геол. треста. Вып. 10. – Л.-М.: изд. АН СССР, 1935. – 30 с.

3. Князев О.Т., Маркитахина Т.М. Базальтоидный нект в габбро-норитах Нярк-тундры // Вулканизм и седиментогенез докембрия Кольского полуострова. – Апатиты: изд Кольского филиала АН СССР, 1982. – С. 115-120.

Раннедокембрийские эруптивные брекчии Чунозерской зоны: новые данные

Пожиленко В.И. (*Апатитский филиал Мурманского технического университета, кафедра геологии и полезных ископаемых; Геологический институт Кольского научного центра РАН; e-mail: pozhil@geoksc.apatity.ru*)

Abstract. The Chunozero zone is located in the central Kola peninsula. Magmatic breccias have been discovered and studied a few areas within this zone. Three groups of outcrops are located on a spur of the El'nyun-II mountain (1: 32°36'45" E, 67°39'30" N; 2: 32°37'14" E, 67°39'27" N; 3: 32°37'18" E, 67°39'25" N), and one group of outcrops on the Ruapnyun mountain (32°40'50" E, 67°39'20" N). Fragments are composed of amphibolites and metamicrogabbros and are cemented by metagabbro.

На участке, расположенном на г. Ельнюн Чуна-тундр, метаморфизованные породы с обломочной текстурой были описаны Н.Г. Судовиковым (1935) как конгломераты, а Н.И. Соустовым (1938) – как магматические «конгломераты» (эруптивные брекчии). Это можно понимать как разную интерпретацию генезиса этих пород, но не исключено, что они описали разные обнажения. С того времени все последующие исследователи не смогли найти эти обнажения, хотя точка с конгломератами указана на «Геологической карте Кольского полуострова» м-ба 1:1000000 (Харитонов, 1958). Мною был детально изучен, описан и опробован этот район.

Эруптивные брекчии и конгломерато-брекчиевидные породы г. Ельнюн

В этом районе есть несколько отрогов с названием Ельнюн (Ельнюн-I, Ельнюн-II и Ельнюн-III). И где были описаны Н.Г. Судовиковым и Н.И. Соустовым конгломератоподобные породы – точно неизвестно. После детальнейшего обследования обнажений на всех трёх отрогах только на восточном склоне отрога Ельнюн-II выше границы леса были найдены 5 участков (с усреднёнными координатами 32°36'45" восточной долготы, 67°39'30" северной широты и 32°37'14" восточной долготы, 67°39'27" северной широты), породы в которых больше всего походили на породы, описанные вышеуказанными исследователями. Кроме участков, где однозначно устанавливается, что это эруптивная брекчия есть и фрагменты, сложенные проблематичными породами, похожими на конгломератобрекчии, генетическую природу которых ещё предстоит выяснить.

Размеры участков от 0.5×1.0 м до нескольких метров. В однозначно эруптивных брекчиях в микрогаббро и ср-кр/кр габбро содержится разное количество и разного размера угловато-округлённых либо овальных

обломков (ксенолитов) мелкозернистого амфиболита. В отдельном случае эти обломки находятся в приконтактовой части с амфиболитами. Широкое развитие эруптивных брекчий в интрузии по латерали свидетельствует о том, что в эрозионном срезе наблюдается прикровлевая часть интрузии, в кровле которой в отдельных участках сохранились вмещающие амфиболиты.

Одно из обнаруженных мною обнажений, расположенное на юго-восточном склоне отрога Ельнюн-II выше границы леса (на «географической тропе» Лапландского заповедника») было расчищено на участке (10×1-7) м вкрест простирания (рис. 1). Его координаты – (32°37'18" восточной долготы, 67°39'25" северной широты). В северной части обнажения есть чёткий контакт метаморфизованного габбро с эруптивной брекчией. В пределах обнажения чередуются в разной степени метаморфизованные и рассланцованные эруптивные брекчии – от слабо рассланцованных до линейнополосчатых сланцев. Один из фрагментов обнажения сложен проблематичными породами, очень похожими на конгломератобрекчии. Однозначно природа его пока не решена. Не исключено, что после более детальных исследований породы этого обнажения могут рассматриваться как ксенолит конгломератобрекчий в метагаббро, так как они со всех сторон контактируют с метагаббро.

Таким образом, конгломератоподобные породы, описанные как конгломераты (Судовиков, 1935) или как «магматические конгломераты» (Соустов, 1938) имеют явно эндогенную природу. Обломки и цементирующая масса сохранили реликты магматических структур и минералов: в «обломках – гранобластовая, микрогаббро-диабазовая и микрогаббровая, а в «цементирующей массе» – габбровая и друзитовая. Породы метаморфизованы в условиях амфиболитовой фации, поэтому повсеместно наблюдаются элементы гранобластовой структуры. Состав обломков (ксенолитов) однообразен, также как и состав «цемента» (матрицы). Ксенолиты по структуре и составу соответствуют меланократовому, мелкокристаллическому габбро и амфиболитам, а вторые – друзитовому габбро и габбро-нориту. Состав обломков и матрицы, их магматические структуры, а также общее пространственное геологическое положение рассматриваемых пород, являются достаточными признаками их интрузивного происхождения. На поздних этапах метаморфизма в зоне развития эруптивных брекчий и в секущей зоне происходило частичное и неравномерное дробление пород и насыщение их жильным гранодиоритовым материалом с последующим дроблением и рассланцеванием. Поэтому в некоторых участках эти породы трудно отличимы от конгломератобрекчий. Не исключено, что в некоторых участках могут быть ксенолиты конгломератобрекчий. Этот вопрос требует дальнейших исследований.

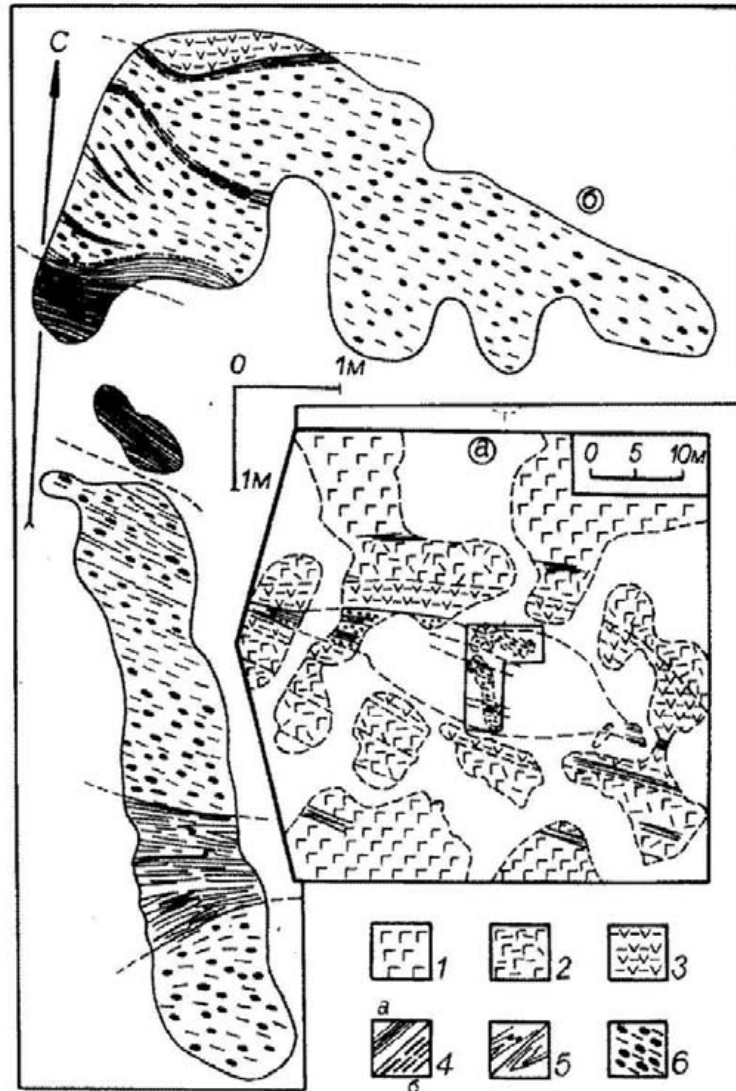


Рис. 1. Глазомерный план (а) и зарисовка обнажения (б) участка эруптивных брекчий (с фрагментом конгломератобрекчиевидных пород) отрога Ельнюн-II Чунозёрской зоны.

1 – метаморфизованное габбро; 2 – метаморфизованное и слаборассланцованное габбро; 3 – тёмно-серый амфиболит по метаморфизованному микрогаббро; 4 – зонки интенсивного рассланцевания эруптивных брекчий (а) и амфиболовые линейно-полосчатые сланцы по эруптивным брекчиям (б); 5 – амфиболовые тонкополосчатые сланцы с фрагментами замков изоклиналильных складок; 6 – эруптивная брекчия (с фрагментом конгломератобрекчиевидных пород) с угловато-округлёнными обломками тёмно-серых амфиболитов и редко – мезократовых и лейкократовых гранитоидов.

Эруптивные брекчии г. Руапнюн

На западном склоне г. Руапнюн ($32^{\circ}15'20''$ восточной долготы, $67^{\circ}43'35''$ северной широты) на небольшой вершинке с крутым рельефом был обнаружен останец ($\sim 150 \times 15-40$ м), а в 70 м к северу от него на склоне г. Руапнюн – линза ($\sim 20 \times 100$ м) метаморфизованных пород с обломочными текстурами. Это конгломератобрекчии вулканогенно-осадочного

происхождения, образовавшиеся в условиях синхронного осадконакопления и вулканизма, метаморфизованные и нерассланцованные. Они прорваны габброноритами (позднее амфиболизированными), друзитовыми метагаббро, габбро-диабазами (долеритами) и плагиомикроклиновыми гранитами. В приконтактовой части габброидов с конгломератобрекчиями есть фрагменты эруптивных брекчий, где обломки амфиболитов и конгломератобрекчий заключены в матрицу, представляющую собой средне- и крупнокристаллическое метагаббро.

Вывод

Наличие большого количества эруптивных брекчий в районе отрога Ельнюн-II, а также ксенолитов конгломератобрекчий и амфиболитов кровли, распространённых широко по площади массива, свидетельствует о принадлежности коренных выходов габброидов к прикровлевой части интрузии Ельнюн.

Список литературы

1. Соустов Н.И. Геолого-петрографический очерк восточных предгорий Чуна-тундры на Кольском полуострове // Материалы по петрографии Кольского полуострова (редакторы Н.И.Соустов и Б.М.Куплетский). Тр. ин-та геол. наук, вып. 2. – М.: изд. АН СССР, 1938. – С. 1-32.

2. Судовиков Н.Г. Материалы по геологии ЮЗ части Кольского полуострова // Тр. Лен. геол. треста. Вып. 10. – Л.-М.: изд. АН СССР, 1935. – 30 с.

Новые обобщенные данные по главным особенностям крупных золоторудных областей мира как основа прогнозирования месторождений золота в пределах Кольского региона

Предовский А.А., Войтеховский Ю.Л., Чикирёв И.В., Скуфьин П.К., Припачкин В.А. (*Геологический институт КНЦ РАН; кафедра геологии и полезных ископаемых АФ МГТУ; e-mail: igor@afmgtu.apatity.ru*)

Based on comprehensive analysis of the world's large gold deposits and gold-bearing areas the essential features of the structure, composition, genesis and location peculiarities of gold deposits are revealed. The data received could be being turned to prognosis of gold deposits within the Kola region.

Проблема прогноза и поисков месторождений золота на северо-востоке Балтийского щита является актуальной. Известные здесь проявления коренного и россыпного золота незначительны по масштабам, в то время как общая геологическая ситуация может считаться благоприятной. В настоящем кратком сообщении рассматриваются результаты проведенного авторами обобщения и анализа большого количества публикаций по особенностям строения, состава, процессов формирования и размещения крупных по запасам отдельных месторождений и рудоносных районов, в которых компактно расположены месторождения небольшого или среднего масштаба с значительными совокупными ресурсами металла. Выполнению нашей работы способствовало появление ряда сводок по рассматриваемой проблеме и прежде всего двух публикаций – «Золоторудные гиганты России и мира» (2000) и «Крупные и суперкрупные месторождения: закономерности размещения и условия образования» (2004). Отдельные важные статьи и книги упоминаются далее в тексте. Полный перечень использованных работ не приводится из-за малого объема нашей публикации. Ниже излагаются результаты проведенного анализа по литературным данным, а после этого – предварительные соображения по возможным перспективным районам Кольского региона и новым подходам к прогнозированию.

Авторы сочли целесообразным рассмотреть и изложить результаты проведенного анализа, отказавшись от распространенного принципа выделения так называемых «рудных формаций», который обычно базируется на перечне ведущих рудных минералов и элементов в рудных залежах, что представляется некорректным. Предполагается, что целесообразно в качестве основы ориентироваться не на «рудные формации», а на рудоносные геологические формации, для которых системно выделяются характерные особенности контролирующих структур, комплексов пород, взаимосвязей породообразующих и

рудообразующих систем, длительность и условия экзогенных и эндогенных процессов привноса и накопления рудных элементов, пространственно-временные закономерности размещения рудных тел и месторождений. Поэтому полученные нами обобщенные выводы о важных для прогноза обстоятельствах излагаются далее поаспектно, т. е. последовательно, в виде компактных разделов по главным факторам и признакам.

Тектонический аспект.

Анализ фактических материалов и литературных данных несомненно указывает на то, что главным управляющим фактором возникновения и размещения крупных месторождений золота и золоторудных районов представляется фактор тектонический. Он выражается прежде всего в том, что ведущими контролирующими структурами общего плана являются долгоживущие глубинные линеаментные зоны и сопровождающие их разломные системы, которые образуют единую глобальную сеть Земли. Эта совокупность глубинных линеаментных структур вероятнее всего ответственна за вывод глубинной энергии планеты и глубинного вещества в ее внешние оболочки. Значение этого круга структур и процессов рассмотрено в публикации одного из авторов данной статьи (Предовский, 2003).

Наиболее ярким примером контроля размещения золотого оруденения является область распространения месторождений типа Карлин на западе США, в штате Невада и прилегающих территориях. Там месторождения области Большого Бассейна подчинены системе пересечения северо-северо-западных разрывно-складчатых структур Скалистых гор и субширотного трансформного тихоокеанского разлома сороковой широты, продолжающегося на континент и далее в сторону Великих озер, к другим золоторудным районам.

Отмеченный ансамбль пересекающихся структур, который можно было бы назвать «золотым крестом Америки», приводят нас к мысли о том, почему долгоживущие линеаментные зоны определяют размещение важных золоторудных районов. И здесь мы соприкасаемся с проблемой главного начального источника золота. По-видимому, необходимо согласиться с теми, уже многими авторами, которые видят источник золота в глубинах мантии. В этом фундаментальное значение контроля золотого оруденения долгоживущими линеаментными зонами и сопровождающими разломными системами, и в особенности – областями пересечения крупных разломных систем. Необходимо отметить, что представление о единой системе линеаментных зон Земли как альтернатива тектоники плит в последние десятилетия развивалось в работах Г.Ф. Макаренко (1983, 1993, 1997). Появляются и новые работы, затрагивающие закономерные связи «трансструктурных» зон и оруденения (Калягин, Абрамов, 2003).

Таким образом, выделение различных по масштабам разломных зон и районов их пересечения и взаимодействия – один из первых шагов при прогнозировании золотого оруденения, т.к. длительно и активно существовавшие зоны и особенно участки их пересечения могут быть каналами транспорта золотоносных мантийных флюидов и растворов.

Тектонический аспект прогнозирования включает еще один важный компонент: выявление особо благоприятных длительно развивающихся структур. Среди них намечается два главных типа. Первый – активные зоны супракрустального породообразования, прошедшие достаточно интенсивную инверсию режима, сопровождавшуюся складчатостью, метаморфическими процессами различного фациального уровня. Второй – крупные блоки длительного воздымания фундамента с проявлениями эндогенной, в том числе магматической активности. Для первого и второго типов развитие структур завершается в режиме, близком к орогенному или рифтогенному с формированием куполовидных поднятий.

Важная черта во всех случаях – многократная тектонизация и перестройка с развитием мелкой складчатости, сланцеватости, кливажа и трещиноватости с появлением участков перекристаллизации, метасоматических изменений. В результате всех этих явлений возникают подчас весьма сложные структурные узлы.

Аспект породообразующих процессов и типов рудовмещающих пород.

В областях изначального супракрустального породообразования типоморфным является осадочный процесс с важной ролью вулканогенно-туфогенно-осадочного накопления. Нередко проявляется синхронный вулканизм основного и средне-основного состава. Формирование супракрустальных толщ отличается неравномерностью, наличием перерывов, размыва уже накопленных отложений.

Исключительно важным критерием возможной золотоносности исходных супракрустальных толщ являются признаки конседиментационного флюидно-гидротермального привноса золота и сопутствующих рудных компонентов (Константинов, Косовец, 1996; Reimer, 1984; Hutchinson, Viljoen, 1988).

В последние годы весьма интересные факты и выводы в этом отношении получены А.А. Кременецким и его коллегами (Кременецкий и др., 2006; Кременецкий, Юшко, 2002) на основе изучения Витватерсранда, выделившими указанное явление как SEDEX-процесс, т.е. как эксгалиационно-осадочное накопление золота и сопутствующих элементов в потенциально рудоносных толщах. С этим процессом, подобным деятельности «черных курильщиков» связывается глубинный привнос рудного вещества (и золота), накопление золота в сульфидах определенных генераций и формирование ведущих и примесных минеральных компонентов рудоносных осадочных пород. Существенно, что для кварцевых фрагментов, в том числе округлых, разработана убедительная модель их формирования за счет конседиментационного

разрушения исходных гелевых масс кремнезема, возникших в ходе эксгалиационно-осадочного процесса.

В числе пород, распространенных в рудоносных супракрустальных толщах показательны для прогноза туфогенные, туфогенно-осадочные продукты, кремнистые, железистые, сульфидоносные (с типогенными – пиритом, пирротинном, марказитом, мельниковитом), карбонатные и карбонатсодержащие, фосфатоносные и, наконец, углеродистые (в том числе битуминозные). Для последних получены серьезные подтверждения их связи с глубинными мантийными источниками (Кременецкий и др., 2006).

В областях длительного сводового воздымания фундамента помимо гнейсо-гранитов и гранитоидов перспективными рудовмещающими могут быть в разной степени метаморфизованные супракрустальные толщи.

В обоих главных типах благоприятных длительно развивающихся структур на всем протяжении времени их развития устанавливаются признаки активного состояния мантийного вещества на глубине, что выражается в периодическом появлении базитовых магматитов в виде излияний, даек и малых интрузивных тел. Ближе к основным этапам рудного процесса проявляются дайковые магматиты от основного до кислого состава с повышенной в разной степени щелочностью.

Геоисторический аспект – золоторудные эпохи, длительность и многоэтапность образования месторождений.

Как установлено (Золоторудные гиганты..., 2000), процессы эндогенного накопления золота и формирования его месторождений проявлены в геологической истории неравномерно. Первый, выдающийся максимум золоторудного процесса приурочен к позднему архею и представлен такими, например, месторождениями, как Витватерсранд, Калгурли, Хемло, Йеллоунайф. Он занимает геологическое время от 2,7 до 2,6 млрд лет назад, хотя первые крупные проявления имеют возраст до 2,9 млрд лет.

На сегодняшний день поздний архей представляется как время широкого развития мощного вулканизма, т.е. высокого возбуждения мантийных и коровых очагов магматизма и проявления весьма интенсивных поствулканических процессов изменения пород и связанного с этим распространения разнообразных осадочных и вулканогенно-осадочных образований с повышенным содержанием кремнезема, глинозема, железа и ряда рудных и редких элементов. Это и явилось основой возникновения геологических формаций с золотым оруденением.

Второй в истории Земли максимум золоторудного процесса – поздний нижний протерозой (Хоумстейк) приходится на время около 1,6 млрд лет назад. Геологически этот этап имеет характер «орогенного окончания» становления раннепротерозойских подвижных зон.

Третий, слабовыраженный максимум с возрастом около 0,8 млрд лет (Олимпиадинское, Советское) определяется проявлениями золотого

оруденения на орогенных стадиях формирования подвижных зон байкалид на севере и северо-востоке Азии.

Наконец, четвертый и пятый максимумы с возрастными соответственно 0,4 – 0,24 и 0,2-0,01 млрд лет знаменуют палеозойский и мезо-кайнозойский этапы в истории золоторудного процесса. В совокупности они обозначают новый рост масштабов накопления золота. К четвертому этапу относятся такие месторождения, как Кубака, Сухой Лог, Мурунтау, Кумтор, Пуэбло Вьехо, Карлин, Нежданинское, Раунд Маунтин, Хисикара и многие другие. Почти все они тяготеют к Тихоокеанскому сегменту или располагаются на Азиатском континенте.

Для целей настоящего сообщения наиболее важен учет возможного значения эндогенных событий, связанных с первым, вторым и четвертым максимумами, т.е. с позднеархейским, позднекарельским и палеозойским.

В аспекте геологического времени важна еще общая длительность формирования золоторудных структур, которая для отдельных месторождений и районов достигает величины до десятков и первых сотен миллионов лет, начиная от появления первых повышенных концентраций и до завершения формирования промышленных рудных залежей. Еще одна особенность крупных золоторудных проявлений это многоэтапность их формирования, связанная с многократным пульсационным оживлением тектонических, породообразующих и рудообразующих процессов. Все это зафиксировано в строении и составе рудоносных и потенциально рудоносных структур, что также должно быть использовано при прогнозировании.

Минералогический и геохимический аспекты.

Оба названных аспекта важны для эффективного прогноза в той мере, в какой минералогические и геохимические признаки в самом общем плане могут указывать на возможность реализации в прошлом на изучаемом участке условий и процессов привноса, накопления и продуктивного переотложения золота и сопутствующих элементов и их соединений.

Минералогические критерии важны главным образом для распознавания этапов метаморфизма, гидротермально-метасоматических преобразований вмещающих и рудоносных пород – от высокотемпературных (калиевые и кали-натровые полевые шпаты, флогопит, биотит, турмалин с кварцем и мусковитом) до низкотемпературных лиственитов, березитов и др. (с кварцем, серицитом, хлоритом, флюоритом, доломитом, магнезитом, сидеритом, кальцитом, альбитом, адуляром, халцедоном, гематитом).

В некоторых крупных сложно построенных месторождениях на поздних этапах их существования формируются коры поверхностного или подземного выветривания с участием вторичного обогащения золотом. При этом в отдельных случаях на зоны выветривания накладываются еще более поздние участки низкотемпературных и гидротермальных изменений, формирующие весьма сложные зоны и тела богатых золотом

руд. Заметим, что это особенность некоторых знаменитых «месторождений несогласия».

Во многих крупных месторождениях золота (в том числе и в так называемых колчеданных) в минеральном составе вмещающих пород и рудных тел значительную роль играет сульфидная минерализация (пирит, пирротин, марказит), в составе которой в разных количествах могут присутствовать арсенопирит, антимонит, сложные сульфоарсениды, галенит, сфалерит, халькопирит, молибденит, киноварь. Одним из эффективных методов изучения сульфидной минерализации в целях прогноза является онтогенический. Пример успешной реализации таких работ - публикация Н.А. Богуша и А.А. Бурцева (2004), также, как и упоминавшиеся исследования А.А. Кременецкого и его коллег (Кременецкий, Юшко, 2002; Кременецкий и др., 2006).

Важно еще раз подчеркнуть, что сульфидная компонента оцениваемых на перспективу супракристалльных толщ может быть и сингенетичной им (тогда изначально это был мельниковит и ранний пирит, а после метаморфизма это пирротин и более поздний пирит) или возникнуть при наложенных гидротермально-метасоматических преобразованиях. Однако, глубинный источник сульфидного вещества может быть одним и тем же на разных стадиях пороодо- и рудообразования.

Геохимический аспект прогнозирования включает три составляющих. Первая – это повышенные против обычного породного фона содержания малых и рудных элементов, сочетания которых указывают на синхронный или близкий по времени глубинный привнос из разных источников. Имеется в виду совместное присутствие в ореолах изменения пород каких-либо из следующих элементов: тяжелых литофилов (вольфрам, молибден, олово, уран, торий, цирконий, ниобий), цветных халькофильных металлов (свинец, ртуть, цинк, медь), благородных металлов (серебро, золото, платиноиды), сидерофилов (кобальт, никель), а также ванадия, мышьяка, сурьмы, селена, теллура, бора, фтора, фосфора.

Вторая составляющая геохимического аспекта – это повышенное содержание в потенциально рудоносных породах углеродистого вещества различных типов – графита, углеводородов и сложных органических соединений, часть которых имеет несомненно мантийные источники, о чем говорилось выше. Присутствие сульфидного и углеродистого вещества в потенциально рудоносных породах свидетельствует о восстановительных обстановках привноса глубинного вещества, пороодо- и рудообразования, которые являются оптимальными для миграции и накопления золота.

Третья составляющая геохимического аспекта прогнозирования – наличие в потенциально рудоносных породах реликтов рудообразующей среды в виде газов, среди которых уже выявлены диоксид углерода, сероводород и метан. Возможно обнаружение и других газовых и жидких компонентов. Все это требует аналитических возможностей и специального экспериментального оснащения.

Использование минералогических и геохимических критериев прогноза требует существенных затрат на надежное определение минерального и химического состава пород, не говоря уже о специальных изотопных и радиохронологических исследованиях.

Собственно рудный аспект. Размерность рудных тел и рудоносных зон. Содержание и распределение золота.

Зафиксированные размеры зон, непосредственно контролирующих оруденение в пределах крупных месторождений, следующие: протяженность по горизонтали от 500 до 5000 и даже 8000 м, мощность от первых десятков до 500 м, размах оруденения по вертикали от 500 до 2500 м.

Содержание золота в рудных телах крупных месторождений колеблется в широких пределах от 2-5 г/т до 17-70 г/т. Золото обычно локализуется вместе с сульфидным и углеродистым веществом. Как правило золото тонко дисперсно, вплоть до атомного рассеяния в сульфидах. В более крупных выделениях и как видимое золото свойственно или богатым рудам или рудам, возникшим в результате многократной тектонизации и гидротермально-метасоматической перекристаллизации. В целом распределение золота весьма неравномерно, что должно учитываться при опробовании и анализе. Предпочтительнее определение содержаний золота производить химико-спектральным методом анализа проб.

Поисковый аспект.

Золоторудные зоны Кольского региона, как следует из конкретных условий работы, могут быть труднодоступны, во-первых, из-за перекрытия рыхлыми наносами или болотами, а во-вторых, из-за развития на коренных выходах мезо-кайнозойских кор выветривания мощностью до 40-80 м. Это обстоятельство вынуждает признать единственным и представительным методом поиска оперативное малоглубинное (около 100м) поисковое бурение. Именно этим объясняются успехи наших финских соседей.

Предварительные соображения о перспективных для поисков крупных месторождений золота районах Кольского региона.

Изложенное выше является ключом к разработке полноценного и результативного прогноза крупных золотых месторождений в пределах Кольского региона. Этот прогноз потребует тщательного просмотра имеющихся картографических, текстовых, аналитических материалов по веществу, петрографических, минералогических, геохимических сведений и, может быть, определенного объема полевых и камеральных исследований в рамках специальных тем. Все это безусловно окупится.

В то же время, можно попытаться предварительно и схематично обозначить возможные перспективные районы региона. Порядок их перечисления не отражает их сравнительной потенциальной ценности. Перечисление дается без детальной аргументации.

Если ориентироваться на геологический возраст комплексов пород и структур в связи с периодичностью глобального золоторудного процесса, то перечисление перспективных районов нужно начать с тех, где распространены образования верхнего архея (лопия).

Первая группа перспективных районов - это Кейвский блок и его северо-западное, западное, южное и юго-восточное обрамление, где уже известны золоторудные проявления.

Вторая группа районов – лопий Терского побережья.

Третья группа районов – лопий северо-запада региона. Там известны участки, где в гнейсовых толщах присутствуют мощные горизонты с первично вулканогенно-осадочной колчеданной минерализацией.

Несомненно перспективной является огромная по площади полоса юго-западного и южного края протяженного раннепротерозойского Печенгско-Варзугского пояса, где могут быть выделены по крайней мере три-четыре первоочередных района, в том числе и с проявлениями золотой минерализации.

Еще одно обещающее направление прогноза – это обсуждение возможных перспектив регионально проявленной поверхности перерыва и несогласия между архей-нижнепротерозойскими и верхнепротерозойскими комплексами пород. Первоочередные районы прогноза – Терский берег и горло Белого моря, районы полуостровов Рыбачьего-Среднего и острова Кильдина и ряд участков северного берега Кольского полуострова.

Возраст оруденения в районах распространения лопия может быть позднеархейским и раннепротерозойским, а в некоторых районах центра полуострова и палеозойским. В районах Печенгско-Варзугского пояса оруденение может быть раннепротерозойским.

В пределах поверхности предверхнепротерозойского перерыва оруденение может быть палеозойским или байкальским по возрасту.

Список литературы

1. Богуш И.А., Бурцев А.А. Онтогенический атлас морфогенетических микроструктур колчеданных руд. Ростов-на-Дону, СКНЦ ВШ, 2004. - 200с.

2. Золоторудные гиганты России и мира. М.: Научный мир, 2000. - 272 с.

3. Калягин А.Н., Абрамов В.А. Основы трансструктурной геологии в океанологии и металлогении. Владивосток: Дальнаука, 2003. - 348 с.

4. Кременецкий А.А., Юшко Н.А. SEDEX-процесс ведущий механизм формирования ресурсного потенциала Au и U в докембрийских конгломератах и полосчатых железных рудах. Сборник научных трудов Ин-та геохимии окружающей среды. Киев, 2002. Вып. 5/6. С. 36-52.

5. Кременецкий А.А., Максимюк И.Е., Юшко Н.А. Минералого-геохимические критерии седиментогенно-эксталяционного генезиса золотоносных конгломератов (Витватерсранд, ЮАР). Разведка и охрана недр, 2006, №9.

6. Крупные и суперкрупные месторождения: закономерности размещения и условия образования. М.: ИГЕМ РАН, 2004.- 430 с.

7. Макаренко Г.Ф. Траппы в структуре материков. М.: Наука, 1983. 208 с.

8. Макаренко Г.Ф. Планетарные горные дуги и мифы мобилизма. М.: Косминформ. 1993. - 280 с.

9. Макаренко Г.Ф. Периодичность базальтов, биофизисы, структурная симметрия Земли. М.: Геоинформмарк. 1997.-98 с.

10. Предовский А.А. К проблеме основных элементов тектонического развития Земли: какова альтернатива новой глобальной тектоники литосферных плит. // Межвузовский сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции «Наука и образование». Мурманск. 2003. С. 223-225.

11. Hutchinson R.W., Viljoen R.P. Re-evolution of gold source in Witwatersrand ores. S. Afr. Geol. 1988. N 186, 91 (2), p.p. 153-173.

12. Reimer T.O. Alternative model for the derivation of gold in the Witwatersrand Supergroup. Journ. Geol. Sjc. 1984. V. 41, p.p. 263-272.

Псевдоконгломераты в основании разреза пород Печенгской структуры как продукт флюидизат-эксплозивной системы

Скуфьин П.К. (*Апатиты Мурманской обл., Геологический институт КНЦ РАН, e-mail: skuf@geoksc.apatity.ru*)

In the cross section of volcanites of the Early Proterozoic Pechenga Area the products of plum-fluidizat systems, submitted highly-differentiated basaltic volcanic rocks are established. Among them are marked ultrasilica Fe-rich lavas (kahusites) ($\text{SiO}_2 = 80-94\%$; $\text{FeO} = 2-5\%$). These rocks simulate formation of the quartz-granitic fluidizat-explosive pseudoconglomerates in the bottom of the of Pechenga section. Famous Au-rich conglomerates of the Africa Witwatersrand deposit can be analogues to the similar fluidizat-explosive pseudoconglomerates.

В связи с резким обострением в последние годы внимания геологической общественности к проблемам, связанным с восходящими плюмовыми потоками, пристальное внимание специалистов привлекли и так называемые флюидизат-эксплозивные системы, поскольку в ряде публикаций по рудным месторождениям (Голубева, 2002; Маракушев, 1995 и др.) показана тесная связь полезных ископаемых широкого спектра представительности, в том числе благородных металлов и алмазов, с eksploзивными и эруптивными брекчиями, связанными с флюидными высокотермальными мантийными потоками, формирующими такие системы. Предполагается, что плюмовые потоки отделяются от границы земного ядра и нижней мантии и идентифицируются уже по результатам своего воздействия на литосферу. Практически по всем моделям плюмовые системы – это чрезвычайно высокотемпературные субстанции, газовой-расплавные, плазменные и закритические. В критическом состоянии давление P в системе не изменяется при изотермическом изменении объема. В соответствии с уравнением критического состояния вещества ему отвечает бесконечно высокая изотермическая сжимаемость вещества: $(\partial P / \partial V)_{кр} = 0$, $(\partial^2 P / \partial V^2)_{кр} = 0$. Это означает резкое увеличение в закритической области массоемкости флюида, который способен к экстракции из твердой и жидкой фаз и к последующему переносу количеств веществ, на несколько порядков превосходящих величины, характерные для равновесных систем в докритической области. Газовые флюидные системы высокосжимаемы, что позволяет им достигать в глубинных условиях высоких плотностей и быть уникальными теплоносителями, когда в небольшом объеме сжатого флюида концентрируется огромный запас тепловой энергии.

Типичные продукты раннепротерозойских флюидизат-эксплозивных систем были закартированы при палеовулканологических исследованиях вулканогенных пород прежде всего в ядерной части Печенгской

структуры. Здесь установлены многочисленные дайки и сложной формы интрузивные тела широкого спектра составов, сложенные эруптивными брекчиями базальтов, пикробазальтов и продуктов их дифференциации. Для эруптивных (туффизитовых) брекчий этих структур характерны центробежные текстуры типа расплывающихся осколков льдины. Наблюдается активное воздействие туффизитов на вмещающие базальты, с проникновением кластического материала в трещины и неровности вмещающих базальтовых покровов. Среди пород этих интрузивных туфо- и лавобрежий установлены обломки железистых ультракремнистых лав (кагуситов). Кагуситовые лавы имеют криптофельзитовую структуру, обогащены тонкодисперсным магнетитом. Содержание SiO_2 в них составляет около 80-90 %, суммарного Fe – 2-5%; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 0.01-0.4$ %. Эти породы впервые были описаны в 1934 г. в лавовых потоках вулкана Кагуси в Африке.



Рис. 1. Флюидизат-эксплозивная брекчия в породах телевинской свиты. Фотографии обнажений (1,2) и шлифов (3,4). 1 – элювиальные останцы флюидизат-эксплозивной брекчии в районе оз. Питьевого, к северо-западу от г. Заполярный; 2 – в центре – фрагмент пикробазальтовой лавы со следами деформации окружающими обломками гранитов. Сами обломки гранита имеют следы объемного разуплотнения; 3 –

изотропизация кварцевых зерен в обломке плагио-микроклинового гранита (фотография шлифа). Ширина поля зрения 4 мм, с анализатором; 4 – контакт плагиоклаз-кварцевой породы с матриксом брекчии (фотография шлифа). Ширина поля зрения 8 мм, с анализатором.

Проблема печенгских флюидизат-эксплозивных систем затрагивает также современную точку зрения на базальные конгломераты и кварцевые конгломераты в основании раннепротерозойских разрезов Балтийского щита как на своеобразные "базальные псевдоконгломераты-пирокластиты" и "мономиктовые кварцевые пирокластиты" (Казак, Зайцев, 2002), связанные с активной обработкой, округлением и частичным оплавлением поступавших на поверхность глубинных гранитоидных и кварцевых обломков перегретым термальным флюидным потоком. При изучении базальных конгломератов телевинской осадочной свиты в основании печенгского комплекса были установлены псевдоконгломераты – продукты раннепротерозойской флюидизат-эксплозивной системы. Эти уникальные образования приурочены к впадине древнего палеорельефа в зоне влияния крупного Западно-Хихнаярвинского разлома северо-восточного простирания. Обнажения, а также элювиальные высыпки гигантских валунов флюидизат-эксплозивных брекчий расположены на северном берегу оз. Питьевого, к северо-западу от г. Заполярный. Флюидизат-эксплозивные брекчии представляют собой неравномернозернистую кластическую породу, без признаков градационной слоистости (Фото 1,2, Таблица I). Обломки сложены плагиогранитами, гранодиоритами и диоритами, отличающимися по внешнему виду и петрографическим особенностям от современных гнейсогранитов северного обрамления Печенги. Форма обломков угловатая или неравномерно-округленная. Характерно присутствие неправильной формы фрагментов лав пикрит-базальтов, большого количества мономинерально-кварцевых обломков, а также своеобразных плагиоклаз-кварцевых среднезернистых пород (Фото 3, Таблица I), аналогов которым нет в современных классификациях гранитов. Эти квазигранитоиды состоят на 60-70% из кварца с небольшим количеством плагиоклаза. Налицо признаки высокотемпературных условий внедрения флюидизат-эксплозивных брекчий – характерна пластичность обломков пикрит-базальтов, контуры которых деформируются окружающими обломками гранитов (Фото 2, Таблица I); сами обломки гранитов "расползаются" в виде разуплотненной эруптивной брекчии, что типично для современных игнимбритовых отложений, а также, например, и для ордовикских алмазонасных флюидизатов (туффизитов) Полярного Урала, описанных И.И. Голубевой (2002). Для кварца из обломков гранитоидов и из матрикса типичны очень низкие показатели преломления, вплоть до полной изотропизации и преобразования в стекло (Фото 4, Таблица I). Аналогичные явления изотропизации кварца описаны А.П. Казаком и В.С. Зайцевым (2002) в ятулийских флюидизат-эксплозивных

"псевдоконгломератах" Северного Онежского прогиба. На избирательное замещение кварца диаплектовым стеклом в алмазонасных породах псевдоастроблем типа Попигайской, Пучеж-Катункской, Карской и др. указывает также А.А. Маракушев (1995).

Отметим также, что мономинерально-кварцевые породы печенгских флюидизат-эксплозивных систем в определенной степени моделируют проблему генезиса некоторых кварцевых типов рудных месторождений-гигантов. Установленная нами обогащенность ультракислых расплавов фтором, хлором, серой и другими флюидными компонентами может создавать избирательное химическое сродство к разнообразным рудным минералам, в том числе и к золоту. Парадоксальным является то, что ультракремнистые расплавы, практически не содержащие глинозема, могут быть щелочнометальными и обладать высоким химическим сродством с рудными металлами. В кислых и нейтральных растворах золото, образующее нейтральные комплексы $AuHS^0$ и др., обладает низкой растворимостью, но с переходом к щелочнометальной среде растворимость его резко возрастает благодаря образованию легко растворимых одновалентного и трехвалентного соединений $KAu(HS)_2$, $KAuO_2$, $KAuS_2$. Этот эффект приложим к щелочнометальным ультракремнекислым расплавам, содержащим "свободные" щелочные металлы, не связанные в полевошпатовые алюмосиликатные структуры.

Кварцевые расплавы, практически не содержащие алюминия, в наибольшей мере отвечают этому условию, представляя среду, наиболее благоприятную для эффективной экстракции золота из силикатных расплавов. По нашим представлениям, эта экстракция играла главную роль в формировании золоторудных кварцевых жил и уникального месторождения ураново-золотых руд Витватерсранд в Африке, сосредоточившего в себе около 70 тысяч тонн золота. Его руды состоят из каплевидных выделений кварца размером около 2 см (составляют 70-80% руды) и пирита размером от 0.5 мм до 3 мм, образующего так называемую пиритовую дробь или шрапнель. В геологической литературе широко распространено представление о рудах Витватерсранда, как о россыпных конгломератах, содержащих осадочные гальки. Это представление является явно ошибочным, находящимся в противоречии с петрографическим изучением ураново-золотых руд, позволяющим рассматривать их как псевдоконгломераты: кварцевые выделения в них имеют причудливые формы и соединяются друг с другом перемычками, отражающими образование их на месте в результате развития жидкостной несмесимости в первично однородных флюидных расплавах. В кварцевых каплях изредка встречаются капли пирита, распространенные, наряду с кварцевыми каплями, и в рудах, хотя и в меньшем количестве. Золотоносные флюидные расплавы периодически выбрасывались взрывами подобно тагамитовым или зювитовым расплавам взрывных депрессионных структур и формировали покровы (золотоносные рифы) на всем длительном протяжении образования депрессии Витватерсранд.

Псевдоконгломераты-флюидизаты в основании Печенгской структуры связаны с сариолийским циклом раннекарельского тектогенеза, трассируя на Печенге границу карельского комплекса с его архейским основанием. Сариолийский цикл плюм-тектоники сопровождался деструкцией зрелой постархейской континентальной коры, заложением по унаследованной архейской сети зеленокаменных рифтогенных структур с накоплением в них грубообломочных псевдоконгломератов-флюидизатов, с параллельным накоплением мощных (несколько километров) толщ андезитобазальтов сариолия.

Учитывая приуроченность к флюидизат-эксплозивным системам широкого круга рудных месторождений, в том числе благородных металлов, ЭПГ и алмазов, появление флюидизат-эксплозивных пород в основании разреза пород Печенгской структуры вызывает особый интерес. Учитывая также полигенное, в том числе и флюидизат-эксплозивное происхождение базальных аркозовых и мономиктовых кварцевых конгломератов раннего протерозоя Карелии, что было частично доказано для Сегозерской, Кумсинской, Лехтинской и др. структур, следует иметь в виду, что с подобными "псевдоконгломератами" могут быть связаны и алмазоносные породы. Остается еще добавить, что флюидизат-эксплозивные породы основания печенгского разреза еще толком и не опробовались, в том числе на возможные концентрации алмазов.

Список литературы

1. Голубева И.И. Интрузивные пирокластиты в Лемвинской вулканоплутонической ассоциации (Полярный Урал) // Магматизм, метаморфизм и рудоносность Урала и прилегающих территорий. Материалы Второго Всерос. Петрографического совещания 27-30 июня 2000 г., Сыктывкар. Изд. КомиНЦ УрО РАН, 2002. С. 40-43.

2. Казак А.П., Зайцев В.С. К проблеме полигенного происхождения базальных конгломератов раннего протерозоя севера Онежского прогиба // Магматизм, метаморфизм и полезные ископаемые Восточно-Европейской платформы и Сибири. Материалы Второго Всерос. Петрографического совещания 27-30 июня 2000 г., Сыктывкар. Сыктывкар: изд. КомиНЦ УрО РАН. 2002. С. 262-264.

3. Маракушев А.А. Геологическая позиция, геохимия и термодинамика алмазоносного импактогенеза // Вестн. Моск. Ун-та, сер. 4, Геология, 1995, № 1. С. 3-27.

***СЕКЦИЯ:
«ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
В АРКТИКЕ»***

Физико-статистическое моделирование параметров системы «океан-атмосфера» в предположении гелиозависимости парникового эффекта. Долгосрочный прогноз эпизода La-Niña, состоявшегося зимой 2005-2006 гг.

Будовый В.И.¹, Хорозов С.В.¹, Inacio M. Martin², Медведев В.А.¹, Белоголов В.С.³ (¹ООО «Фирма HSoft», г. Калининград, e-mail: hsoft@baltnet.ru; ²Mathematics and Physics Department, University of Taubate, Brazil, e-mail: martin@ita.br, ³МГТУ, vlastebel@yandex.ru)

Abstract

The long-term (several decades) forecasts of Southern Oscillation (ENSO) and climatic parameters of some regions of Southern and Central America and Europe are here represented.

The modelling was performed on the basis of physical-statistical model, which is based on a concept of solar activity influence on greenhouse effect through some physical mechanism. There are two reasons in support the existence of such mechanism:

firstly, a presence of rather close correlation between an average meanings (intervals of sliding averaging are from several decades up to hundreds years) of solar activity and earth surfaces temperatures variations (actual and reconstructed);

and secondly, insufficient change of insolation (for an explanation of existing correlation) connected with solar activity change.

The simple estimate model has shown a possibility of an explanation of recent warming by the natural reasons without using of anthropogenic factors.

The constructed model (in spite of its simplicity) well enough reproduces and explains the basic climatic events of the past millennium (global warming at 19th-20th and 11th-13th centuries, small glacial period at 15th-17th centuries).

The integrated energy parameters of "ocean-atmosphere" system are the arguments of statistical part of the model, and, on the other hand, they are the output of physical part of the model. The analysis of the model has shown, that it can be successfully adapted to the various large-scale (first of all - in time-scale) climatic parameters.

El Niño and La Niña phenomena are used as indicators of regional climatic changes in Pacific basin. Often regional climatic parameters (in particular, precipitation budget) are being defined through correlation connections with ENSO parameters. Therefore in the given work the problem of stability of correlation connections between ENSO parameters and precipitation budget in some regions of Southern and Central America is discussed.

The comparative analysis of correlation between regional climatic parameters and ENSO parameters in 20th and 21st centuries has allowed finding

out a change of interrelations on a boundary of centuries. According to model outcomes this phenomenon can be explained by the beginning change of global energy state of "ocean-atmosphere" system and by appropriate change of circulation modes.

The model has allowed predicting La Niña phenomenon at the end of 2005 - the beginning of 2006 with a lead time about one year. The forecast was presented at the First Alexander von Humboldt International Conference on «The El Niño phenomenon and its global impact» (Khorozov, S., 2005). The estimation of a quality of the given forecast is represented.

The model outcomes allow to suggest that the growing carbon dioxide concentration is not the reason of the recent warming, which can be changed to cooling in the near future in spite of concentration of this gas will still be rising during all time.

1. Введение.

ENSO является одним из крупных объектов глобальной климатической системы. Моделирование параметров ENSO можно рассматривать, как частный случай моделирования параметров глобального климата. Под понятием «изменение климата» в последнее время часто подразумеваются антропогенно обусловленные его изменения, хотя одна из главных проблем состоит в отсутствии убедительных количественных оценок антропогенного вклада в формирование глобального климата. Ведущие российские учёные (заключение совета-семинара РАН от 14 мая 2004 «Суждение совета-семинара РАН о возможном антропогенном изменении климата и проблеме Киотского протокола») признают факт потепления, но отмечают «высокую степень неопределённости того, что потепление происходит только за счёт антропогенного воздействия». Современные знания о климате свидетельствуют о неоднократных, подобных современному потеплению, относительно быстрых климатических изменениях. Поэтому принятие антропогенного фактора как основной причины современного глобального потепления с нашей точки зрения не является бесспорным. Изменения инсоляции, по некоторым оценкам, также недостаточны для объяснений колебаний климата. Энергетический вклад этих изменений на порядок меньше такового от вулканической деятельности. Однако, коэффициенты корреляции, между индексом вулканической деятельности и различными реконструкциями глобальной температуры (от -0.15 до -0.28) значительно меньше, чем между этими же реконструкциями температуры и различными реконструкциями солнечной активности (от 0.65 до -0.90)

Логично предположить наличие физического механизма влияния солнечной активности на парниковый эффект. Без оценки такого опосредованного влияния делать вывод о наличии «антропогенного сигнала» и его вкладе в современное потепление климата нельзя. В

противном случае вклад антропогенного фактора может быть значительно завышен. С ростом солнечной активности интенсивность ультрафиолетового излучения возрастает на порядок и более (Obayashi, T., 1962). Авторами представлен один из возможных механизмов влияния солнечной активности на парниковый эффект и приземную температуру (Budovy, V., 2004)

2. Методика и данные.

Модель приземной температуры построена на основе её статистической связи с солнечной активностью с учётом её зависимости от интегральных параметров энергетического состояния и инерционности системы. Определены интегральные параметры состояния системы, зависящего от солнечной активности, на основе тепло-балансовой модели системы океан-атмосфера с учётом свойств механизма влияния солнечной активности на парниковый эффект. Система океан-атмосфера представлена в виде: 1) верхнего слоя, поглощающего практически всю солнечную радиацию (атмосфера и тонкий поверхностный слой мирового океана, определяемый так, что проникающей ниже его солнечной радиацией можно пренебречь); 2) среднего слоя (слой мирового океана с интенсивной циркуляцией воды и интенсивным теплообменом); 3) нижнего слоя (остальная толща мирового океана со слабой циркуляцией воды и слабым теплообменом). Модель подробно представлена в работе (Budovy, V., 2004). Параметризация модели производилась с использованием поэтапного уточнения, основанного на методе Монте-Карло при условии достижения наибольшего соответствия (минимум суммы квадратов разностей) моделируемых значений фактическим значениям глобальной температуры. Представленные результаты моделирования получены на основе сценария развития солнечной активности, который построен с использованием данных наблюдений (числа Вольфа) в течение последних 300 лет и анализа изотопа ^{10}Be в пробах льда Гренландии и Антарктики в течение прошлой тысячи лет (Crowley, T., 2000).

3. Результаты.

Приведены фактические значения глобальной температуры и результаты её моделирования. Период адаптации статистической части модели 1862-1985 гг. Модель достаточно хорошо описывает общий тренд температуры, несмотря на то, что рост концентрации углекислого газа при моделировании в явном виде не учитывался. Успешно моделируется и потепление 1986-2005 гг., что свидетельствует в пользу выдвинутой гипотезы о преобладающем влиянии солнечной активности на парниковый эффект и климатообразующие процессы, объясняющие потепление 12-13 и конца 20-го столетий, а также малый ледниковый период в 15-17 веков. Ежегодные колебания температуры являются не следствием нелинейности физической части модели, а характерным результатом работы её

статистической части. В целом удовлетворительно описывается не только тренд, но и годовые колебания температуры, что говорит о правильности выбора концепции модели. Модель существенно расходится с наблюдениями в период быстрого потепления в 1927-1945 гг., что может объясняться воздействием других неучтённых факторов. Необходимо обратить внимание на то, что температура Центральной Англии хорошо коррелирует (0.71) с расчётной эффективной температурой среднего слоя, а восстановленная температура Китая более тесно коррелирует (0.83) с расчётной эффективной температурой верхнего слоя, в существенной степени характеризующего атмосферу. Полученный результат соответствует географическому положению этих регионов: температура Англии формируется, в основном, под воздействием океана, а температура Китая – под воздействием континентальных воздушных масс. Реконструированные температуры Англии и Китая получены другими исследователями независимым путём, а обсуждаемый эффект в модель не закладывался. Это, во-первых, является косвенным подтверждением адекватности физической части модели, несмотря на все сделанные упрощения, а, во-вторых, показывает, что она достаточно хорошо имитирует существующие крупномасштабные физические процессы в системе океан-атмосфера.

Найдена корреляция между температурой среднего слоя и концентрацией углекислого газа в атмосфере по крайней мере в течение последних 400 лет, однако она оказалась гораздо более тесной со скоростью изменения концентрации CO_2 . Это может означать, что изменение концентрации CO_2 , вероятно, является не столько причиной, сколько следствием глобального потепления. В противном случае, должна бы существовать связь между концентрацией CO_2 и скоростью изменения температуры, чего не наблюдается. Логично предположить, что не только глобальная температура, но и другие климатические параметры, в т.ч. региональные, должны иметь хорошую корреляцию с параметрами, характеризующими общее энергетическое состояние системы океан-атмосфера. В этом случае коэффициенты статистической части модели должны отражать и влияние региональных особенностей циркуляции, которые в свою очередь должны быть связаны с глобальным энергетическим состоянием системы. Адаптация модели была успешно проведена для региональных температур и количества осадков, параметров ENSO для городов Порто Алегре, Буэнос-Айрес, Сантьяго, Мехико, Сальвадор и др. Прогноз SST (NINO 1+2) и индекса SOI, полученный с помощью модели, показывает, что в 2008-2009, 2018-2019, 2028-2029 гг. вероятно сильное развитие эпизодов El-Nino, подобных тем, которые наблюдались в 1982-1983 и 1997 гг. При этом, тенденция усиления эпизодов El-Nino может продолжиться в течение 30 лет, после чего возможно изменение характера развития ENSO. Видно, что в конце 2005

года по результатам моделирования ожидался ярко выраженный феномен La-Nina. Эти результаты были доложены на конференции (Khorozov, S., 2005). В конце 2005 - начале 2006 годов феномен La-Nina действительно состоялся, но по величине отклонения от нормы он оказался не таким сильным, как ожидалось. После уточнения модели прогноз развития эпизодов El-Nino в 2008-2009 гг. изменился незначительно, что говорит в пользу устойчивости построенной модели и методики адаптации статистической её части. Важно заметить, что характер взаимосвязей между аномалиями температуры и суммой осадков, во-первых, различный, а во-вторых, изменяется на границе столетий.

Аналогичные результаты были получены и для городов Сальвадор, Буэнос-Айрес и Мехико. Детальный анализ обнаруженного эффекта показал, что коэффициенты корреляции между аномалиями температуры (SST) и полугодовыми суммами осадков для второй половины 20-го столетия для фактических и для моделируемых значений отличаются мало, т.е. модель работает достаточно адекватно. Коэффициенты корреляции, рассчитанные для первой половины 21-го столетия, во многих случаях значительно отличаются от соответствующих коэффициентов, рассчитанных для второй половины 20-го столетия, т.е. на границе столетий корреляционные связи между количеством осадков и SST могут значительно измениться. Это не означает ошибку моделирования, а отражает возможное изменение энергетики и циркуляционных процессов в системе океан-атмосфера в начале 21-го века и соответствует концепции представленной модели. Интересно, что в это же время в соответствии с результатами моделирования меняется и тренд среднегодовой температуры на территории Южной Америки. Таким образом, ENSO, вероятно, не столько непосредственно влияет на погоду, сколько следует за глобальными изменениями энергетических и циркуляционных процессов в системе океан-атмосфера, которые и являются основной причиной всех крупных региональных изменений климата и погоды и, в том числе, параметров ENSO.

Выводы

1. Гипотеза о существовании физического механизма влияния солнечной активности на парниковый эффект позволяет объяснить основные глобальные и региональные изменения климата в прошедшем тысячелетии, включая современное глобальное потепление. Этот результат заставляет подвергнуть сомнению гипотезу обоснования современного потепления климата антропогенным воздействием.

2. Если принятая концепция представленной модели верна, то в ближайшие 5-20 лет глобальное потепление может смениться глобальным похолоданием, несмотря на то, что концентрация углекислого газа в атмосфере может продолжать повышаться, хотя и медленнее. При этом похолодание в различных регионах мира будет начинаться в разное время.

3. Возможные изменения энергетического состояния системы океан-атмосфера в рамках принятой концепции могут значительно повлиять на существующие связи между параметрами ENSO, региональными климатическими параметрами и количеством осадков Южной Америке. Именно поэтому вряд ли будут эффективны оценки климатических аномалий на основе простого статистического анализа, особенно во время изменения характера энергетических процессов в системе океан-атмосфера.

4. Явление El-Nino представляет собой не столько я причину изменений погоды, сколько следствие изменений энергетического состояния и циркуляции в системе океан-атмосфера, которые непосредственно и являются исходными причинами больших региональных изменений погоды и климата.

Список литературы

1. Anderson, D.M. and Prell, W.L. A 300 Kyr record of upwelling off Oman during the late Quaternary: evidence of the Asian Southwest Monsoon. *Paleoceanography* 8, 193-208, 1993.

2. Borisenkov, E.P., Pasetskii, V.N. Thousand-years annals of extraordinary natural phenomena. *Mysl*, Moscow, pp. 31-119, 1988.

3. Budovy, V.I., Khorozov, S.V., Medvedev, V.A, Belogolov, V.S. Fluctuations of solar activity – main climate-formation factor on a millennium scale. *Atmosphere Radiation International Symposium of UIS (ISAR-04)*, Materials of the report, (<http://www.rrc.phys.spbu.ru>), S.Petersburg, Russia, 2004.

4. Clemens, S., Prell, W., Murray, D., Shimmield, G. and Weedon, G. Forcing mechanisms of the Indian Ocean monsoon. *Nature* 353, 720-725, 1991.

5. Crowley, T.J. Causes of climate change over the past 1000 years. *Science* 289, 270-277, 2000.

6. Etheridge, D.M., Steele, L.P., Langenfelds, R.L., Francey, R.J., Barnola, J.M. and Morgan, V.I. Historical CO₂ records from the Law Dome DE08, DE08-2, and DSS ice cores. (<http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/co2/contents.htm>), 2001.

7. D'Aleo, B.J. Quieter, longer solar cycle number 23 could signal significant climate shift. *Chief WSI/Intellicast Meteorologist*, 2000.

8. Damon, P.E., Jirikowic, J.L. The Sun as a low-frequency harmonic oscillator. *Radiocarbon* 34, 199-205, 1992.

9. Damon, P.E., Peristykh, A.N. Solar cycle length and 20th century northern hemisphere warming: revisited. *Geoph. Res. Letters*. 26, 2469-2472, 1999.

10. Eddy, J. The Maunder Minimum. *Science*, 192, 1189-1202, 1976.

11. Friis-Christensen, E., Lassen, K. Length of the solar cycle: An indicator of solar activity closely associated with climate. *Science* 254, 698-700, 1991.
12. Gleissberg, W. A table of secular variations of the solar cycle. *Terr. Magn. Atmos. Electr.* 49, 243-244, 1944.
13. Global average temperature 1856 to 2004. (<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>), 2005.
14. Hays, J.D. and Imbrie J. Variations in the Earth's Orbit: Pacemaker of the Ice Ages. *Science* v. 194, N. 4270, 1976.
15. HadCRUT2(v) monthly and annual regional averages from 1870 onwards. (<http://www.metoffice.gov.uk/research/hadleycentre/obsdata/globaltemperature.html>), 2005.
16. Houghton, J. *Global Warming*. Cambridge university press, pp. 3-61, 1997.
17. Imbrie, J. and 17 others On the structure and origin of major glaciation cycles. 1. Linear responses to Milankovitch forcing. *Paleoceanography* 7, 701-738, 1992a.
18. Imbrie, J. Editorial: A good year for Milankovitch. *Paleoceanography* 7, 687-690, 1992b.
19. Imbrie, J., Mix, A.C. and Martinson, D.G. Milankovitch theory viewed from Devils Hole. *Nature* 363, 531-533, 1993.
20. Ing, A., Johnson, K.R. and Yafeng, S. Temperature Variation in China During the Last Two Millennia. (<http://wdc.obs-mip.fr/paleo/recons.html>), 2002.
21. Jarvis, D.J. Pollen evidence of changing Holocene monsoon climate in Sichuan Province. *China, Quaternary Research* 39, 325-337, 1993.
22. Keeling, C.D. and Whorf, T.P. Atmospheric CO₂ records from sites in the SIO air sampling network. (<http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/co2/contents.htm>), 2001.
23. Keeling, C.D., Whorf, T.P. Atmospheric CO₂ concentrations (ppmv) derived from in situ air samples collected at Mauna Loa Observatory, Hawaii. (<http://cdiac.ornl.gov/ftp/ndp001/maunaloa.co2>), 2004.
24. Khorozov, S., Budovy, V., Medvedev, V., Belogolov, V. Long-term forecasting of southern oscillation parameters with use of physical-statistical heat-balance model of "ocean-atmosphere" system built taking into account solar activity. – Abstracts of 1-st Alexander von Humboldt International Conference on The El Niño phenomenon and its global impact. Guayaquil, Ecuador, May 16-20, 2005. – Guayaquil, Ecuador, EGU, 2005, AVH1-A00045.
25. Khorozov, S.; Budovy, V.; Medvedev, V.; Martin, I.; Belogolov, V. Long-term physical-statistical modelling of Southern Oscillation and climatic parameters in view of solar activity influence on greenhouse effect. – Abstracts of The 36-th COSPAR Scientific Assembly, China, Beijing, 16-23 July 2006. – COSPAR, 2006, TC1-0032; A3.1-0084-06.

26. Lassen, K., Friis-Christensen, E. Variability of the solar cycle length during the past five centuries and the apparent association with terrestrial climate. *J. Atmos. Terr. Physics* V. 57, N 8, 835-845, 1995.
27. Milankovitch, M. *Mathematical climatology and astronomical theory of a climate*. ML - State technological publishing house, pp. 207, 1939.
28. Obayashi, T. Propagation of solar corpuscles and interplanetary magnetic fields. *J. Geoph. Res* v. 67, N. 5, 463-485, 1962.
29. Oceanic and atmospheric climate data. (http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/monitoring_and_data/oadata.shtml), 2005.
30. Porter, S.C., An, Z. and Zheng, H. Cyclic Quaternary alluviation and terracing in a nonglaciaded drainage basin on the north flank of the Qinling Shan, central China. *Quaternary Research* 38, 157-169, 1992.
31. Sowers, T., Bender, M., Labeyrie, L., Martinson, D., Jouzel, J., Raynaud, D., Pichon, J.J. and Korotkevich, Y.S. A 135,000-year Vostok-SPECMAP common temporal framework. *Paleoceanography* 8, 737-766, 1993.
32. Svensmark, H., Friis-Christensen, E. Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage: A missing link in solar-climate relationships. *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.* 59, 1225-1232, 1997.
33. The IPCC Data Distribution Centre. View observed regional time series. (http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/cru_data/visualisation/visual_index.html), 2005.
34. Usoskin I.G., Solanki S.K., Schuessler M., Mursula K., Alanko K. A Millennium Scale Sunspot Number Reconstruction: Evidence For an Unusually Active Sun Since the 1940's. *Phys. Rev. Lett.* V. 91, 211101, 2003.
35. Wetherald, R.T., Stouffer, R.J., Dixon, K.W. Committed warming and its implications for climate change. *Geoph. Res. Letters.* 28, 1535-1538, 2001.

Глобальное перераспределение годового количества осадков под влиянием солнечной активности и космических лучей

Будовый В.И.¹, Хорозов С.В.¹, Inacio M.Martin², Медведев В.А.¹, Белоголов В.С.³ (¹ООО «Фирма HSoft», г. Калининград, Россия, hsoft@baltnet.ru; ²Mathematics and Physics Department, University of Taubate, Brazil, martin@ita.br, ³МГТУ, vlastebel@yandex.ru)

Abstract

Statistical connections between cosmic rays intensity, solar activity (annual Wolf number) and annual precipitation budget in different regions of the planet are analysed.

Correlation between annual values of solar activity and annual precipitation budget in different regions is rather weak. Absolute value of correlation coefficients, as a rule, does not exceed 0.26. At the same time, absolute value of correlation coefficients between 7-year average of these parameters is considerably higher and reaches 0.65. Such rise of correlation coefficient testifies to the existence of rather close correlation between solar activity and precipitation budget. However, an influence of solar activity on precipitation budget is not immediate but continuously acts as accumulated factor (several year totals).

On the other hand, correlation coefficients (in case of relatively big values) between annual values of cosmic rays intensity and precipitation budget, as a rule, are a little bit higher than between annual values of solar activity and precipitation budget in the same points. It is shown that in spite of close correlation between solar activity and cosmic rays intensity it is possible to find a difference in temporal nature of their influence on precipitation budget.

Besides, correlation coefficients between considered factors and annual precipitation budget have evident spatial localisation of positive and negative values.

In particular, the regions with negative values, as a rule, correspond to the regions with positive values. With this, localisation of the regions corresponds to precipitation redistribution induced by block processes in atmosphere.

A hypothesis about cosmic rays influence on block processes is suggested. Such influence can consist in additional little rise of anticyclone activity. Thus, the rise of cosmic rays intensity should lead:

to relative decrease of precipitation quantity (to negative correlation coefficients) in regions contiguous with the central areas of climatological fields of high pressure;

to relative rise of precipitation quantity (to positive correlation coefficients) in those regions where there is no predominance of anticyclone circulation form and where the processes of blocking up of cyclone moving take place;

to relative rise of precipitation quantity (to positive correlation coefficients) connected with rise of convective processes inside of tropical zones of convergence.

Accordingly, decrease of cosmic rays intensity leads to reverse processes.

As it was shown by the result of analysis, there really exist a rather close correlation between 7-year average of total annual duration of blocking episodes in Northern Hemisphere and cosmic rays intensity (0.7), while similar correlation coefficient with solar activity is much less (-0.4). It confirms to some degree the hypothesis put above.

Thus, the solar activity and the cosmic rays can be considered as the complex factor of influencing on a climate and, in particular, on precipitation. However, the nature of their influence is different. The solar activity through some physical mechanism performs accumulated effect as a memory factor (sum of its values during 6 and more years) on a circulation in an ocean-atmosphere system. The cosmic rays, supplementing this influence, realise relatively faster influence on anticyclone activity and, accordingly, on block processes.

1. Введение.

Наблюдаемое в настоящее время глобальное потепление вызывает необходимость определения его причин. При техногенном развитии цивилизации важно знать, являются они антропогенными или естественными. Ошибки в понимании этого и в оценке будущих последствий могут привести к серьёзным экономическим и социальным проблемам. В масштабах менее тысячи лет большое значение приобретают климатообразующие факторы с соответствующими периодами изменения: солнечная активность, инсоляция, космические лучи, вулканическая деятельность, антропогенное воздействие и т. п. По некоторым оценкам энергетический вклад изменений инсоляции на порядок меньше, чем от вулканической деятельности. Но коэффициенты корреляции между различными реконструкциями глобальной температуры и индексом вулканической деятельности находятся в пределах от -0.15 до -0.28, что значительно меньше таковых для солнечной активности: от 0.65 до 0.90.

Несмотря на небольшой прямой энергетический вклад изменений солнечной активности, имеется достаточно тесная связь её с температурой. Обнаружена тесная связь солнечной активности и количества осадков в Англии. На основании этого можно предположить существование физического механизма влияния солнечной активности на парниковый эффект. Без оценки такого опосредованного влияния нельзя делать вывод о решающей роли антропогенного воздействия на современное потеплении климата, ибо вклад этот будет неизбежно завышен. Учитывая, что солнечная активность коррелирует с температурой, с количеством осадков, с интенсивностью космических лучей и имеет несколько (десятки и сотни лет) периодов изменения и что существует гипотеза о непосредственном влиянии космических лучей на образование и эволюцию кучево-дождевой

облачности, изучение характера влияния этих факторов на климат и на годовое количество осадков приобретает большое значение.

2. Методика и данные.

Согласно карте линий равной интенсивности космических лучей (ICR) на высотах порядка 200 км по данным третьего советского спутника за 1960 г., эта интенсивность на верхней границе атмосферы имеет достаточно большую пространственную изменчивость. Поэтому для изучения её влияния на количество осадков в различных регионах планеты было отобрано 15 станций с нейтронными мониторами, с максимальными рядами наблюдений и с минимальными пропусками в них. Среднегодовые значения интенсивности космических лучей на этих станциях и число Вольфа сравнивались с годовым количеством осадков в четырёхградусных квадратах станций.

3. Результаты.

Анализ числа Вольфа (W) и годовой нормированной относительно среднего значения за 1964-1995 гг. для каждой станции интенсивности космических лучей (ICR_n) показал, что коэффициенты корреляции между годовыми значениями числа Вольфа и годовыми значениями интенсивности космических лучей колеблются в диапазоне от -0.8 до -0.9. Столь тесная корреляция в существенной степени влияет на интерпретацию степени влияния космических лучей на погоду и климат и вызывает необходимость дополнительного обоснования влияния именно интенсивности космических лучей и солнечной активности на погодные или климатические параметры. При этом следует учитывать, что отклонение интенсивности космических лучей от средних значений составляет примерно 20%, а отклонение числа Вольфа примерно 200%.

Анализ годовых значений числа Вольфа и нормированного относительно среднего значения за 1964-1995 гг. для каждой станции количества осадков (R_n), а также их скользящее осреднение по семи предыдущим годам (W_a и R_{na}) показал, что корреляция между солнечной активностью и осадками относительно небольшая, но она возрастает между осреднёнными значениями этих величин для большинства станций в несколько раз. Видимо, это влияние асинхронно и реализуется непрерывно как накапливающееся за несколько лет. Вероятно, это результат работы физического механизма воздействия солнечной активности на климатические параметры и с этим связаны и региональные особенности найденных корреляций.

Анализ годового количества осадков R_n и годовой интенсивности космических лучей ICR_n , нормированных относительно среднего значения за 1964-1995 гг. для каждой станции, и линейной регрессии между ними показал, что также как и солнечная активность, космические лучи могут иметь как положительные, так и отрицательные коэффициенты корреляции с суммой осадков. Это важный факт для дальнейших

рассуждений, так как абсолютные значения коэффициентов корреляции между годовыми значениями ICR_n и R_n в случае их относительно больших величин как правило несколько больше, чем между годовыми значениями W и R_n в этих же точках, что говорит о различном характере влияния W и ICR на годовое количество осадков: с одной стороны накапливающееся влияние W , с другой – влияние ICR без существенной задержки, плюс региональные особенности. Это является достаточным основанием для того, чтобы проанализировать территориальное распределение коэффициентов корреляции между R_n и ICR , R_n и W , для чего необходимо рассмотреть возможность обобщения региональных особенностей изменчивости ICR с выявлением корреляций между R и ICR в любых других географических точках.

Анализ нормированных значений годовой интенсивности космических лучей для каждой станции ICR_n и кривой средней нормированной интенсивности (ICR_{ng}) показал, что отклонения значений ICR_n от их естественной изменчивости в различных регионах с вероятностью 95% не превышают 30%. Таким образом, кривая ICR_{ng} может быть использована для выявления корреляционных связей ICR с количеством осадков в других регионах планеты, где измерения нейтронным монитором не производились. Это позволило увеличить количество географических точек для выявления пространственных закономерностей распределения коэффициентов корреляции до 190.

Анализ пространственной локализации коэффициентов корреляции годовой интенсивности космических лучей, числа Вольфа и годового количества осадков в различных регионах планеты показал, что в зонах локализации относительно больших коэффициентов корреляции между ICR_{ng} и R_n абсолютные значения коэффициентов несколько выше, чем соответствующие величины для W и R_n , что объясняется различными механизмами воздействия космических лучей и солнечной активности на общую циркуляцию атмосферы, причём определить, какой именно из этих факторов является основной причиной наблюдаемой пространственной локализации, довольно трудно. Однако есть возможность статистического выявления различий этого влияния по скользящим средневзвешенным значениям. Для определения оптимальных весовых коэффициентов в качестве целевой функции была использована сумма абсолютных величин коэффициентов корреляции для обоих факторов по всем географическим точкам и количеством осадков, которая устремлялась к максимуму. При этом коэффициенты корреляции меньше 0.15 не суммировались, т.е. влияние областей с отсутствием зависимости не учитывалось.

Оказалось, что влияние солнечной активности на количество осадков в текущем году действительно носит накопительный характер и этот вклад постепенно убывает в предшествующих трёх и более годах. В случае космических лучей наибольший вклад наблюдается у первых двух лет,

вклад третьего года практически отсутствует. Такое распределение весовых коэффициентов можно объяснить более быстрым влиянием ICR на осадки. Начиная с четвертого года влияние обоих факторов мало различимо вероятно из-за тесной корреляции между W и ICR. Таким образом, несколько большие коэффициенты корреляции между ICR и R_n, чем между W и R_n, в текущем году, по-видимому, как раз и связаны с различным характером их влияния, а не с более значительным влиянием ICR по сравнению с солнечной активностью.

Анализ пространственных локализаций коэффициентов корреляции между скользящими средневзвешенными значениями солнечной активности, определёнными по шести предшествующим годам в различных регионах планеты, показал, что, несмотря на их общую похожесть, области наиболее высоких коэффициентов корреляции в ряде случаев различаются, что свидетельствует о различном территориальном характере влияния рассматриваемых факторов и, несмотря на тесную корреляцию между ними, их влияние может быть статистически дифференцировано. Очевидно также, что различны и механизмы влияния в силу различия их физической природы. Отсроченное аккумулированное влияние солнечной активности можно рассматривать как косвенное подтверждение гипотезы её влияния на парниковый эффект. Можно также заметить, что в северном полушарии, локализация больших значений коэффициентов корреляции как правило соответствует перераспределению осадков, вызываемому процессами блокирования перемещения циклонов. Всё это позволяет выдвинуть гипотезу о том, что увеличение интенсивности космических лучей может способствовать некоторому дополнительному усилению антициклонической деятельности, которое должно приводить: 1) к относительному уменьшению количества осадков (отрицательная корреляция) в зонах сопредельных с центральными областями высокой повторяемости антициклонов; 2) к относительному увеличению количества осадков (положительная корреляция) в районах без явного преобладания антициклонических форм циркуляции с процессами блокирования перемещения циклонов; 3) к относительному увеличению количества осадков (положительная корреляция), связанному с усилением конвективных процессов во внутритропических зонах конвергенции. Также обнаружена тесная корреляция между осреднёнными по семи годам значениями суммарной годовой продолжительности эпизодов блокирования в северном полушарии и интенсивностью космических лучей (0.7). В то же время, корреляция с солнечной активностью значительно меньше (-0.4). Это в некоторой степени подтверждает выдвинутую гипотезу.

Выводы

1. Существует тесная корреляция между осреднёнными значениями годовой продолжительности эпизодов блокирования и интенсивностью

космических лучей, в то время как аналогичная корреляция с солнечной активностью значительно слабее, что свидетельствует о влиянии космических лучей на характерные для атмосферной циркуляции блокировочные процессы и на перераспределение осадков.

2. Солнечную активность и космические лучи можно представить как комплексный фактор влияния на климат и на осадки, причём характер этого влияния различен. Солнечная активность через определённый физический механизм оказывает накапливающееся влияние на циркуляцию в системе океан-атмосфера, а космические лучи – более быстрое влияние на блокировочные процессы.

3. Значения коэффициентов корреляции между интенсивностью космических лучей и количеством осадков, между средневзвешенной солнечной активностью и количеством осадков имеют пространственные локализации со схожими и отличительными чертами, что объясняется различным характером их влияния.

Список литературы

1. Anderson, D.M. and Prell, W.L., 1993. A 300 Kyr record of upwelling off Oman during the late Quaternary: evidence of the Asian Southwest Monsoon. *Paleoceanography*, 8, 193-208.

2. Borisenkov, E.P., Pasetskii, V.N., 1988. Thousand-year annals of extraordinary natural phenomena. *Mysl*, Moscow, 31-119.

3. Budoviy V., V. Medvedev, S. Khorozov, V. Belogolov Physical-statistical modelling and long-term forecasting of weather in view of solar-terrestrial connections. – *Geophysical Research Abstracts of XXV General Assembly of European Geophysical Society. Volume 1, 1999.* – Hague, Netherlands, 19-23 April 1999.

4. Budoviy, V., Medvedev, V., Khorozov, S., Belogolov, V. Fall of global temperature in the first half of 21-st century. Physical-statistical modelling of global and regional annual surface temperatures of air on the basis of energy model of atmosphere and hydrosphere in view of solar activity. – *Geophysical Research Abstracts of XXVII General Assembly of European Geophysical Society. Volume 4, 2002.* – Nice, France, 21-26 April 2002.

5. Budovy, V. I., Khorozov, S. V., Medvedev, V. A, Belogolov, V. S., 2004. Fluctuations of solar activity – main climate-formation factor on a millennium scale. *Atmosphere Radiation International Symposium of UIS (ISAR-04), Materials of the report, (<http://www.rrc.phys.spbu.ru>), S.Petersburg, Russia.*

6. Clemens, S., Prell, W., Murray, D., Shimmield, G. and Weedon, G., 1991. Forcing mechanisms of the Indian Ocean monsoon. *Nature* 353, 720-725.

7. Crowley, T. J., 2000. Causes of climate change over the past 1000 years. *Science*, 289, 270-277.

8. D'Aleo, B. J., 2000. Quieter, longer solar cycle number 23 could signal significant climate shift. Chief WSI/Intellicast Meteorologist.
9. Etheridge, D. M., Steele, L. P., Langenfelds, R. L., Francey, R. J., Barnola, J. M. and Morgan, V. I., 2001. Historical CO₂ records from the Law Dome DE08, DE08-2, and DSS ice cores. (<http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/co2/contents.htm>).
10. Friis-Christensen, E., Lassen, K., 1991. Length of the solar cycle: An indicator of solar activity closely associated with climate. *Science*, 254, 698-700.
11. Gruza, G. V. and Corovkina, L. V., 1991a. Seasonal features of spatial distribution of indexes of blocking in Northern Hemisphere. *Meteorology and hydrology*, 3, 108-110.
12. Gruza, G. V. and Corovkina, L. V., 1991b. Climatic monitoring of processes of blocking of western transfer in Northern Hemisphere. *Meteorology and hydrology*, 8, 11-17.
13. Hays, J. D. and Imbrie J., 1976. Variations in the Earth's Orbit: Pacemaker of the Ice Ages. *Science*, 4270, 194.
14. Houghton, J., 1997. *Global Warming*. Cambridge university press, 3-61.
15. Imbrie, J. and 17 others, 1992a. On the structure and origin of major glaciation cycles. 1. Linear responses to Milankovitch forcing. *Paleoceanography*, 7, 701-738.
16. Imbrie, J., 1992b. Editorial: A good year for Milankovitch. *Paleoceanography*, 7, 687-690.
17. Imbrie, J., Mix, A. C. and Martinson, D. G., 1993. Milankovitch theory viewed from Devils Hole. *Nature*, 363, 531-533.
18. Ing, A., Johnson, K. R. and Yafeng, S., 2002. Temperature Variation in China During the Last Two Millennia. Data, (<http://wdc.obs-mip.fr/paleo/recons.html>).
19. Jarvis, D. J., 1993. Pollen evidence of changing Holocene monsoon climate in Sichuan Province. China, *Quaternary Research*, 39, 325-337.
20. Keeling, C. D. and Whorf, T.P., 2001. Atmospheric CO₂ records from sites in the SIO air sampling network. (<http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/co2/contents.htm>).
21. Khorozov, S.; Budovy, V.; Martin, I.; Medvedev, V.; Belogolov, V. The influence of solar activity and cosmic rays on precipitation budget in different regions of the planet. – Abstracts of The 36-th COSPAR Scientific Assembly, China, Beijing, 16-23 July 2006. – COSPAR, 2006, TC1-0232; C4.2-0056-06.
22. Lassen, K., Friis-Christensen, E., 1995. Variability of the solar cycle length during the past five centuries and the apparent association with terrestrial climate. *J. Atmos. Terr. Physics*, 8, 835-845.

23. Marsh N., and Svensmark, H., 2000. Low cloud properties influenced by cosmic rays. *Phys. Rev. Letters*, 85, 5004-5007.
24. Met Office, 2006a. Central England temperature. (<http://www.met-office.gov.uk/research/hadleycentre/obsdata/cet.html>).
25. Met Office, 2006b. England and Wales precipitation. (<http://www.met-office.gov.uk/research/hadleycentre/obsdata/HadEWP.html>).
26. Milankovitch, M., 1939. *Mathematical climatology and astronomical theory of a climate*. ML - State technological publishing house, 207.
27. Porter, S. C., An, Z. and Zheng, H., 1992. Cyclic Quaternary alluviation and terracing in a nonglaciaded drainage basin on the north flank of the Qinling Shan, central China. *Quaternary Research*, 38, 157-169.
28. Solar Influences Data Center. Sunspot Data, 2005. (<http://sidc.oma.be/index.php3>).
29. Sowers, T., Bender, M., Labeyrie, L., Martinson, D., Jouzel, J., Raynaud, D., Pichon, J. J. and Korotkevich, Y. S., 1993. A 135,000-year Vostok-SPECMAP common temporal framework. *Paleoceanography*, 8, 737-766.
30. Svensmark H., and Friis-Christiansen E., 1997. Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage – a missing link in solar-climate relationship. *J. Atm. Solar-Terrest. Physics*, 59, 1225-1232.
31. The IPCC Data Distribution Centre, 2005. View observed regional time series. (http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/cru_data/visualisation/visual_index.html).
32. World Data Centers in Russia, 2005. Mean hourly, mean daily and mean monthly values of cosmic ray intensity. Data, [http://www.wdcb.ru/stp/data/cosmic.ray/Neutron%20Monitors\(hourly%20values\)/C/](http://www.wdcb.ru/stp/data/cosmic.ray/Neutron%20Monitors(hourly%20values)/C/)).

Влияние неоднородной магнитосферно-ионосферной проводимости на ионосферную конвекцию

Волков М.А.¹, Романова Н.Ю.². (МГТУ, кафедра физики, e-mail: volkovma@mstu.edu.ru, Полярный Геофизический Институт, 183010, Мурманск, Халтурина 15, e-mail: Romanova@pgi.ru)

We have also investigated dependence convection from the enhanced magnetospheric and ionospheric conductivities in the midnight. The high conductivity near the midnight enhances the morning vortex, which became comparable with the evening vortex. Results of our calculations agree with the empirical model convection during the expansive substorm phase.

Введение. Согласно наблюдениям, вечерний вихрь ионосферной конвекции больше или соизмерим с утренним вихрем. Такую асимметрию вечернего и утреннего вихрей связывают с повышенной ионосферной проводимостью на дневной стороне в полярной шапке и авроральной области по сравнению с ночной стороной. Повышение проводимости на дневной стороне обусловлено дополнительным вкладом в ионизацию ионосферы фотоионизации. Увеличение утреннего вихря происходит как при росте положительной компоненты B_y ММП, а также во время взрывной фазы суббури. В первом случае это вызвано током, втекающим в полярную шапку. Во втором случае либо токами взрывной фазы суббури, либо повышением проводимости в полуночном секторе.

В данной работе исследуется влияние повышенной магнитосферной и ионосферной проводимости в полуночном секторе на конвекцию, в частности, на интенсивность утреннего вихря. Численное моделирование показало увеличение интенсивности утреннего вихря, что характерно для картины конвекции в период взрывной фазы суббури.

Описание модели. В полярной шапке, на разомкнутых магнитных силовых линиях задается однородное электрическое поле E_0 , направленное с утра на вечер. Электрический потенциал φ в этой области задается выражением:

$$\varphi = E_0 R_E \theta \sin \lambda, \quad (1)$$

где R_E – радиус Земли, λ – долгота, отсчитываемая от полуночи.

На замкнутых магнитных силовых линиях потенциал определяется из уравнения непрерывности для токов в ионосфере и магнитосфере:

$$\operatorname{div}(\hat{\Sigma} \operatorname{grad} \varphi) = -j, \quad (2)$$

$$\operatorname{div}(\Sigma_m [\mathbf{e} \times \operatorname{grad} \varphi]) = j, \quad (3)$$

где $\hat{\Sigma}$ - тензор интегральной ионосферной проводимости, Σ_m - эффективная холловская проводимость магнитосферы, e -

единичный вектор, направленный вдоль магнитной силовой линии.

Магнитосферная проводимость Σ_m задаётся в следующем виде:

$$\Sigma_m = \Sigma_0 \exp(-(\theta - \theta_p)^2 / \Delta\theta^2) , \quad (4)$$

где θ_p - коширота границы полярной шапки, $\Delta\theta$ - характерная широтная протяженность плазменного слоя. В расчетах значение $\Sigma_0 = 50$ См.

Результаты расчетов. Численные расчеты проведены для модели ионосферной проводимости [1]. На рис.1(а) показано распределение электрического потенциала для модели магнитосферной проводимости (4) и величине электрического поля в полярной шапке $E_0 = 30$ В/км. На рис.1(б) приведено распределение потенциала при тех же условиях, но при магнитосферной проводимости, имеющей максимум на ночной стороне.

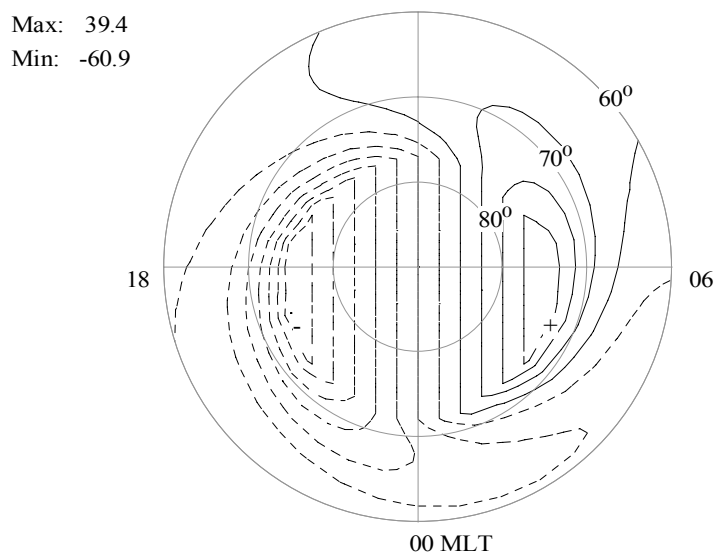


Рис.1(а)

Выводы. Из результатов моделирования хорошо видно, что величина и размер утреннего вихря стали больше. Таким образом, повышение проводимости в полуночном секторе ионосферы, в данном случае магнитосферной холловской проводимости, может быть причиной роста утреннего вихря во время взрывной фазы суббури.

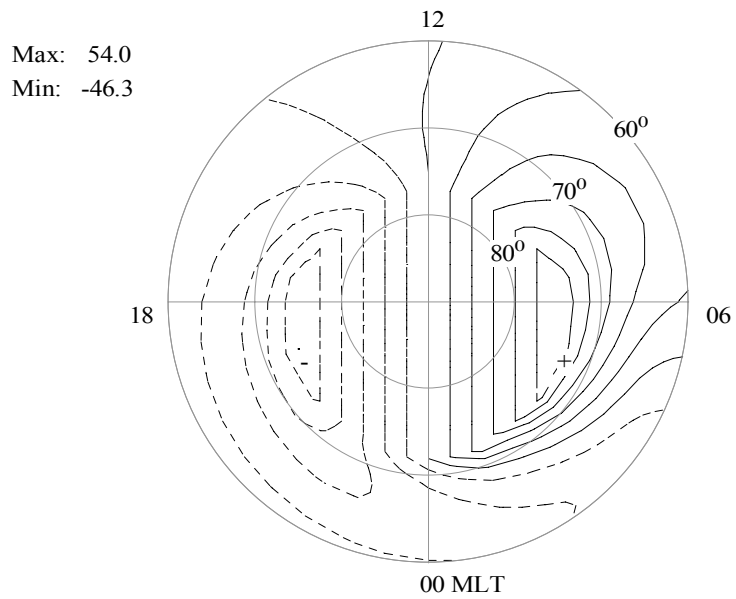


Рис.1(б)

Список литературы

1. Hardy D.A., Gussenhoven M.S., Raistrick R., McNeil W.J. Statistical and functional representations of the pattern of auroral energy flux, number flux, and conductivity // J.Geophys.Res. 1987. V.92.№A11.P.12275

Создание программного комплекса для разработки и анализа программной реализации глобальной численной модели верхней атмосферы Земли (UAM)

Ефименко П.А. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

Abstract Start of Integrated development environment for the physical numerical model of the upper atmosphere of Earth project has been announced. Principles of operation of some IDE's modules have been described. Program editor includes text and block-scheme editors. Operators' store allows using of external operators developed by the side user. Operators developed earlier can be used after being fully described in the operators' store. A computer-aided system of unit control has been proposed.

1. Введение

На данный момент программная реализация численной модели верхней атмосферы Земли UAM представляет собой пакет программ. Выполнение задач моделирования и исследования модели требует либо дополнительных знаний в области ОС MS-DOS, либо значительной доли плохо автоматизированного труда, а зачастую и того и другого. Программы не имеют графического интерфейса и не интегрированы в единую программную среду. Для выполнения серии расчетов и построения большого числа графиков необходимо либо написать внушительных размеров командный файл BAT, либо выполнять все перемещения и построения в полуавтоматическом режиме.

С целью повышения качества программной реализации начаты работы по созданию Интегрированной Среды Разработки (ИСР) численных моделей в общем и в частности модели UAM.

Существующие средства разработки: системы компьютерной математики (СКМ) универсального типа (MatLAB, Mathematica, MathCAD, Maple и др.), среды разработки на языках программирования предъявляют высокие требования к уровню подготовки пользователя, не дают возможности подключать внешние модули, имеют существенную цену, либо не являются проблемно-ориентированными.

Цель работы: создать ИСР такую, которая не только имела бы в себе все необходимые функции для создания и работы численной модели, но и давала возможность расширять набор таких функций без повторной сборки. Основные задачи создаваемой ИСР заключаются в предоставлении пользователю доступа к среде редактирования (СР), библиотеке базовых процедур, модулю интерпретации и системе просмотра результатов. Удобного редактора программ. Один из основных принципов разработки — максимально возможно удобный пользовательский интерфейс.

Технически ИСР состоит из Графической среды редактирования (ГСР), Библиотеки операторов и модуля интерпретации.

2. Графическая среда редактирования.

Графическая среда редактирования предназначена для предоставления пользователю возможности управления текущим проектом, возможностями вызова интерпретатора и обращения к библиотеке операторов. В качестве требований к пользователю выдвигаются: знание основ программирования (блок–схем, основных принципов) и знание собственно предмета исследования.

Помимо пользовательского интерфейса в целом, наиболее значимыми элементами ГСР являются редактор программ, редактор формул и генератор отчетов.

2.1. Редактор программ

Редактирование программы состоит в сборке блок–схемы из типовых элементов, и последующем наполнении их командами. Редактор устроен таким образом, что написание кода в текстовом виде не является обязательным, а подстановка следующего элемента программы осуществляется выбором из возможных вариантов. При таком подходе к организации работы, когда пользователь лишь выбирает один из правильных вариантов, невозможно создать программу с ошибками (с точки зрения интерпретатора) (см. рис.1).

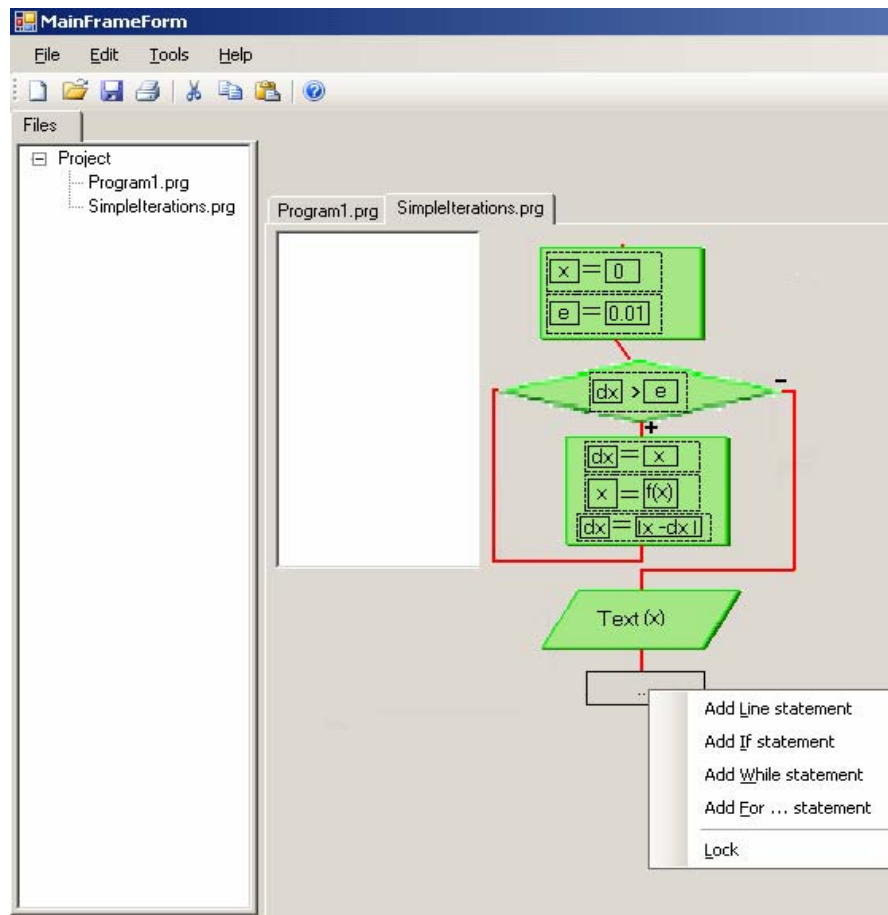


Рис. 1.

1.1. Редактор выражений

Визуально выражение в программе будет соответствовать общепринятым нормам отображения математических выражений. Подход к методу редактирования сходен с подходом в редакторе программ.

1.2. Генератор отчетов

Генератор отчетов предоставляет в библиотеку операторов методы вывода информации в отчет. Операторы вывода включают в себя вывод текста, вывод данных в табличной форме, вывод графических данных и собственно построитель графиков (2-х и 3-х мерных). Отчет представляет собой документ, который при желании можно отредактировать встроенным редактором, распечатать или сохранить в формате RTF или XML. Благодаря динамичности библиотеки операторов возможно несложное пополнение операторов ввода/вывода новыми методами.

2. Библиотека операторов

Библиотека операторов содержит в себе базовые операции, методы из ранее созданных проектов и методы, реализованные в виде *.dll библиотеки и описанные в создаваемой среде.

Каждый оператор может быть представлен в двух видах (порознь либо одновременно) – в виде подпрограммы проекта (т.е. доступный к редактированию) или в виде неделимого элемента, позволяющего изменять лишь входные данные.

Оператор, реализованный без учета особенностей ИСР, является внешним оператором. Подключение внешнего оператора производится по следующей схеме. Производитель оператора предоставляет скомпилированный оператор в виде, например, библиотеки *.dll и описание оператора. Описание оператора включает в себя описание входных и выходных параметров, включающее в себя: типы подаваемых значений, размеры, физическую размерность, пределы изменения значения. Пользователь описывает оператор в библиотеке операторов, указывая количество и свойства параметров и файл с объектным кодом. После этого данный оператор будет доступен к вызову.

Данное свойство позволяет подключать к среде операторы, реализованные на любом языке программирования, в любой среде разработки, позволяющей сборку *.dll файлов.

3. Модуль интерпретации

3.1. Система контроля размерности параметров

Команда в программе представляет собой применение некоторых операций к описанным переменным, либо вызов оператора из библиотеки. Переменные представляют собой структуру, состоящую из описания типа значения, размера, физической сути и размерности значения. С точки зрения размерности существуют два типа переменных – с фиксированными и свободными единицами измерения. Если пользователь

создает переменную, в которой будет храниться исключительно значение работы — это будет переменная с фиксированной единицей измерения. Временные переменные, для которых заранее неизвестны единицы измерения, являются свободными переменными. При создании жестко зафиксированной переменной пользователь сам укажет единицы измерения, при этом будет невозможно записать в нее значение, отличающееся мерностью от указанной. Размерность незафиксированной переменной меняется по результатам операции присваивания.

Описывая переменную с фиксированным типом, пользователь указывает единицы измерения в виде математического выражения, с помощью встроенного редактора (рис. 2). Система контроля параметров преобразует данное выражение, путем сведения к базовым величинам СИ (рис. 3). И упростит (рис. 4):

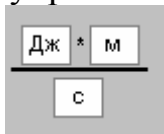


Рис. 2

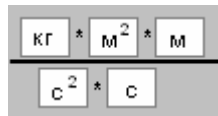


Рис. 3

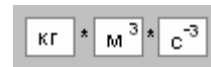


Рис. 4

Любая единица измерения в системе СИ может быть представлена в виде произведения 7 базовых единиц измерения в различных целых степенях. Следовательно, между множеством единиц измерения и множеством 7-ми компонентных целочисленных векторов можно установить взаимнооднозначное соответствие. Подобный факт упростит представление единиц измерения в техническом смысле. Если принять следующий порядок базовых единицы измерения: м, кг, с, А, К, кд, моль, то Джоулю будет соответствовать вектор (2, 1, -2, 0, 0, 0, 0).

По аналогии с размерностью, для описания физической сути параметра вводится система базовых величин с дополнительными параметрами, например:

название_параметра [
{ (номер_типа_доп_параметра) ,
(номер_значения_доп_параметра) } , ... } **или**
(значение_доп_параметра) } , ... }

Так, например, переменная, описывающая концентрацию O^+ в кол-ве частиц на m^3 , в текстовом виде выглядит следующим образом:

{“n_O_p”, {концентрация, {тип частицы, O+}} , 1/m^3}

а в машинном —

{“n_O_p”, {0x00000001, {0x00000003, 0x00000001}} , (-3, 0, 0, 0 , 0, 0, 0)}

При вызове функции система контроля параметров сравнит свойства подаваемых параметров с требуемыми. В зависимости от результатов сравнения либо функция будет запущена на выполнение, либо будет произведено оповещение об ошибке, либо будет выдано предупреждение.

Считается возможной разработка системы автоматического приведения размерности параметров к единому виду.

1.1. Режимы интерпретации

Интерпретация созданной программы возможна в двух вариантах: выполнение и трансляция. Под выполнением подразумевается пошаговое выполнение указанных инструкций. Под трансляцией — пошаговая интерпретация указанных инструкций в код одного из языков программирования (C++, Fortran).

2. Заключение.

На данный момент работа находится частично на стадии проектирования, частично на стадии сборки. Производится отладка механизмов связи между отдельными техническими элементами проекта. Полностью реализованы: модуль редактирования программы в виде блок-схемы, модуль, обеспечивающий контроль над передачей данных в библиотеки, технология связки проектов на управляемых и неуправляемых языках программирования.

Современные технологии обеспечения доступа к геофизическим базам данных

Золотов О.В. (МГТУ, кафедра физики, e-mail: zolotovov@mstu.edu.ru)

В настоящее время в связи с быстрым развитием сетевых технологий и сервисов всё большее внимание уделяется сетевым технологиям доступа к данным и созданию распределенных сетевых хранилищ геофизической информации. Базы данных геофизической информации нельзя рассматривать с точки зрения обычных реляционных баз данных, хотя и существуют решения, построенные поверх реляционных СУБД.

Базы данных геофизической информации содержат непосредственно геофизические данные и необходимую сопроводительную метаинформацию. К особенностям геофизических данных следует отнести большой объём данных, возможность сильного изменения состава предоставляемых и хранимых данных, а также хранение некоторой метаинформации (о точности и качестве данных и пр.). Таким образом, для хранения данных требуется некоторый формат с возможностями самоописания.

Указанные особенности обусловлены решаемыми задачами. Многие базы данных создавались для построения эмпирических и полуэмпирических моделей исследуемой области. Вследствие этого исследователи не могли тратить слишком много времени на сопровождение и поддержку пользовательских сервисов, которое можно использовать более продуктивно в исследовательских целях. Кроме того, одной из основных и важных задач остается трудоёмкая задача обеспечения сохранности, доступности и возможности повторного использования имеющегося массива данных.

С построением глобальных моделей, их усложнением, увеличением совместных исследований возросла потребность в унифицированном доступе к базам геофизической информации. Кроме того, для многих задач разрешение имеющихся данных значительно превосходит требуемое; часто оказывается сложно найти совместное описание исследуемого явления в различных базах. Для разрешения этой проблемы созданы сводные базы данных, содержащие извлечения из нескольких источников и прошедшие предварительную обработку. Для обеспечения доступа к таким хранилищам разрабатываются средства WEB-доступа и application programming interface (API) – средства для обеспечения взаимодействия с прикладными программами.

Указанные службы в основном ориентированы на передачу файлов (или работу файловых сервисов). API содержат некоторый базовый набор функций по манипулированию данными и не используют SOA-

архитектуру (Service oriented architecture – современная платформонезависимая технология межпрограммного взаимодействия). Практически отсутствуют сервисы поиска по группе источников геофизической информации. Существующие на текущий момент базы данных геофизической информации ориентированы на автономное функционирование с возможностью подключения сторонних модулей (в случае следования спецификациям).

Таким образом, применение SOA-архитектуры позволит решить часть вопросов по интеграции модулей различных рамочных моделей (обладающих несовместимыми спецификациями), определению пользовательских требований к данным, созданию распределённых источников данных и приложений, повторному использованию данных и кода, решению задач унифицированного поиска данных, унифицированного предоставления доступа к базам геофизической информации и интеграции мультязыковых сред.

Геофизический WEB-портал глобальной численной модели верхней атмосферы Земли (UAM)

Золотов О.В. (МГТУ, кафедра физики, e-mail: zolotovov@mstu.edu.ru)

Abstract. A new geophysical portal of the Upper Atmosphere Model (UAM) is created as robust tool to spread out modeled data, results and research information. Full up-to-date documentation on UAM basic principles and modeling software documentation are to be written and published as well. User support and creation of the e-learning resources are also presented. Future integration with CVS, Bug Tracking, Consumer and Project Management systems is expected.

Введение

Глобальная трехмерная нестационарная квазигидродинамическая численная модель верхней атмосферы Земли (UAM) рассчитывает вариации глобальных распределений параметров верхней атмосферы Земли на высотах от 60 до 100 000 км в зависимости от гелиогеофизических условий и учитывает несовпадение географической и геомагнитной осей Земли [1]. Исторически модель UAM – это развитие более ранней версии модели Термосферы-Ионосферы-Протоносферы, разработанной в КМИО ИЗМИРАН [2] [3].

Постоянное совершенствование модели UAM (Upper Atmosphere Model), появление её отдельных, специализированных версий, поиск партнёров для сотрудничества, поддержание документации по модели и по её программной реализации в адекватном состоянии, а также подготовка студентов для их привлечения к научной деятельности потребовали внедрить систему, обеспечивающую возможность эффективно решать указанные задачи.

Требования к порталу модели

Требования к порталу естественным образом вытекают из особенностей решаемых задач, которые представляют собой отдельные направления: распространение информации о модели и модельных данных, поиск партнеров, построение полной документации по модели (с развитием к базам знаний), построение учебных и наглядных пособий. Следовательно, портал должен предоставлять возможность оперативного обновления данных, построения связей между тематическими ресурсами портала, создания обучающих материалов и удобной навигации и поиска по порталу.

Вполне очевидно, что стоит рассмотреть цели, достигнутые и поставленные при построении аналогичных систем, тем более, что наиболее успешные современные геофизические проекты имеют

собственные или интегрированные WEB-порталы [4]. Характерно, что ни один рассмотренных проектов не реализует и не рассматривает все поставленные перед порталом модели UAM задачи. Обычно они существенно более узко направлены, что часто обусловлено историей развития проекта. Некоторые порталы, построенные на основе данных наблюдений [5] или модельных данных [6], ставят в качестве основной задачу обеспечения доступности и возможности повторного использования полученных данных. Часто публикуют результаты моделирования для некоторого периода, как, например, прогнозы ИЗМИРАН (солнечной активности, индексов ММП и т.д.) [7]. Также существует задача составления наиболее полного описания некоторых событий с использованием данных первичных источников [8]. При этом возможно получение данных, средств работы с базой и самих моделей. Форма предоставления варьируется - от бинарных до исходных кодов. В качестве примеров можно привести The NCAR CEDAR Database [8], The Community Coordinated Modeling Center [9], NRL Ionosphere Model SAMI-3 [10] и т.д. Вследствие такого подхода данные проекты используют либо собственные разработки, либо (адаптированные) коммерческие системы, хотя есть случаи реализации задач on-line документирования на основе Wiki-технологий.

Для построения собственного решения мы рассматривали в качестве базы свободное и с открытым исходным кодом программное обеспечение (т.е. распространяемые по лицензиям BSD, GPL, LGPL, Apache-like, MPL и т.п.). Для каждой поставленной задачи существуют три класса относительно специализированных программных средств: CMS (Content Management System), LMS (Learning Management System), eDoc (системы документирования). Проведённый анализ показал (мы его здесь не приводим), что, к сожалению, ни одна система не удовлетворяет в полной мере всем требованиям (включая программное и методическое обеспечение), предъявляемым к WEB-порталу модели UAM вследствие требований глубокой интеграции указанных задач.

Перечень основных функциональных и технических требований к portalу:

- Возможность публикации в WEB
- Возможность удаленного редактирования
- Возможность совместной работы (с диагностикой и управлением конфликтами правок)
- Контроль версий документа, история документа
- Управление правами
- Расширяемая архитектура
- Унифицированное создание ссылок [11]
- Активное развитие проекта
- Наличие модулей расширения (и их хранилища)

Наличие сопроводительной документации
Наличие службы поддержки и/или широкого сообщества
Поддержка UTF-8.
Производительность
Надежность
Масштабируемость

Формирование выходных данных в строгом соответствии со спецификациями форматов [12] [13]

Реализация портала (построенное решение)

Среди ранее указанных типов систем наиболее полно перечисленным требованиям соответствуют Wiki-системы (которые можно рассматривать как подкласс CMS-систем). В качестве наиболее стабильной и динамично развивающейся выбран Wiki-клон MediaWiki.

Базовый установочный пакет потребовал адаптации структуры базы данных к среде выполнения, кроме того, имеющиеся дополнительные модули расширения для отображения математических формул не удовлетворяли техническим и программным особенностям среды функционирования WEB-портала модели UAM (в частности, неправильно обрабатывали некоторые широко используемые TeX-выражения, требовали установки на сервере дополнительного программного обеспечения и конфигурирования). Для решения проблемы отображения математических выражений потребовалось написать собственное расширение. Поскольку в физико-математическом сообществе для написания тестов широко используется издательская система TeX (LaTeX, AMSTeX или один из клонов), TeX-нотация выбрана для записи математических выражений, несмотря на наличие рекомендаций W3C консорциума по применению разметки MathML [14]. Кроме того, TeX-нотация также позволяет естественным образом записывать химические формулы, графические объекты и т.д. [15]; её преобразование к разметке MathML (с учетом ограничений применимости MathML) легко осуществить в будущем автоматически, когда MathML станет значительно лучше поддерживаться основными WEB-браузерами. На текущий момент такое преобразование нецелесообразно, т.к. для отображения MathML требуется установка дополнительного программного обеспечения на клиентской части.

Функционал построенного решения

Полнота базовой функциональности не гарантирует удобства использования без дружелюбного пользовательского интерфейса, что очень сильно влияет на возможность внедрения системы. Так же сильно влияют принятые и устоявшиеся приёмы работы конечного пользователя; следует отметить несколько групп функций пользовательского интерфейса, способствующие облегчению взаимодействия пользователя и системы (портала модели UAM).

1. Ссылки и горячие клавиши позволяют ускорить и облегчить процесс документирования, зависят от настроек интерфейса и предпочтений пользователя. **Изменение внешнего вида** частично меняет и поведение портала. Возможна настройка для конкретного пользователя, конкретной зоны или времени. **Пороговое значение "заглушек"** настраивает отображение разным цветом ссылок на страницы в зависимости от размера страниц.

Версия для печати может быть сгенерирована для каждой страницы с заданием единого стиля для всего портала. **Автонумерация заголовков** в статьях и **автоматическая генерация оглавления** (содержания) для больших статей облегчают процесс верстки. **Автоматическое преобразование индексов ISBN** в редактируемый список издателей позволяет облегчить сопровождение списка библиографических источников и поддерживать его в адекватном состоянии.

XHTML-совместимый код автоматически генерируется из Wiki-разметки. Данная функция полезна для создания современных синтаксически правильных WEB-страниц. При применении HTML-разметки пользователь сам следит за правильностью и допустимостью используемой разметки.

2. Закачка файлов позволяет разместить графику и звуковые файлы для их дальнейшего использования в оформлении статей. **Математические формулы** записываются с использованием синтаксиса TeX. В качестве обработчика могут быть использованы разные, в том числе и внешние анализаторы.

Автоматическое масштабирование изображений с использованием ImageMagic или libgd, простой синтаксис для задания подписей к изображениям и их выравнивания, **EasyTimeline** для построения временных диаграмм (требует установки дополнительных компонентов) облегчают процесс создания демонстрационных иллюстраций, формирования графиков и их оформления в едином формате.

Список наблюдения позволяет отслеживать изменения в интересующих вас страницах. Каждый пользователь формирует собственный независимый список наблюдения. **Ваш вклад** на панели инструментов покажет список измененных (и созданных) вами страниц. **Связанные изменения** реализуют просмотр списка свежих изменений страниц, на которые есть ссылки с текущей.

Удобное **сравнение версий** - различия в версиях страниц показываются рядом, различающиеся части выделяются цветом с указанием типа различия, - облегчают решение о предпочтительности версии, а также помогают при разрешении конфликтов правок.

3. Wiki-текст допускает некоторые элементы *разметки HTML*. Возможно включение полной поддержки HTML, но это требует дополнительной настройки.

Пространство имен *Template (Шаблон)* предназначено для настраиваемых сообщений. Шаблоны могут содержать строковые переменные, которые будут заменены на конкретные значения, передаваемые шаблону вызывающей страницей. *Transclusion* - включение в статью текста произвольной страницы в любом пространстве имен – расширение применения принципа прототипирования.

Для построения связей (в частном случае - иерархий) страниц вводится понятие *категории*. Каждая страница может принадлежать одной или более категории. При этом сама страница также может являться категорией.

Редактирование целой страницы (особенно, когда она большого размера) может оказаться неудобным. В таком случае можно редактировать часть страницы – секцию. Переход к редактированию секции может осуществляться двойным щелчком в тексте или заголовке секции. Перед внесением изменений текущей правки есть возможность предварительного просмотра. Имеется встроенный *редактор Wiki-разметки*, который можно заменить на любой удобный WYSIWYG-редактор.

С каждой страницей связана специальная страница *“Обсуждение”*, что может быть полезно при совместной удаленной работе над статьей. Возможно получение уведомлений о событиях (правках и т.д.) на каждой такой странице.

Для связывания страниц на разных языках используются *межязыковые ссылки*, что особенно полезно при создании мультязычного (в данном случае - двуязычного) портала.

4. Осуществляется *полнотекстовый поиск* по всем страницам портала.

Существует набор расширений для защиты от вандализма, спама, осуществления модерации. Если нет требуемого расширения, унифицированная модульная архитектура позволяет подключить сторонние модули, возможно, с адаптацией интерфейса сопряжения.

Заключение

Портал модели UAM – развивающаяся система. Расширение текущей функциональности (создание, продвижение, обновление и совместная работа над документами, создание учебных и справочных материалов) рассматривается в качестве одной из главных задач для облегчения выполнения и других работ по модели UAM. Для этого в портал также интегрированы системы форумов (важная при совместном обсуждении и выявлении общих вопросов и сложностей), блогов и гостевая книга. Предполагается к интеграции в проект: CVS-системы (системы контроля

версий) для обеспечения контроля версий модели, облегчения поиска произошедших изменений; CMS-системы (Consumer Management System – не путать с Content Management System) для автоматизации учета пожеланий пользователей модели UAM; Bug Tracking – системы для облегчения работ по учёту, исправлению, обнаружению и документированию ошибок и процесса отладки исходного кода модели; системы автоматического создания документации на основе комментариев в исходном коде модели UAM; системы управления проектом для облегчения задач планирования и оптимизации работ над проектом UAM, в том числе и по развитию WEB-портала модели UAM.

Работа поддержана грантом РФФИ № 05-05-97511.

Список литературы

1. Namgaladze A.A., Martynenko O.V., Volkov M.A., Namgaladze A.N., R.Yu. Yurik, High-latitude version of the global numerical model of the Earth's upper atmosphere, Proc. of the Murmansk State Technical University, V.1., No.2, p.23-84, 1998

2. Namgaladze A.A., Korenkov Yu.N., Klimenko V.V., Karpov I.V., Bessarab F.S., Surotkin V.A., Glushchenko T.A., Naumova N.M., Global model of the thermosphere-ionosphere-protonosphere system, Pure and Applied Geophysics, V.127, No.2/3, p.219-254, 1988

3. Namgaladze A.A., Korenkov Yu.N., Klimenko V.V., Karpov I.V., Surotkin V.A., Naumova N.M., Numerical modelling of the thermosphere-ionosphere-protonosphere system, Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics, V.53, No.11/12, p.1113-1124, 1991

4. Geophysical models NASA web interface, <http://modelweb.gsfc.nasa.gov/>

5. Fairfield D.H. and Tsyganenko N.A., Usmanov A.V., Malkov M.V., A large magnetosphere magnetic field database, A large magnetosphere magnetic field database, J. Geophys. Res., V.99, No.A6, p. 11 319-11 326, 1994

6. Roble R., Thermosphere Ionosphere General Circulation Model (TIGCM), <http://www.hao.ucar.edu/public/research/tiso/tgcm/tgcm.html>; NCAR TGCM at <http://web.hao.ucar.edu/public/research/tiso/tgcm/tgcm.html>

7. Центр прогнозов ИЗМИРАН, <http://forecast.izmiran.rssi.ru/>

8. The NCAR CEDAR Database, <http://cedarweb.hao.ucar.edu/>

9. The Community Coordinated Modeling Center, <http://ccmc.gsfc.nasa.gov/>

10. NRL Ionosphere Model SAMI-3 (and OpenSource SAMI), <http://www.navy.mil>, <http://wwwppd.nrl.navy.mil/sami2-OSP>

11. Berners-Lee T., Fielding R., Masinter L., RFC2396: Uniform Resource Identifiers (URI): Generic Syntax, 1998, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2396.txt>

12. Raggett D., Le Hors A., Jacobs I., HTML 4.01 Specification, 1999, <http://www.w3.org/TR/html401>
13. Altheim M., McCarron S., XHTML™ 1.1 - Module-based XHTML, W3C Recommendation, 2001, <http://www.w3.org/TR/2001/REC-xhtml11-20010531>
14. Ausbrooks R., Buswell S., Carlisle et al D., Mathematical Markup Language (MathML) Version 2.0 (Second Edition), W3C Recommendation, 2003, <http://www.w3.org/TR/2003/REC-MathML2-20031021/>
15. D.E. Knuth, The TeXbook, Addison-Wesley, 2003

Влияние термосферных ветров на поведение F2-слоя ионосферы в период магнитных бурь апреля 2002 года

Зубова Ю.В. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ), Доронина Е.Н., Намгаладзе А.А. (МГТУ, кафедра физики, namgaladze@mstu.edu.ru), Гончаренко Л.П. (Massachusetts Institute of Technology, Haystack Observatory, Westford, MA, USA)

Abstract The ionospheric F2 layer parameters have been calculated by the global numerical model of the Earth's upper atmosphere (UAM) for the April 15-20, 2002 period including days of both geomagnetically quiet (April 15,16) and disturbed (April 17-20) conditions. The calculations have been performed in four versions: with and without the empirical model NRLMSISE-00 for the neutral composition and temperature calculation and with and without the empirical model HWM-93 for the neutral horizontal wind calculation. The model results were compared with the observation data obtained by seven incoherent scatter radars. The comparisons show that using of the HWM-93 winds improves the agreement of the model Ne calculated with the NRLMSISE-00 neutral composition and temperature with the ISR data. Using the HWM-93 winds by the UAM variant with the "theoretical thermosphere" does not improve the agreement of model Ne, Te, Ti values with measurements excepting the results for April 15.

Введение

В предыдущих работах (Зубова Ю.В. и др., 2005, Namgaladze et.al., 2005) обсуждались результаты сопоставлений значений электронной концентрации, ионной и электронной температур, рассчитанных с помощью глобальной численной модели верхней атмосферы Земли UAM (Namgaladze et.al., 1998), с результатами эмпирической модели ионосферы IRI-2001 (Bilitza D. et.al., 2004), а также с данными радарных наблюдений (ISR). Наблюдения проводились семью станциями некогерентного рассеяния, расположенными в низких, средних и высоких широтах Северного полушария, в период 15-20 апреля 2002 года, содержащий как спокойные, так и геомагнитно возмущенные сутки. Было показано, что в целом модель UAM достаточно хорошо воспроизводит поведение параметров ионосферы как во время спокойных суток, так и в течение магнитных бурь. Кроме того, был сделан вывод о том, что вариант модели UAM с полностью самосогласованным численным расчётом нейтрального состава и температуры даёт более близкие к измерениям значения ионосферных параметров, нежели вариант с использованием для расчёта нейтрального состава и температуры эмпирической модели NRLMSISE-00 (Picone J. M. et.al., 2002).

В рамках настоящей работы проведено исследование влияния выбора способа расчёта скорости горизонтального нейтрального ветра на результаты моделирования поведения ионосферы во время магнитных бурь апреля 2002 года. Для этого поведение электронной концентрации, ионной и электронной температур в период 15-20 апреля 2002 года было рассчитано с помощью модели UAM с одними и теми же начальными условиями в следующих четырёх вариантах: 1) с использованием эмпирической модели NRLMSISE-00 для расчёта нейтрального состава и температуры и с теоретическим расчетом скорости нейтрального ветра (обозначен как UAM(MSISE)); 2) с расчётом по NRLMSISE-00 нейтрального состава и температуры, но со значениями скорости горизонтального нейтрального ветра по эмпирической модели HWM-93 (обозначен как UAM(MSISE-HWM)); 3) с полностью самосогласованным теоретическим расчетом состава и температуры термосферы, а также скорости нейтрального горизонтального ветра (обозначен как UAM(TM)); 4) с полностью самосогласованным теоретическим расчетом состава и температуры термосферы, но со значениями скорости горизонтального нейтрального ветра по модели HWM-93 (обозначен как UAM(TM-HWM)). Сопоставление значений ионосферных параметров всех четырех вариантов расчётов проведено с целью узнать, может ли использование эмпирической модели горизонтального нейтрального ветра HWM-93 улучшить согласие результатов расчётов моделью UAM ионосферных параметров с данными радарных наблюдений.

Результаты расчётов

На Рисунках 1-3 показаны временные вариации электронной концентрации, электронной и ионной температур, а также меридиональной компоненты скорости горизонтального нейтрального ветра (за положительное направление взято направление к северу) в период 15-18 апреля 2002 года над станциями некогерентного рассеяния в Иркутске, Харькове и Миллстоун Хилле на высотах около 350 км в сравнении с данными измерений. Отметим, что скорость горизонтального нейтрального ветра в обсерватории Миллстоун Хилл напрямую не измерялась, а рассчитывалась из измеренных значений электрического поля и скорости ионного дрейфа.

Поведение параметров ионосферы и меридионального ветра над остальными четырьмя станциями в настоящей статье не показано в виду отсутствия в результатах модельных расчётов выраженных эффектов, которые могут быть обусловлены изменениями скорости горизонтального ветра. Это связано с тем, что вертикальный перенос плазмы ветрами максимален вблизи 45 градусов геомагнитной широты и убывает к экватору и полюсам. На экваторе вертикального переноса ветрами нет, так как в этой области силовые линии параллельны поверхности Земли, и, соответственно, высота нахождения плазмы не меняется. Около полюсов

силовые линии магнитного поля перпендикулярны горизонтальной составляющей ветра, что также приводит к невозможности вертикального переноса плазмы ветрами. Таким образом, можно предположить, что наиболее сильные эффекты, связанные с изменением скорости термосферного ветра, будут иметь место для Иркутска и Харькова, находящихся на геомагнитной широте 41^\ominus и 45^\ominus соответственно. Для Миллстоун Хилла (54^\ominus магн.шир.) эти эффекты будут уже не столь значительны. На рисунках также не изображены временные вариации параметров ионосферы в течение 19-20 апреля, так как характер поведения параметров ионосферы 18-20 апреля достаточно схож.

Как видно из Рисунка 1, использование модели HWM-93 в целом улучшило согласие результатов модельных расчётов электронной концентрации с данными наблюдений, проведёнными над Иркутском 16 апреля. При этом значения N_e варианта UAM(MSISE-HWM) ближе к измерениям, чем значения UAM(MSISE), в течение всего периода наблюдений. Степень согласия модель – наблюдения электронной и ионной температур осталось практически без изменений, хотя значения T_e и T_i варианта UAM(TM-HWM) выше соответствующих значений варианта UAM(TM) и поэтому ближе к измерениям.

Как показывает Рисунок 2, если использование при расчётах N_e для 15 апреля ветров из HWM привело к значениям, более близким к наблюдениям, то для 17 апреля оно наоборот ухудшило согласие с измерениями. Из всех четырёх вариантов расчётов UAM(TM-HWM) даёт значения электронной температуры, наиболее близкие к данным некогерентного рассеяния. Хотя при этом значения электронной температуры, рассчитанные UAM для утренних часов 16 и 17 апреля, в лучшем случае остаются в два раза меньшими наблюдаемых значений. Зато можно отметить исключительное согласие с измеренными над Харьковом значениями ионной температуры результатов, к которому привели использование ветров из модели HWM наряду с теоретически рассчитываемыми значениями состава и температуры термосферы.

В соответствии с Рисунком 3, использование ветров эмпирической модели HWM уменьшило расхождение модельных значений электронной концентрации с данными измерений параметра, проведенных в ночные часы 16 и 17 апреля над Миллстоун Хиллом. Рассчитанный моделью HWM меридиональный ветер, в отличие от значений UAM, в вечерние часы 15 и 16 апреля был направлен к северу, что могло привести к увеличению N_e над станцией в последующие часы. Однако при улучшении согласия по N_e ухудшилось согласие с измерениями ионной температуры варианта UAM(TM-HWM) из-за её резкого падения в вечерние и ночные часы. Результаты расчетов T_e и T_i вариантов с ветрами HWM в целом отличаются от данных измерений не меньше, чем значения температур, полученные при теоретическом расчёте скорости нейтрального ветра.

Выводы

Для станций в Харькове и Миллстоун Хилле, где проводились измерения параметров ионосферы в течение 15 апреля, использование горизонтальных термосферных ветров модели HWM-93 улучшает согласие с наблюдениями 15 апреля по Ne и оставляет на том же уровне по Te, Ti результатов расчётов модели UAM как с эмпирическими, так и теоретическими значениями состава и температуры термосферы.

Для всех трёх станций вариант с составом и температурой термосферы по эмпирической модели NRLMSISE-00 даёт, как правило, самые большие значения электронной температуры, тем самым больше отличаясь от наблюдений по сравнению с вариантом с «теоретической термосферой». Использование наряду с моделью NRLMSISE-00 для расчёта состава и температуры термосферы эмпирической модели HWM-93 для расчёта горизонтального нейтрального ветра улучшает согласие результатов моделирования с наблюдениями Ne. Однако при этом согласие по электронной и ионной температуре в целом не улучшается.

Использование при моделировании поведения ионосферы ветров модели HWM приводит к уменьшению разности между значениями вариантов с составом и температурой по NRLMSISE-00 и варианта с теоретическим расчётом нейтрального состава и температуры.

Зачастую небольшая разница абсолютных значений меридионального ветра, рассчитанного моделью UAM и эмпирической моделью HWM-93, приводит к существенным различиям между значениями ионосферных параметров, полученных при расчётах с этими ветрами. Это обусловлено тем, что при малых отличиях в абсолютных значениях скорости могут быть разного знака. Положительные значения скорости соответствуют термосферному ветру, дующему от экватора к северу и продвигающему плазму вниз по силовым линиям геомагнитного поля, отрицательные значения скорости соответствуют ветру, который дует от полюса и при этом гонит плазму по силовым линиям вверх. Соответственно, в первом случае ожидается уменьшение электронной концентрации в максимуме F2-слоя, во втором – её увеличение.

Таким образом, использование ветров эмпирической модели HWM-93 привело к улучшению согласия модельных Ne, Te и Ti, рассчитанными как с эмпирическими, так и теоретическими значениями нейтрального состава и температуры, с данными наблюдений для спокойных суток 15 апреля. Также ветра из HWM-93 улучшили согласие результатов моделирования Ne с составом и температурой термосферы по NRLMSISE-00 с наблюдениями, проводившимися 15-18 апреля. Что касается значений ионной и электронной температур, наблюдавшихся 16-18 апреля, то использование эмпирических ветров в целом не улучшило согласие модель – наблюдения.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 05-05-97511.

Список литературы

1. Bilitza D. et. al. Path Toward Improved Ionosphere Specification and Forecast Models, *Advances in Space Research*, V. 33, Number 6, 2004.
2. Namgaladze A.A. et al. High-latitude version of the global numeric model of the Earth's upper atmosphere // *Proceedings of MSTU*. – 1998. – V.1, N 2, p.23-84.
3. Namgaladze A.A. et. al. Modelling of the ionosphere/thermosphere behaviour during the April 2002 magnetic storms: A comparison of the UAM results with the ISR and NRLMSISE-00 data // *Advances in Space Research: doi:10.1016/j.asr.2005.04.013*, 2005.-8с.
4. Picone J.M. et. al. NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues, *J. Geophys. Res.*, 107, 1468, *doi:10.1029/2002JA009430*, 2002.
5. Зубова Ю.В. и др. Поведение электронной концентрации, электронной и ионной температур 15-20 апреля 2002 года по данным моделей UAM и IRI-2001 и установок некогерентного рассеяния // *Материалы Международной научно-технической конференции "Наука и образование-2004"*, ч. 5, МГТУ, Мурманск, с. 55-58. 2005.

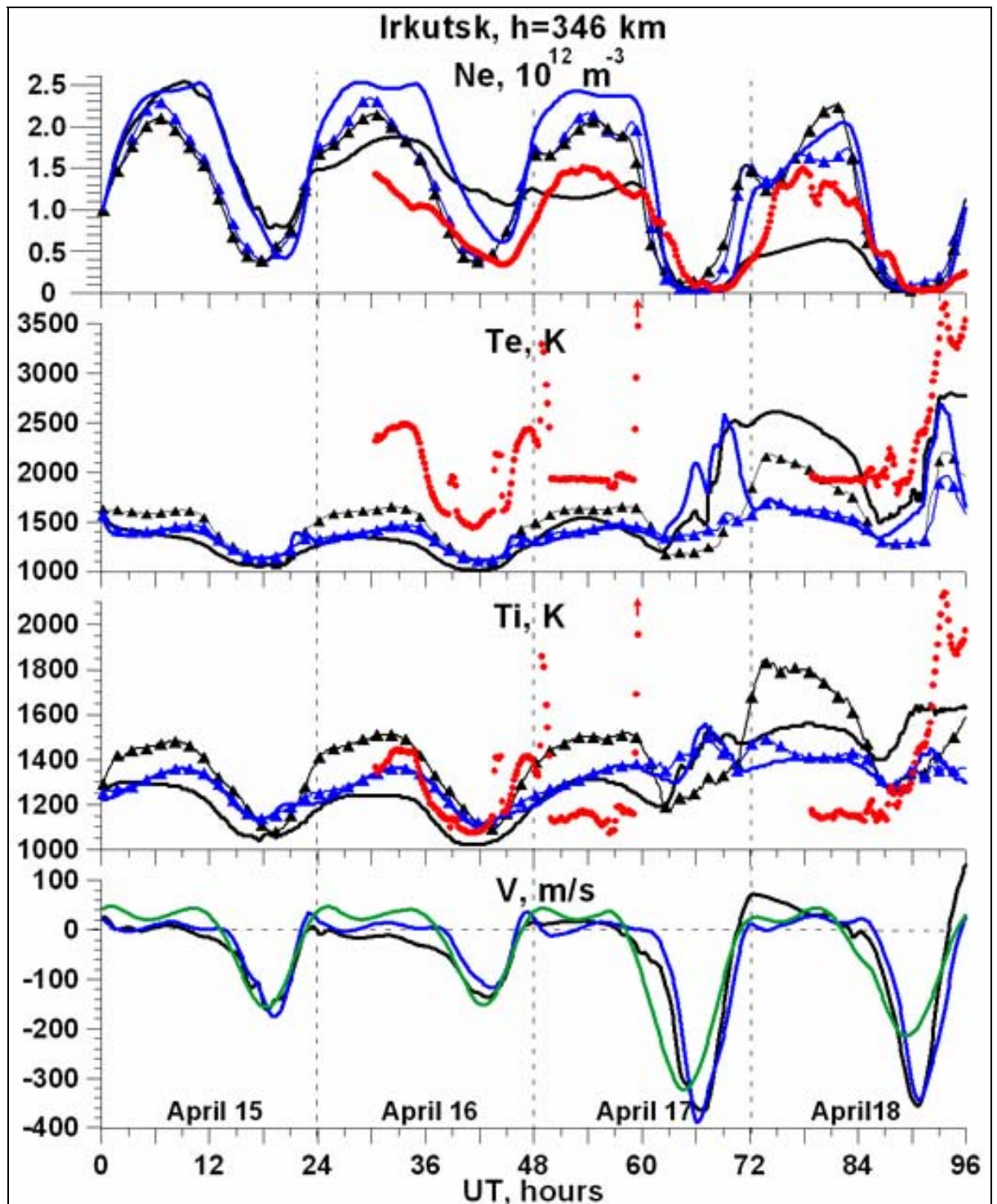


Рисунок 1. Временные вариации ионосферных параметров и меридиональной компоненты скорости горизонтального нейтрального ветра 15-18 апреля 2002 года над Иркутском на высоте 346 км, рассчитанных разными версиями UAM в сравнении с результатами радарных наблюдений

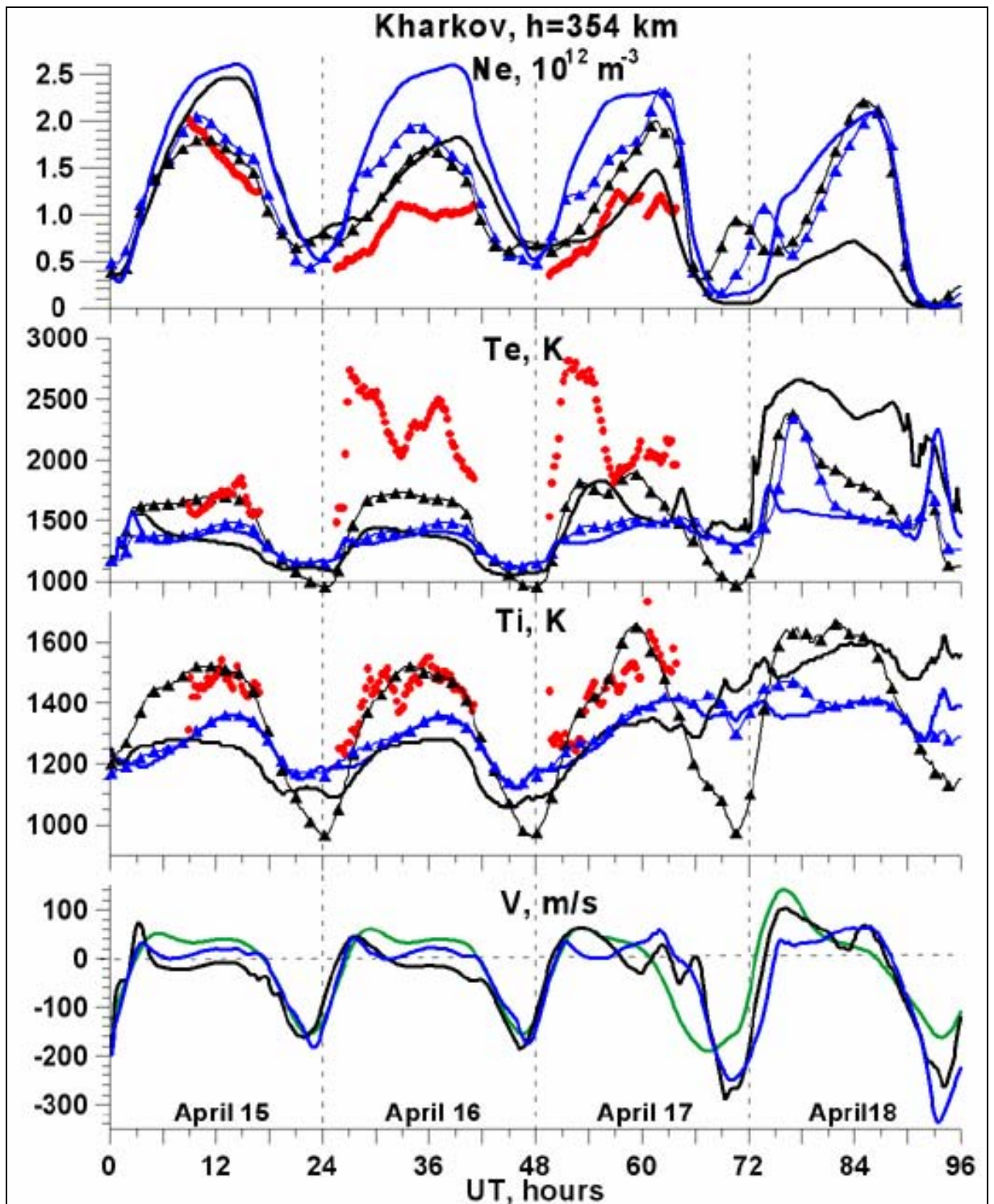


Рисунок 2. Временные вариации ионосферных параметров и меридиональной компоненты скорости горизонтального нейтрального ветра 15-18 апреля 2002 года над Харьковом на высоте 354 км, рассчитанных разными версиями UAM в сравнении с результатами радарных наблюдений

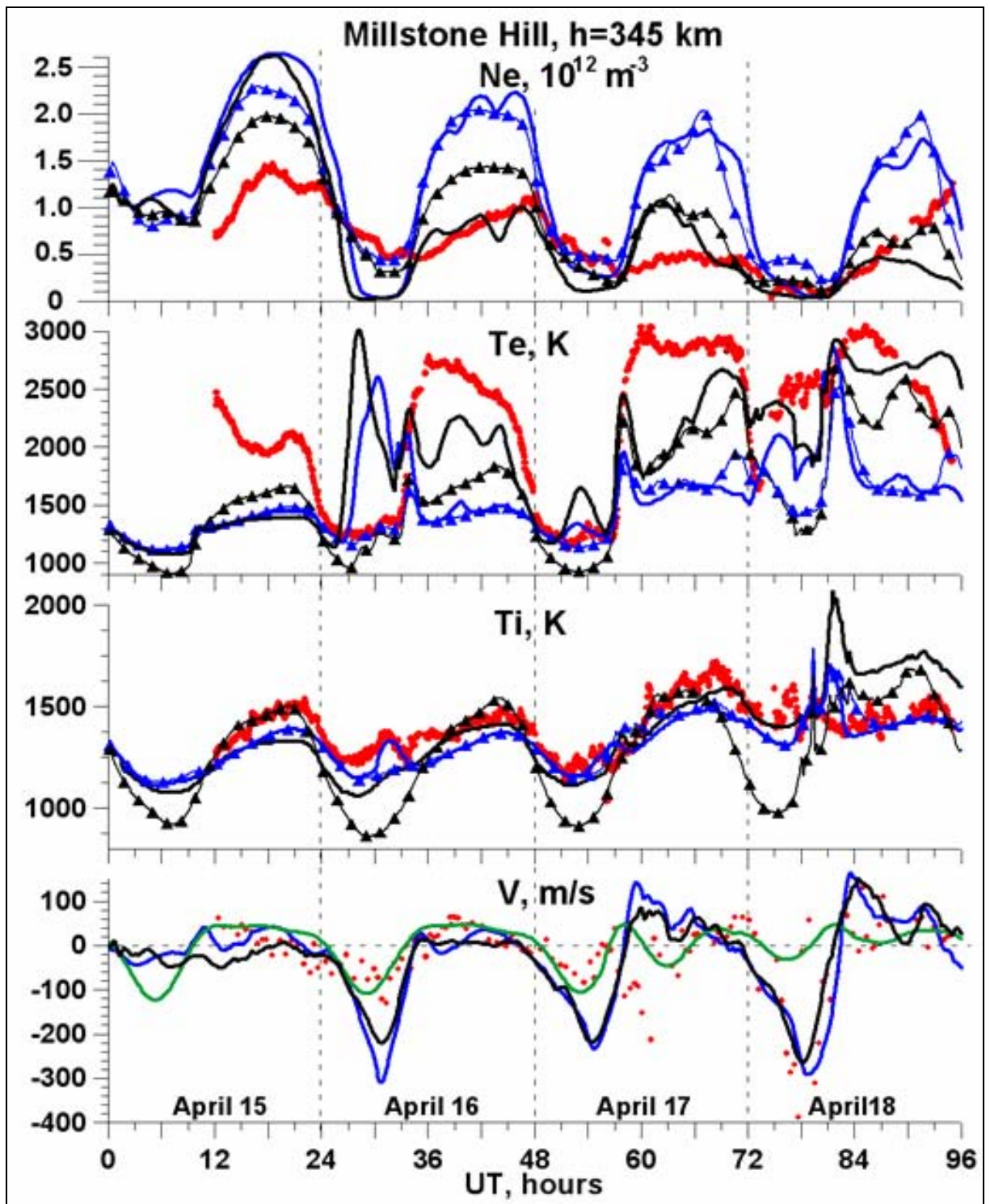


Рисунок 3. Временные вариации ионосферных параметров и меридиональной компоненты скорости горизонтального нейтрального ветра 15-18 апреля 2002 года над Миллстоун Хиллом на высоте 345 км, рассчитанных разными версиями UAM в сравнении с результатами радарных наблюдений

Влияние учета высыпаний мягких электронов на воспроизведение результатов томографических реконструкций электронной концентрации в теоретических модельных расчетах

Кораблева И.В., Намгаладзе А.Н., Терещенко Е.Д., Худукон Б.З.
(Мурманск, Полярный геофизический институт,
e-mail: irinakorab@rambler.ru)

Reconstruction of the electron density spatial distribution obtained from the satellite radio tomography data has been compared with the numerical modeling results produced by the well-known ionosphere models: UAM and IRI. The observed data agree with the theoretical results better than with the empirical ionosphere model IRI-2001. Divergence occurs in some characteristics of the high electron density regions, related with the energetic electron precipitation. It is demonstrated, that decrease of such divergence can be achieved by correction of the initial specified input distribution of precipitating from the magnetosphere energy electron fluxes.

Реконструкции пространственных распределений электронной плотности, полученные по данным спутниковой радиотомографии в периоды геомагнитных бурь 26 октября – 01 ноября 2003 года, были сопоставлены с результатами численного моделирования с использованием известных моделей ионосферы: двух вариантов глобальной численной модели верхней атмосферы Земли UAM (1) и эмпирической модели ионосферы IRI-2001 (2). Целью сопоставления было выявить динамику крупномасштабных ионосферных образований (главный ионосферный провал, авроральный пик и т. д.) во время геомагнитных возмущений, а также выяснить как упомянутые выше модели воспроизводят состояние ионосферы в периоды геомагнитных возмущений.

С помощью модели верхней атмосферы Земли UAM рассчитывались в зависимости от времени глобальные распределения электронной концентрации. Входными параметрами модели являлись положение границ полярной шапки и авроральных высыпаний, интенсивность потоков высыпающихся электронов и их средние энергии.

Для расчетов бури 2003 года геомагнитные широты полярной и экваториальной границ аврорального овала на дневной и ночной сторонах задавались как функции текущего значения Кр-индекса (см. рис. 1), поскольку данный вариант определения границ овала оказался наиболее подходящим при моделировании поведения ионосферы во время магнитных бурь в апреле 2002 года (3). Интенсивности потоков

высыпающихся мягких электронов задавались зависящими от Kp-индекса с некоторыми средними значениями интенсивностей потоков частиц и средней энергии согласно статистической модели (4). Расчеты были проведены в двух вариантах UAM: с эмпирической моделью термосферы MSISE00 (UAM-MSIS) и самосогласованный вариант с теоретической термосферой (UAM-T).

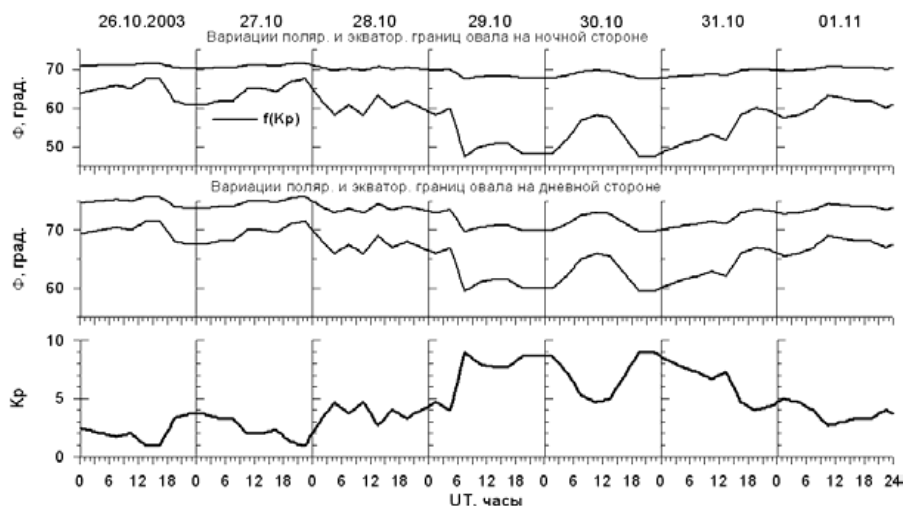


Рис. 1. Временные вариации входных параметров модели UAM при моделировании ситуации магнитных возмущений 26 октября – 01 ноября 2003 г.

Буря 26 октября – 01 ноября 2003 года

В октябре 2003 года наблюдался период экстремально высокой активности на Солнце. Очень сильная геомагнитная буря, наблюдавшаяся в этот период, развивалась в несколько этапов. Она имела сложный многоступенчатый характер и продолжалась до 1 ноября. На рис. 2 представлены распределения электронной плотности N_e в плоскости магнитного меридиана $\Lambda=125^\circ$, полученные по результатам спутниковой радиотомографии и в расчетах по моделям UAM-T, UAM-MSIS и IRI-2001 (сверху вниз, соответственно).

Проанализировав и сравнив представленные результаты экспериментов и модельных расчетов, мы сделали следующие выводы:

1. Теоретическая модель UAM обеспечивает хорошее согласие расчетной и наблюдаемой динамики провала, в частности, положения его приполюсной стенки. Расхождение имеет место по некоторым характеристикам областей повышенной электронной концентрации, связанных с высыпаниями энергичных мягких магнитосферных электронов. В частности, в наблюдениях эти области шире, чем в модельных расчетах, как это видно, например, из результатов для ночных условий в Евроарктическом долготном секторе, представленных на рис. 2.

Устранение такого рода расхождений может быть достигнуто путем коррекции первоначально задаваемых входных распределений потоков высыпавшихся из магнитосферы энергичных электронов, в частности увеличением интенсивности и расширением области высыпаний мягких электронов (средняя энергия $E \sim 350$ эВ). Такого рода коррекция была выполнена в первом приближении в расчетах модели UAM-T для представленных дат. Высотно-широтное распределение электронной концентрации для этих расчетов можно увидеть на рис. 3. Видно, что таким образом можно добиться хорошего согласия с наблюдениями (см. рис. 2).

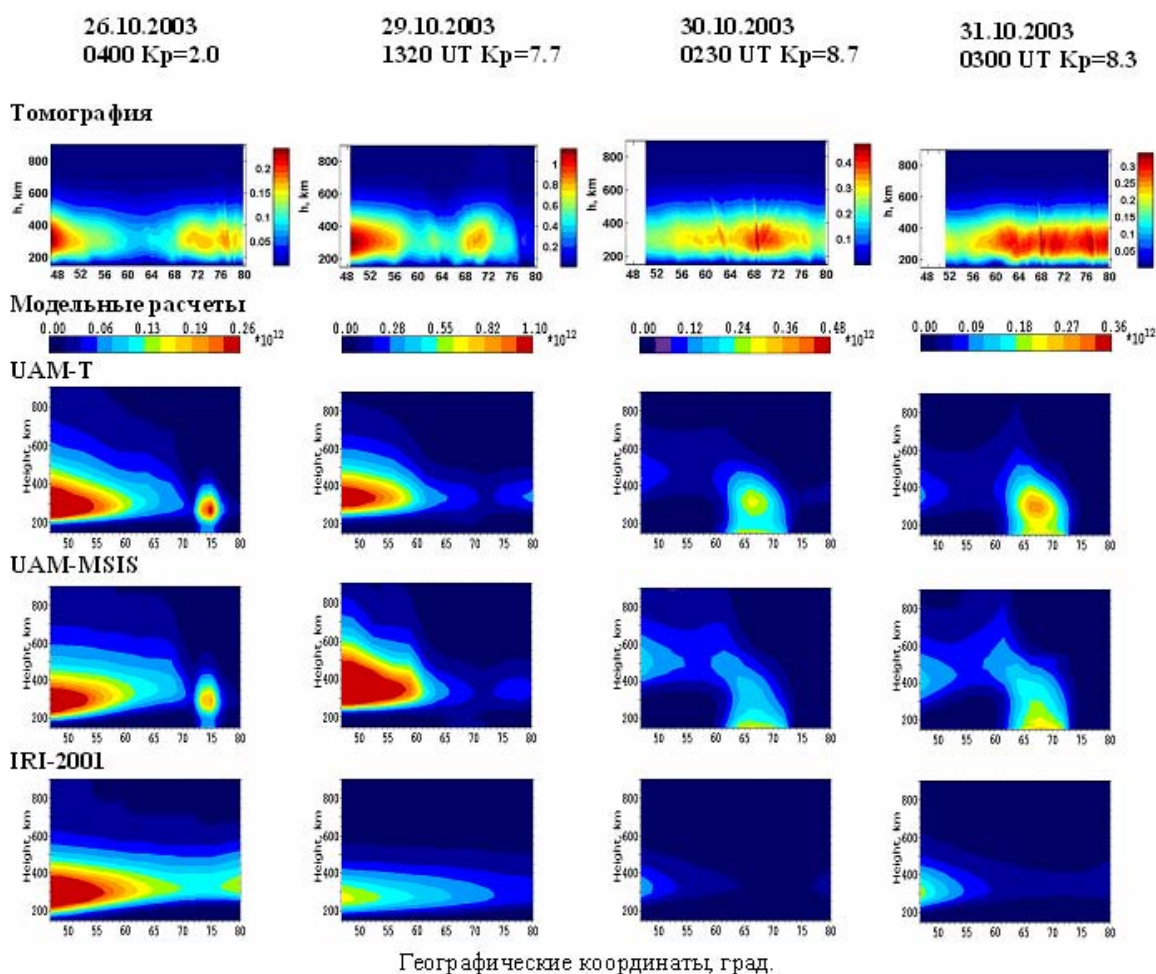


Рис. 2. Сравнение экспериментальных и модельных результатов распределения электронной концентрации (10^{12} м^{-3}) для бурь в октябре 2003 г. (первый столбец - для ночных спокойных условий, второй - для дневных возмущенных условий и третий и последний столбец - для ночных возмущенных условий)

2. Наблюдаемое методом радиотомографии поведение субавроральной и высокоширотной ионосферы в Евроарктическом

(Кольский полуостров - Москва) долготном секторе в целом удовлетворительно описывается глобальной теоретической моделью верхней атмосферы Земли (UAM-T) как в спокойных, так и в экстремально возмущенных условиях. Согласие данных наблюдений с теоретической моделью лучше, чем с эмпирической моделью ионосферы IRI-2001.

Работа поддержана грантом РФФИ № 05-05-97511.

Авторы выражают искреннюю признательность А.А.Намгаладзе за полезные обсуждения работы.

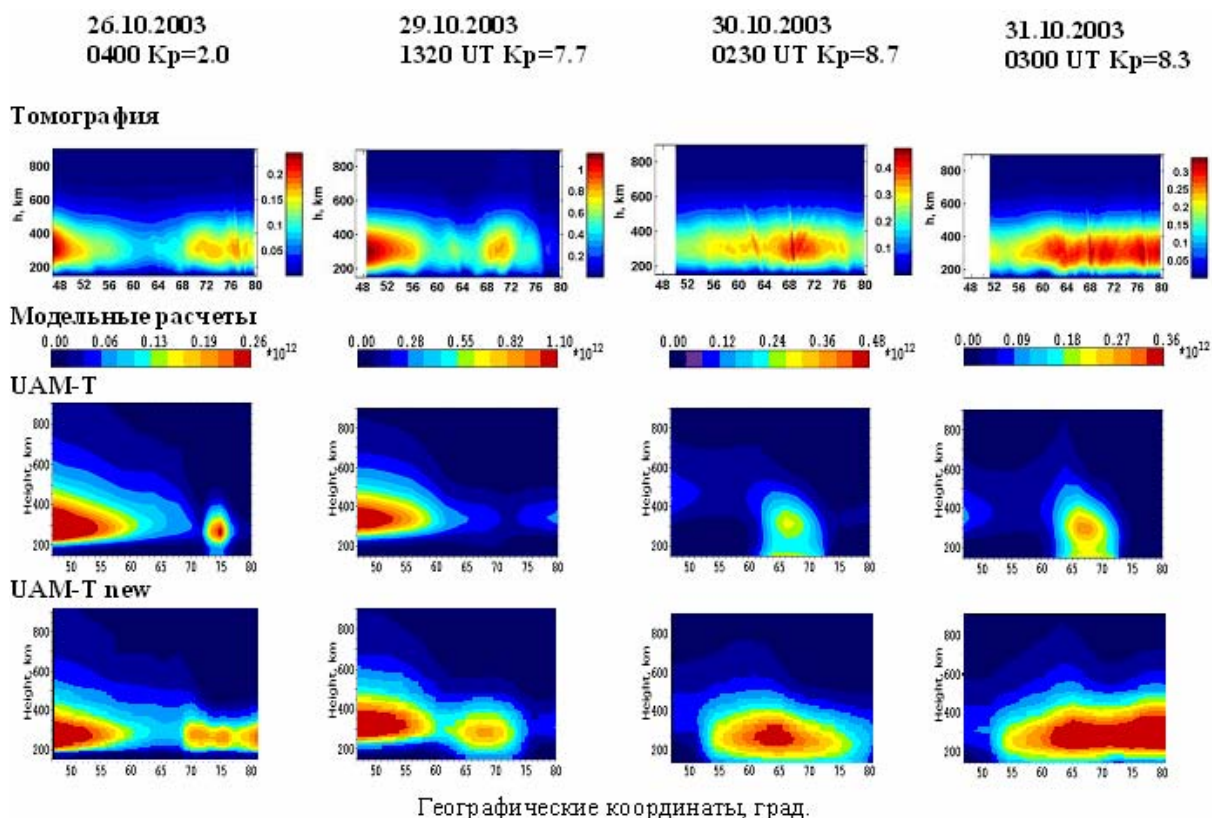


Рис. 3. Влияние коррекции задаваемых в модели UAM-T параметров потоков высыпающих электронов на высотнo-широтное распределение электронной концентрации (10^{12} м^{-3}) для октябрьской бури 2003 г

Список литературы

1. Namgaladze A.A., Yu.V.Zubova, A.N.Namgaladze, O.V.Martynenko, E.N.Doronina, L.P.Goncharenko, A. Van Eyken, V. Howells, J. P. Thayer, V. I. Taran, B. Shpynev, Q. Zhou. Modelling of the ionosphere/thermosphere behaviour during the April 2002 magnetic storms: A comparison of the UAM results with the ISR and NRLMSISE-00 data // *Advances in Space Research*. 2005. doi:10.1016/j.asr.2005.04.013.

2. Bilitza, D., K. Rawer, B. Reinisch (eds.). Path Toward Improved Ionosphere Specification and Forecast Models // *Advances in Space Research*. 2004. V.33. № 6. (<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/space/model/ionos/iri.html>)

3. Zubova Yu.V., K.A. Stakhov, E.S. Dolmatova, O.V. Martynenko, A.A. Namgaladze. The precipitating electron fluxes as input parameters for the April 15-25, 2002 magnetic storms modeling // "Physics of Auroral Phenomena". Proc. XXVI Annual Seminar. Apatity. 2003. P. 98-100.

4. Hardy D.A., Gussenhoven M.S and Holeman E. A statistical model of auroral electron precipitation // J. Geophys. Res. 1985. V. 90, №5. P. 4229-4248.

Развитие модели UAM посредством подключения к ней ряда эмпирических моделей по технологии метамодели

Мартыненко О.В., Князева М.А. (МГТУ, кафедра физики)

Abstract. History of the development of the Earth's Upper Atmosphere Model UAM by integration of a number of statistical models of different regions and processes has been described as an example of the metamodel approach.

Модель верхней атмосферы Земли UAM (*Namgaladze et al.*, 1998) включает в себя несколько относительно самостоятельных блоков-субмоделей. Каждая из них решает свою систему уравнений и рассчитывает глобальные распределения значений некоторого набора физически связанных характеристик атмосферы. В настоящий момент основными такими субмоделями являются блок расчета параметров нейтральной атмосферы и нижней ионосферы, блок расчета электрического поля и блок расчета параметров F2-области ионосферы и плазмосферы. Значения, получаемые в результате работы одного блока, могут затем передаваться в другой блок в качестве параметров и входить в коэффициенты решаемых там уравнений. Такой метод взаимосвязи субмоделей составляет суть свойства самосогласованности.

В последнее время нами развивается новый – метамодельный подход к организации взаимодействия подмоделей (*Martynenko et al.*, 2006). Он заключается в том, что каждая подмодель описывается как "черный ящик", на языке входа и выхода. Это позволяет заменять любой блок модели на другой, аналогичный по функциональности, то есть возвращающий значения тех же атмосферных характеристик, но отличающийся по методу их расчета. Разумеется, требуемые для расчета входные параметры также могут отличаться, и требуется обеспечить, чтобы новая подключаемая подмодель получала на вход все необходимое для своей работы, то есть оно должно быть либо известно заранее, либо рассчитываться каким-либо другим блоком. Задача такого согласования входов и выходов всех подключаемых блоков возлагается на специальный управляющий модуль – Менеджер метамодели.

Простейшим случаем использования альтернативных блоков является подключение эмпирических моделей различных атмосферных областей и процессов. Для них, как правило, на вход нужно задавать лишь момент времени и точку пространства, то есть не требуется передача параметров, рассчитываемых в других модельных блоках, что значительно упрощает согласование входов. Потому мы начали развитие метамодельного подхода с включения различных эмпирических моделей.

В модель UAM изначально была интегрирована модель нейтральной атмосферы MSIS (*Hedin, 1983*), из которой при работе глобальной модели можно было брать либо концентрации нейтральных атмосферных компонент, либо их температуру, либо и то, и другое вместе. По мере развития модели MSIS в UAM включались ее новые версии, вплоть до последней NRL MSISE2000 (*Hedin, 1987; Hedin, 1991; Picone et al., 2002*). Теперь мы подключили также эмпирическую модель нейтральных ветров HWM-93 (*Hedin et al., 1996*), а для расчета концентраций молекулярных ионов – модель ионосферы IRI-2001 (*Bilitza, 2001*). Та же модель IRI-2001 была подключена как альтернативный метод расчета параметров F2-области. Для расчета параметров плазмосферы была использована гидростатическая экстраполяция вверх, разработанная А.Н. Намгаладзе.

Аналогичным образом был переработан и блок расчета электрического потенциала. К нему были подключены эмпирические модели ионосферных проводимостей AFGL (*Hardy et al., 1987*). Продолжается работа по интеграции в UAM семейства моделей AFGL для расчета высокоширотного электрического поля (*Heppner, Maynard, 1987*).

Подключенные к UAM статистические модели не являются полными функциональными аналогами соответствующих теоретических блоков, а возвращают значения лишь некоторых рассчитываемых там атмосферных характеристик. Потому для их подключения был создан специальный механизм переключателей, с помощью которых можно для любого отдельно взятого параметра указать, каким методом его рассчитывать. Создан также механизм контроля корректности задания, чтобы для расчета каждого параметра была назначена умеющая его рассчитывать модель.

Для полноты описания следует вспомнить также изначально заложенную в UAM возможность «заморозить» состояние какой-либо области верхней атмосферы (нейтральной атмосферы, ионосферы), и вместо расчета происходящих в ней изменений просто вращать ее относительно Земли таким образом, чтобы эта область занимала фиксированное положение относительно направления на Солнце (т.е., чтобы полуденное состояние всегда оставалось на полуденном меридиане, полуночное – на полуночном, и т.д.), и передавать в другие блоки это «замороженное» состояние. С формальной точки зрения такой способ расчета значений атмосферных параметров можно описать как еще одну альтернативную модель, включенную в метамодельную структуру. Эта возможность также распространена на все блоки UAM и модифицирована таким образом, чтобы обеспечить гибкий выбор для «замораживания» любого поднабора рассчитываемых в блоке параметров.

Таким образом, интеграция в программный комплекс UAM целого ряда эмпирических моделей параметров верхней атмосферы и модификация структуры UAM в сторону создания метамодели предоставили возможность гибко использовать в модельных расчетах

любую комбинацию вариантов расчета отдельных параметров различными подключенными моделями.

Работа поддержана грантом РФФИ № 05-05-97511.

Список литературы

1. Bilitza, D. (2001), International Reference Ionosphere 2000, *Radio Science* 36, 2, 261-275.
2. Hardy, D.A., M.S. Gussenhoven, and R. Raistrick (1987), Statistical and Functional Representations of the Pattern of Auroral Energy Flux, Number Flux, and Conductivity, *J. Geophys. Res.* 92, 12275.
3. Hedin A.E. (1983) A revised thermospheric model based on mass spectrometer and incoherent scatter data: MSIS-83. *J. Geophys. Res.*, v.88, N A12, p.10170-10188.
4. Hedin, A.E. (1987), MSIS-86 thermospheric model, *J. Geophys. Res.*, 92, 4649.
5. Hedin A.E. (1991) Extension of the MSIS thermosphere model into the middle and lower atmosphere. *J. Geophys. Res.*, v.96, N A2, p.1159-1172.
6. Hedin, A.E., E.L. Fleming, A.H. Manson, F.J. Scmidlin, S.K. Avery, R.R. Clark, S.J. Franke, G.J. Fraser, T. Tsunda, F. Vial and R.A. Vincent (1996), Empirical Wind Model for the Upper, Middle, and Lower Atmosphere, *J. Atmos. Terr. Phys.*, 58, 1421.
7. Heppner, J.P., and N. C. Maynard (1987), Empirical High-Latitude Electric Field Models, *J. Geophys. Res.* 92, 4467.
8. Martynenko, O.V., M.M. Gladkikh, and I.V. Artamonov (2006), Application of the object-oriented approach in upper atmosphere modeling. *Physics of Auroral Phenomena: Proceedings of 29th Annual Seminar*, Apatity, pp. 234-237.
9. Namgaladze, A.A., O.V. Martynenko, and A.N. Namgaladze (1998), Global model of the upper atmosphere with variable latitudinal integration step, *Geomagnetism and Aeronomy International*, 1, 53.
10. Picone, J.M., A.E. Hedin, D.P. Drob, and A.C. Aikin (2002). NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues. *J. Geophys. Res.*, v.107 (A12), doi: 10.1029/2002JA009430.

Реорганизация блока расчета электрического потенциала модели UAM для использования эмпирических моделей ионосферных проводимостей и продольных токов

Мартыненко О.В.¹, Юрик Р.Ю.², Артамонов И.В.¹ (¹ МГТУ, кафедра физики; ² Полярный геофизический институт РАН)

Abstract. History of the development of the electric potential block of Earth's Upper Atmosphere Model UAM has been described. The main results of this development is the flexibility in description of external forcing and possibility of the integration of another models using the metamodel architecture.

В ходе развития модели верхней атмосферы Земли UAM (Namgaladze et al., 1998a) в направлении метамодели проведена структурная реорганизация блока расчета электрического потенциала. Метамодельный подход (Martynenko et al., 2006) заключается в том, что модель UAM рассматривается в виде несколько относительно самостоятельных блоков-субмоделей. Каждая подмодель описывается как "черный ящик", на языке входа и выхода. Это позволяет заменять любой блок модели на другой, аналогичный по функциональности, то есть возвращающий значения тех же атмосферных характеристик, но отличающийся по методу их расчета.

Для расчета глобального распределения электрических полей в верхней атмосфере в соответствующем блоке модели UAM решалась следующая физическая задача. Геомагнитное поле представлялось в виде диполя. Магнитосферная и ионосферная плазма выше 175 км рассматривалась как бесстолкновительная. Таким образом, ей приписывались бесконечная продольная и нулевая поперечная проводимости. Отсюда следовало условие эквипотенциальности дипольных силовых линий, которое, с одной стороны, обеспечивало равенство электрического потенциала в магнитосопряженных точках северного и южного полушарий в области замкнутых линий, а с другой – позволяло рассматривать высокоширотные разомкнутые линии лишь как идеальные проводники, передающие в нижнюю ионосферу электрические поля и продольные токи магнитосферного происхождения.

В качестве второго источника электрического поля учитывалось ионосферное динамо – движение через геомагнитное поле плазмы нижней ионосферы, увлекаемой нейтральным ветром.

Заданные таким образом источники поля воздействовали на нижнюю ионосферу (на высотах 80-175 км). Считалось, что продольные электрические поля не существуют и здесь, т.е. токи в ионосфере

полностью определяются холловской и педерсеновской проводимостями. Они рассчитывались из концентраций и температур заряженных и нейтральных частиц в проводящем слое.

В строгой математической постановке (Namgaladze et al., 1988) эта задача сводится к решению уравнения для потенциала φ электрического поля $\mathbf{E} = -\nabla\varphi$ с учетом динамо-действия термосферного ветра:

$$\nabla[\hat{\sigma}(\nabla\varphi - \mathbf{V} \times \mathbf{B}) - \mathbf{j}_m] = 0,$$

где \mathbf{j}_m – плотность магнитосферного тока; $\hat{\sigma}$ – тензор ионосферной электропроводности. Компоненты тензора проводимости рассчитывались по стандартным формулам с использованием значений ионосферных и термосферных параметров, которые передавались из блока расчета параметров нейтральной атмосферы и нижней ионосферы.

Уравнение интегрируется по высоте токового слоя в пренебрежении высотной зависимостью компонент электрического поля в этом слое, что сводит задачу к двумерной. Она решается итерационным методом Либмана.

Магнитосферные источники электрического поля были входными параметрами модели UAM и задавались в виде пространственного распределения системы продольных токов. Но ввиду отсутствия надежных данных о реальной мгновенной картине распределения токов реально для токов зон 1 и 2 задавались лишь их амплитуды и широты, на которых они текут, а форма распределения токов по долготе жестко предполагалась синусоидальной с максимумами на утреннем и вечернем меридианах. Но следует отметить, что прямых экспериментальных измерений плотности продольных токов также нет.

Нами был разработан другой способ задания магнитосферного источника – в виде значения разности потенциалов через полярную шапку, поскольку об этом параметре надежных сведений гораздо больше. В этом случае граница полярной шапки совмещалась с областью протекания токов зоны 1, и итерационно подбиралась такая амплитуда этих токов, которая обеспечивала бы при имеющихся ионосферных проводимостях требуемую разность потенциалов. Токи зоны 2 принимались пропорциональными токам зоны 1 с заданным коэффициентом пропорциональности, обеспечивавшим экранирование поля магнитосферной конвекции. Форма пространственного распределения токов зон 1 и 2 оставалась той же, что и прежде: вдоль кольца вокруг геомагнитного полюса на заданной широте и синусоидальная по долготе с максимумами амплитуды на утреннем и вечернем меридианах.

Следующей модификацией способа задания входных параметров для расчета электрического поля в модели UAM стала возможность задавать токи зон 1 и 2 (границу полярной шапки) не на фиксированной окружности, а на границе аврорального овала, смещенного на ночную сторону. Он определялся через кошироты двух его точек: θ_{\min} – самой

близкой к полюсу (на полуденной стороне) и θ_{\max} – самой далекой (полуночной). В программу была также введена возможность повернуть овал на некоторый угол λ_0 относительно направления на Солнце. Форма овала описывается следующей формулой, связывающей кошироту точки на овале θ с ее долготой λ :

$$\theta(\lambda) = (\theta_{\max} + \theta_{\min}) / 2 - [(\theta_{\max} - \theta_{\min}) / 2] \cdot \cos(\lambda - \lambda_{12} + \lambda_0),$$

где λ_{12} – долгота текущего полуденного меридиана.

Поскольку в модели UAM расчет потенциала ведется в узлах ортогональной сетки "геомагнитная коширота – геомагнитная долгота", заданная по приведенной формуле граница сдвигается на каждой долготе в ближайший узел по кошироте, и граница на самом деле получается ступенчатой. Уменьшение влияния этой ступенчатости может быть достигнуто сгущением сетки по кошироте в области овала. Такая возможность также была заложена в модель UAM (*Namgaladze et al.*, 1998b).

Форма и положение овала при таком способе его задания могли изменяться во времени, что позволяло воспроизводить смещение границ полярной шапки при геомагнитных возмущениях.

Модифицированная таким образом модель UAM использовалась во многих расчетах, в частности, при моделировании отклика верхней атмосферы на магнитные бури апреля 2002 г. (*Namgaladze et al.*, 2006)

В связи с разработкой магнитосферного блока модели UAM в систему задания входных параметров блока потенциала были внесены дальнейшие изменения. Токи зоны 2, рассчитываемые в магнитосферном блоке, стали задаваться не на одной линии, будь то окружность или овал, а во всем двумерном модельном пространстве, то есть в виде двумерного массива. Для единообразия таким же способом стали задавать в программе и токи зоны 1. Хотя обычно в массиве данных токов зоны 1 почти все значения являются нулевыми, за исключением только единственной линии границы полярной шапки (это полностью соответствует прежнему методу задания входных воздействий), такой метод задания открывает возможность использования в качестве источников для блока расчета потенциала каких-либо независимых моделей продольных токов, например, модель *Heppner-Maynard-Rich* (*Heppner, Maynard*, 1987).

В уже проведенных нами исследованиях такая возможность позволила использовать при расчете потенциала обобщенные спутниковые данные о распределении продольных токов (*Artamonov et al.*, 2006).

Последним изменением в организации задания входных параметров блока расчета электрического поля стало выделение из него, в соответствии с идеологией метамодели, способа расчета ионосферных проводимостей как отдельной подмодели. Это позволило интегрировать как альтернативный ему метод эмпирическую модель ионосферных проводимостей *AFGL* (*Hardy et al.*, 1987).

Описанные изменения значительно повысили гибкость управления блоком расчета электрического потенциала модели UAM.

Работа поддержана грантом РФФИ № 05-05-97511.

Список литературы

1. Artamonov I.V., Vasilyeva E.V., Martynenko O.V., and Namgaladze A.A. (2006). Mathematical simulation of the electric potential distributions using region 2 field-aligned currents obtained from different satellite data. Proceedings of the 6th International Conference "Problems of Geocosmos". SPbSU, St. Petersburg, pp. 20-23.

2. Hardy D. A., Gussenhoven M. S., and Raistrick R. (1987), Statistical and Functional Representations of the Pattern of Auroral Energy Flux, Number Flux, and Conductivity, J. Geophys. Res. 92, 12275.

3. Heppner J. P. and Maynard N. C. (1987), Empirical High-Latitude Electric Field Models, J. Geophys. Res. 92, 4467.

4. Martynenko, O.V., Gladkikh M.M., and Artamonov I.V. (2006), Application of the object-oriented approach in upper atmosphere modeling. Physics of Auroral Phenomena: Proceedings of 29th Annual Seminar, Apatity, pp. 234-237.

5. Namgaladze, A.A., Korenkov Yu.N., Klimenko V.V., Karpov I.V., Bessarab F.S., Surotkin V.A., Glushchenko T.A., and Naumova N.M. (1988). Global model of the thermosphere-ionosphere-protonosphere system. – Pure and Appl. Geophys., v.127, p.219-254.

6. Namgaladze, A.A., Martynenko O.V., Volkov M.A., Namgaladze A.N., R.Yu.Yurik (1998a). High-latitude version of the global numerical model of the Earth's upper atmosphere. – Proceedings of the MSTU, v.1, No.2, p.23-84.

7. Namgaladze, A.A., O.V. Martynenko, and A.N. Namgaladze (1998b), Global model of the upper atmosphere with variable latitudinal integration step, Geomagnetism and Aeronomy International, 1, 53.

8. Namgaladze, A.A., Yu.V. Zubova, A.N. Namgaladze, O.V. Martynenko, E.N. Doronina, L.P. Goncharenko, A. Van Eyken, V. Howells, J.P. Thayer, V.I. Taran, B. Shpynev and Q. Zhou (2006). Modelling of the ionosphere/thermosphere behaviour during the April 2002 magnetic storms: A comparison of the UAM results with the ISR and NRLMSISE-00 data // Adv. in Space Research, V. 37, Is. 2, 380-391

О возможных физических механизмах формирования ионосферных предвестников землетрясений

Намгаладзе А.А. (МГТУ, кафедра физики, e-mail: namgaladzeaa@mstu.edu.ru)

Abstract. Possible physical mechanisms of the ionospheric earthquake precursors are discussed. The zonal eastward electric field is considered as a main cause of the total electron content enhancements observed using GPS signals before earthquakes. The electric potential pattern for this electric field is proposed.

Аннотация. Обсуждаются возможные физические механизмы формирования ионосферных предвестников землетрясений. В качестве главной причины возникновения повышений полного электронного содержания в ионосфере, наблюдаемых с использованием сигналов спутников GPS перед сильными землетрясениями, рассматривается зональное электрическое поле, направленное на восток. Предлагается картина пространственного распределения электрического потенциала для такого поля.

Введение

Проблема прогноза землетрясений стоит перед человечеством уже века, и всё остаётся ещё нерешённой, в то время как убытки от их разрушительных воздействий растут по мере сопровождающего технический прогресс скопления людей в городах, мегаполисах и курортных зонах. В двадцатом веке у физиков появилась заманчивая возможность привлекать к решению этой проблемы данные наблюдений о состоянии окружающей Землю космической среды – ионосферы и магнитосферы, реагирующей как на сами землетрясения, так и предваряющие их изменения в литосфере Земли. Доступные наблюдениям изменения в состоянии ионосферы, предваряющие землетрясения, и называют ионосферными предвестниками землетрясений.

До начала космической эры (1957 год) ионосферные наблюдения велись радиофизическими методами с помощью наземной сети станций вертикального зондирования ионосферы, неравномерно расположенных на поверхности Земли (с наибольшей плотностью в Европе) или на научно-исследовательских судах. С появлением спутников возможности ионосферных наблюдений существенно расширились, особенно с развитием в последние десятилетия глобальной системы навигационных спутников (Глобальная Позиционирующая Система – GPS) и густой сети приёмников, принимающих радиосигналы этих спутников. С помощью измерений временных задержек этих сигналов можно осуществлять

картирование полного содержания электронов (ТЕС – Total Electron Content) в столбе единичного сечения и изучать его временную эволюцию, отражающую вариации максимальной электронной концентрации (NmF2) в слое F2 ионосферы (в главном ионосферном максимуме).

Результаты наблюдений

Интенсивные поиски ионосферных предвестников землетрясений в ТЕС проводились в последние годы в Институте Земного Магнетизма, Ионосферы и Распространения радиоволн Российской Академии Наук (ИЗМИРАН) и его Западным Отделением (Калининград) совместно с Российским государственным университетом им.Канта. Результаты этих поисков были обобщены в кандидатской диссертации И.Е.Захаренковой (*Захаренкова, 2007*), выполненной под руководством А.Ф.Лаговского и И.И.Шагимуратова.

Ею было найдено, что для сильных среднеширотных землетрясений проявление эффектов в ТЕС наблюдается за двое-трое суток до землетрясения, имеет вид локального увеличения электронной концентрации, максимум возмущенной области расположен в непосредственной близости от эпицентрального района. Пространственный масштаб – несколько тысяч километров вдоль параллели и около 1000 км вдоль меридиана. По мере приближения к моменту землетрясения амплитуда возмущения увеличивается, достигая значения 40-100% относительно фонового уровня. За 10-30 часов до землетрясения выявлена тенденция уменьшения электронной концентрации над эпицентральной областью. Величина этого "отрицательного" эффекта может достигать минус 30% относительно невозмущенного состояния. В спокойных геомагнитных условиях смена знака сейсмо-ионосферного возмущения может трактоваться как сигнал приближающегося землетрясения.

Физическая интерпретация результатов наблюдений

К сожалению, физическая интерпретация этого важного результата в диссертации И.Е.Захаренковой практически отсутствует. Автор ограничилась представлениями, изложенными в работе (*Сорокин, Чмырев, 2002*) и связывающими физический механизм формирования предвестника в ТЕС с гипотетическим сейсмогенным электрическим полем без конкретизации вида этого поля и механизма его воздействия на плазму ионосферной F-области. Представляется уместным порассуждать о возможных физических механизмах формирования предвестников землетрясений в ТЕС в свете экспериментальных результатов, представленных в диссертации И.Е.Захаренковой и в цитируемых в ней работах.

Итак, предвестник землетрясений в ТЕС, согласно Захаренковой, это положительное возмущение, т.е. увеличение ТЕС, длящееся в течение трёх-четырёх часов за 2-4 суток до начала землетрясения, в

околоэпицентральной области, вытянутой на несколько тысяч километров вдоль параллели и занимающей около 1000 км вдоль меридиана. Поскольку вариации ТЕС отражают вариации NmF2, то естественно искать причины обнаруженных возмущений ТЕС среди известных механизмов формирования положительных возмущений NmF2, подробно рассмотренных, например, в книге (*Брюнелли, Намгаладзе, 1988*).

Их не так много. Это:

- а) потоки плазмы из плазмосферы вдоль силовых линий геомагнитного поля;
- б) изменения нейтрального состава (увеличение отношения концентраций атомарных и молекулярных компонент термосферы);
- в) направленные к экватору термосферные ветры;
- г) перенос плазмы вверх зональным (направленным на восток) электрическим полем;
- д) зональный перенос плазмы меридиональным электрическим полем.

Плазмосферные потоки, по-видимому, следует исключить сразу, поскольку они работают в нужную сторону только ночью, и, увеличивая NmF2, вряд ли изменяют ТЕС, поскольку они лишь перераспределяют плазму внутри геомагнитной силовой трубки.

Изменения нейтрального состава исключать нельзя, поскольку они могут быть обусловлены изменениями режима турбулентной диффузии в нижней и средней атмосфере и, соответственно, высоты турбопаузы в околоэпицентральной области. Соответствующие эффекты нетрудно исследовать на современных глобальных ионосферно-термосферных моделях, проводя численные эксперименты с различными высотными профилями коэффициента турбулентной диффузии.

Для генерации направленных к экватору термосферных ветров необходимы соответствующие градиенты давления непосредственно на высотах F2-слоя, что представляется маловероятным.

Электрические поля легко передаются из нижней ионосферы (если они там возникают) в верхнюю вдоль хорошо проводящих силовых линий геомагнитного поля и заслуженно считаются главными претендентами на роль основной причины формирования предвестников землетрясений в ТЕС. В F2-области ионосферная плазма замагничена и под действием электрического поля движется перпендикулярно геомагнитному полю со скоростью электромагнитного дрейфа

$$V = [E, B]/B^2,$$

где E и B – векторы электрического и геомагнитного полей.

Перенос плазмы этим дрейфом может как увеличивать, так и уменьшать электронную концентрацию в F2-области в зависимости от ориентации полей.

В низких широтах вертикальный перенос плазмы вверх электромагнитным дрейфом формирует в дневное время так называемую экваториальную аномалию – провал в электронной концентрации над геомагнитным экватором.

В средних широтах вертикальная составляющая дрейфа, направленная вверх, приводит к увеличению электронной концентрации за счёт попадания плазмы в области с меньшей концентрацией нейтральных молекул O_2 и N_2 и, соответственно, с меньшей скоростью потерь в ионно-молекулярных реакциях ионов O^+ , доминирующих в F2-области.

Зональный дрейф плазмы может увеличивать электронную концентрацию в областях конвергенции (стекания с противоположных сторон), то есть при наличии смены направления движения. В силу вмерзности геомагнитного поля в плазму такое поперечное стекание плазмы в трубку будет означать её сжатие с ростом как газового, так и магнитного давлений, и вряд ли может быть продолжительным, поскольку под действием градиентов этих давлений должно начаться обратное движение, как это происходит в магнитозвуковых волнах.

Наконец, электромагнитный дрейф вызывает Джоулев разогрев ионного и нейтрального газов, соответствующие увеличения их температур изменяют скорость амбиполярной диффузии и убыстряют протекание ионно-молекулярных реакций. Результирующий эффект в электронной концентрации будет преимущественно отрицательным (её уменьшение) или сведётся к перераспределению плазмы в геомагнитной силовой трубке, что не повлияет на ТЕС.

Выводы

Из сказанного следует, что наиболее вероятным электромагнитным механизмом формирования обнаруженных И.Е.Захаренковой и другими увеличений ТЕС в средних широтах является вертикальный перенос плазмы вверх под действием зонального электрического поля, направленного на восток. Для существования такого поля в околоэпицентральной области необходимо, чтобы на западной части границы этой области были расположены положительные электрические заряды, а на восточной – отрицательные, аналогично тому, как на утренней стороне границы полярной шапки располагаются положительные, а на вечерней – отрицательные заряды, формируя электрическое поле магнитосферно-ионосферной конвекции. Картина распределения электрического потенциала в ионосфере над околоэпицентральной областью при этом будет качественно похожа на картину потенциала поля магнитосферно-ионосферной конвекции.

Величина падения потенциала поперёк околоэпицентральной области может быть оценена путём численных модельных экспериментов с использованием глобальной модели ионосферы типа (*Namgaladze et al., 1988, 1998*), в которой при решении уравнения для потенциала следует добавить условия на границе околоэпицентральной области. Варьируя эти условия, можно попытаться подобрать такое электрическое поле, которое создало бы требуемый эффект в ТЕС. Такого рода численные эксперименты могли бы существенно продвинуть понимание физических механизмов формирования ионосферных предвестников землетрясений.

Список литературы

1. Брюнелли Б.Е., Намгаладзе А.А. Физика ионосферы // М., Наука, 1988. 526 стр.,
2. Захаренкова И.Е. Использование измерений сигналов системы GPS для обнаружения ионосферных предвестников землетрясений // Диссертация на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, Калининград, РГУ им. Канта, 2007. 146 стр.
3. Сорокин В.М., Чмырев В.М. Электродинамическая модель ионосферных предвестников землетрясений и некоторых видов катастроф // Геомагнетизм и аэрономия. 2002. Т. 42. № 6. с.821-830.
4. Namgaladze A.A., Yu.N.Korenkov, V.V.Klimenko, I.V.Karpov, F.S.Bessarab, V.A.Surotkin, T.A.Glushchenko, N.M.Naumova. Global model of the thermosphere-ionosphere-protonosphere system // Pure and Applied Geophysics, 1988. V.127, No.2/3, p.219-254.
5. Namgaladze A.A., Martynenko O.V., Volkov M.A., Namgaladze A.N., Yurik R.Yu. High-latitude version of the global numerical model of the Earth's upper atmosphere // Proceedings of the MSTU, 1998, V.1, No.2, pp.23-84.

Тестирование теоретической модели верхней атмосферы Земли в зависимости от пространственных и временных шагов для термосферных параметров

Порубова С.В., Прохоров Б.Е. (¹МГТУ, кафедра физики)

Аннотация. Изучение широтно-долготных вариаций параметров термосферы Земли было проведено методом математического моделирования с использованием теоретической модели атмосферы Земли UAM. С целью оценки зависимости результатов расчета нейтральной температуры T_n и плотности нейтрального газа от шагов по времени и от шагов по долготе были проведены модельные расчеты глобальных распределений нейтральной температуры и плотности нейтралов путем многократного повторения суточного расчета для спокойных условий при высокой солнечной активности вблизи равноденствия. По результатам расчетов были построены графики временной вариации распределения нейтральной температуры и плотности нейтрального газа на меридианах 04:30 MLT и 15:30 MLT на высоте 300 км. Найдено, что теоретическая модель верхней атмосферы Земли работает наиболее устойчиво, когда мы сгущаем сетку и уменьшаем шаги по времени.

1. Введение

В настоящей работе методом математического моделирования проведено исследование изменения со временем температуры нейтрального газа, его состава для спокойных условий ($K_p = 1$) 17 марта 1990 года (максимум солнечной активности). Исследования проводились с помощью глобальной численной модели атмосферы UAM (Upper Atmosphere Model) (Намгаладзе и др., 1998; Namgaladze et al., 1998).

В модели UAM путем совместного решения уравнений непрерывности, движения и теплового баланса для нейтральных и заряженных частиц различных сортов, а также уравнения для потенциала электрического поля, рассчитываются такие параметры околоземной среды, как электронная концентрация, ионный состав, электронная температура, компоненты вектора ионной скорости; электрическое поле, плотность атмосферы, температура нейтрального газа нейтральный состав, компоненты вектора скорости нейтрального ветра.

Модель позволяет нам рассмотреть широтно–долготные вариации моделируемых параметров, а так же их реакцию на искусственные воздействия. Для решения уравнений непрерывности и теплового баланса в теоретической модели UAM начальные условия для термосферных параметров были взяты из эмпирической модели термосферы MSISE-00 (Picone et al., 2002).

По результатам расчетов были построены графики временной вариации распределения термосферных параметров, таких как температура нейтрального газа и плотность. Распределения представлены для двух моментов времени 04:30 MLT и 15:30 MLT на высоте 300 км.

Термосфера представляет собой область нейтральной атмосферы с положительным высотным градиентом, находящуюся выше мезопаузы – высоты примерно 90 км, на которой температура достигает абсолютного минимума (~ 180 K). Верхней границей термосферы является термопауза, где рост температуры прекращается, и атмосфера становится изотермической. Высота термопаузы, в зависимости от солнечной активности, колеблется от 200 до 500 км (Брюнелли, Намгаладзе, 1988).

Целью данного исследования было изучение влияния численных эффектов на описание процессов, происходящих в термосфере Земли, а именно влияние изменений сеточных параметров на результаты расчетов.

В настоящей работе проанализированы расчеты распределения нейтральной температуры и плотности нейтрального газа для спокойных условий при высокой солнечной активности вблизи равноденствия. Исследована зависимость решений, полученных с использованием теоретической модели верхней атмосферы Земли, от координатной сетки и шагов по времени.

2. Структура модели верхней атмосферы Земли UAM

Под верхней атмосферой Земли понимаем все околоземное пространство на высотах выше ~50 км от ее поверхности вплоть до расстояния в ~15 R_E , включающее в себя мезосферу, термосферу, экзосферу, ионосферу, внешнюю ионосферу (с плазмосферой как ее частью) и магнитосферу Земли, наполненные нейтральными и заряженными частицами различных сортов и энергий.

Модель UAM описывает верхнюю атмосферу Земли 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 потенциала электрического поля.

Вся моделируемая область пространства (сфера с центром в центре Земли радиусом 15 R_E земных радиусов, кроме центральной области этой сферы, включающей саму Землю и атмосферу до высоты ~80 км) по высоте разделяется на две пересекающиеся подобласти, условно называемые “шар” и “трубка”. В каждой из этих подобластей расчет ведется в узлах своей координатной сетки.

Поскольку в данной работе сопоставляются параметры нейтральной атмосферы Земли, которые рассчитываются в блоке “шар”, то более подробно рассмотрим сетку “шара”.

“Шар” занимает область высот от 80 до 526 км над земной поверхностью. Расчет ведется в узлах *сферической системы координат*:

высота над поверхностью Земли, геомагнитная долгота и коширота. Шаг по долготе в модели принят постоянным, по кошироте сетка может быть произвольной, но симметричной относительно экватора, а по высоте шаг координатной сетки нарастает снизу вверх в геометрической прогрессии.

В блоке “шар” расчет проводится для 16-ти параметров: температуры нейтральных частиц, ионов и электронов; концентрации O_2 , N_2 , O , NO , N , концентрация молекулярных ионов; 3 компонента вектора скорости ветра и 4 коэффициента ионизации.

3. Результаты расчетов

В модельных расчетах температура и плотность нейтральных компонент верхней атмосферы рассчитывались различными способами: строилась координатная сетка с различными шагами по долготе и широте, менялись шаги по времени. С целью изучения вариаций термосферных параметров и влияния на решение параметров численной схемы были построены и проанализированы для всех вариантов расчетов двумерные графики вариации следующих параметров: температура нейтрального газа T_n и плотность нейтрального газа. Распределения строились в координатах “время – широта” для меридианов 04:30 MLT и 15:30 MLT в одной шкале, чтобы удобнее и нагляднее проводить сопоставление различных расчетов. На рисунках графики временной вариации распределения термосферных параметров в столбцах имеют одинаковое значение по долготе и широте, а в рядах представлены одинаковые шаги по времени. Изменение шага *по долготе* в 15° и 5° обозначено, соответственно, как DLON 15 и DLON 5; изменение шага *в 5° по долготе* и *5° по широте* – DLON 5 DLAT 5. DTIME 05, DTIME 1, DTIME 2 – на представленных рисунках обозначает изменение шага по времени в полминуты, 1 минуту и 2 минуты.

3.1. Плотность нейтрального газа

3.1.1. Сравнение вариаций плотности нейтрального газа для расчетов с сеткой с различными шагами по долготе и одинаковым временным шагом

Рис.1а: При шаге *по долготе* в 15° происходят сильные изменения плотности, так, к 4-му дню расчетов в приполюсных областях возникают максимумы плотности $0.6 \cdot 10^{-10}$ кг/м³ и, приближаясь к 10-м суткам расчета, она монотонно спадает до значения чуть ниже $0.3 \cdot 10^{-10}$ кг/м³.

Рис.1d: При шаге *по долготе* в 5° нет возрастания плотности в первые дни расчета, какое наблюдалось в предыдущем варианте, существует монотонный спад плотности нейтрального газа от значений $0.3 \cdot 10^{-10}$ кг/м³.

Рис.1f: Аналогичное поведение наблюдается и на сетке в 5° *по долготе* и 5° *по широте*, то есть результат расчета при выбранных сетках значительно более чувствителен к шагам сетки по долготе, чем по широте.

Neutral mass density, $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$
 $H = 300 \text{ км}$

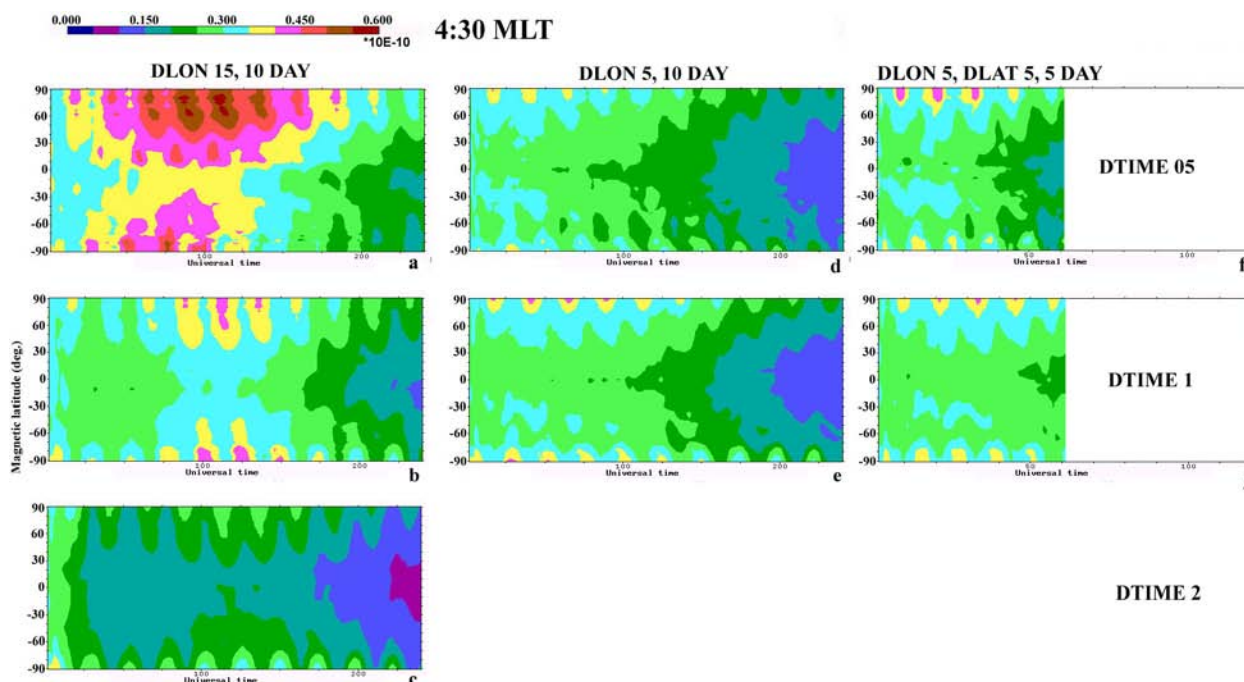


Рис.1. Результаты расчетов плотности нейтрального газа с сеткой с различными шагами по долготе и различным временным шагом для меридиана 4:30 MLT

3.1.2. Сравнение распределений плотности нейтрального газа для расчетов с одной сеткой с различными шагами времени

Рис.1а-с: При шаге *по долготе* в 15° существует сильная зависимость от шага по времени. С уменьшением шагов по времени на данной сетке плотность растет, данный эффект является численным. При всех шагах по времени плотность нейтрального газа увеличивается к 5-м суткам, а затем начинает монотонно падать. Этот эффект более выражен в приполюсных зонах.

Рис.1d-e: Сравнивая графики распределений с шагом *по долготе* 5° , можно видеть, что качественной разницы между ними нет, наблюдается монотонный спад с течением времени плотности нейтралов. На приполюсных зонах на 2-е сутки плотность увеличилась, но далее начинается аналогичный монотонный спад.

Рис.1f-j: Сетка с шагом *по долготе* 5° *по широте* 5° , анализ проводится только для 5 расчетных дней. С увеличением количества суток существует монотонный спад плотности, а в приполюсных зонах наблюдается ее максимальное значение для 2-х расчетов с различными шагами по времени.

На основе выше изложенного можно сделать вывод:

1. Наибольшая зависимость плотности нейтрального газа от шага по времени наблюдается для сетки с шагом по долготе 15° . Она выражается в увеличении значения плотности при уменьшении шага по времени, что есть эффект численной схемы.

2. Максимальные значения плотности для всех расчетов имеют место для данного $MLT = 04:30$ в приполюсных зонах. На всех шагах по времени наблюдается рост плотности в течение первых 4-х дней, а затем монотонный спад.

Neutral mass density, $кг \cdot м^{-3}$
 $H = 300 км$

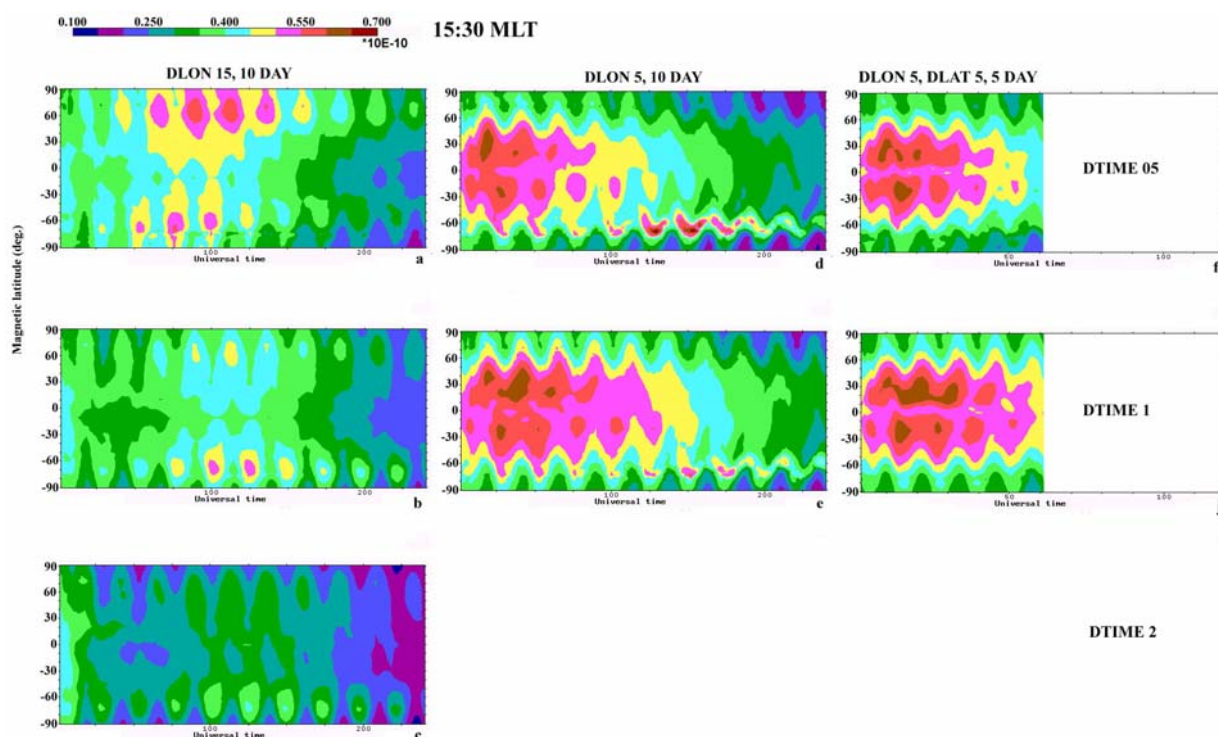


Рис.2. Результаты расчетов плотности нейтрального газа с сеткой с различными шагами по долготе и различным временным шагом для меридиана 15:30 MLT

3.1.3. Сопоставление распределений плотности для двух моментов времени $MLT = 4:30$ и $MLT = 15:30$

Рис.1,2: Рассмотрим графики распределения плотности нейтрального газа с различными MLT. Мы видим, что при $MLT=15:30$ динамика монотонного спада сохраняется, но в данном случае максимум плотности смещается в экваториальную зону.

Рис.2d-e: При шаге по долготе 5° с 1-х суток расчета до 5-х в приэкваториальной зоне достигается максимальное значение плотности, но с 5-х суток начинается спад. Такое же поведение плотности нейтральной

температуры наблюдается и на графике распределения для шага по долготе 5° по широте 5° (Рис.2f-j).

Таким образом, при сопоставлении графиков распределений для различных MLT динамика монотонного спада плотности сохраняется. Ночью максимум плотности нейтрального газа находится около полюсов, а ночью смещается от полюсов в экваториальную зону с локальным минимумом на экваторе (Рис.1,2). Т.е. в дневные часы плотность в экваториальной зоне возрастает, а в ночное время максимум сдвигается к полюсам.

3.2. Температура нейтрального газа

Neutral temperature, K

H = 300 км

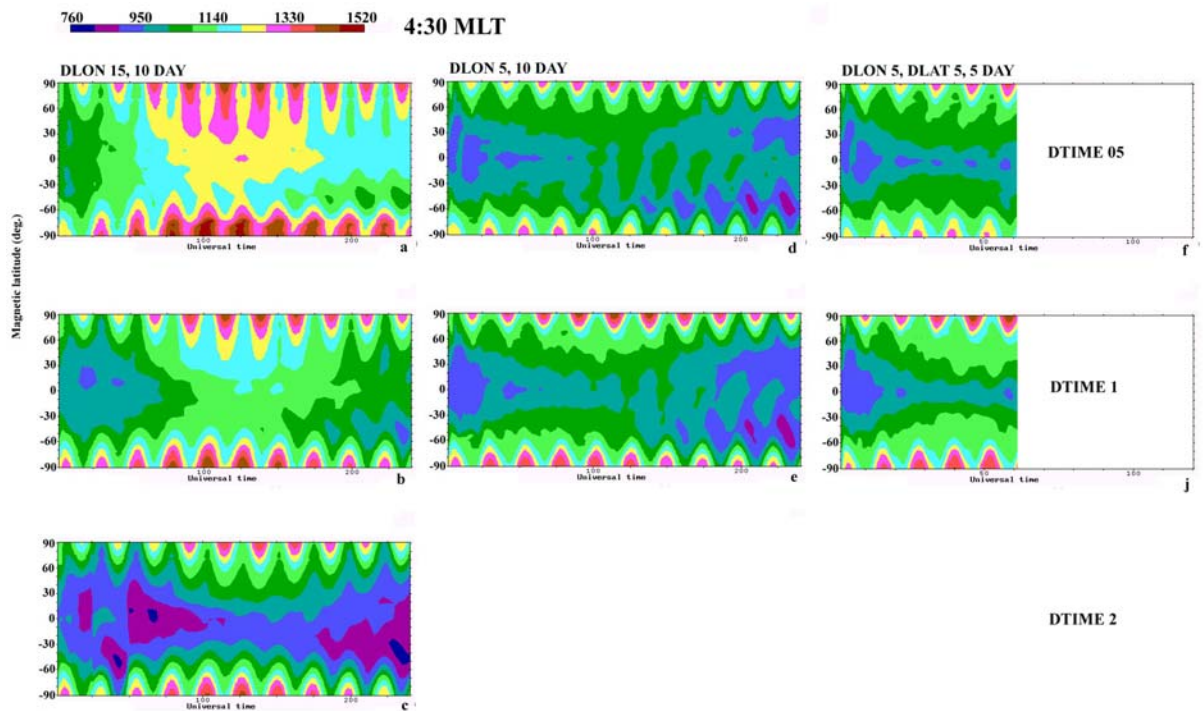


Рис.3. Результаты расчетов температуры нейтрального газа с сеткой с различными шагами по долготе и различным временным шагом для меридиана 4:30 MLT

Результат для температуры нейтрального газа должен быть аналогичным, так как существует зависимость температуры и плотности газа друг от друга. Проанализировав построенные распределения плотности и температуры для одинаковых расчетов, видим, что одни графики полностью подтверждают другие, и расхождений не наблюдается.

Рис.3: Рассмотрим, как менялась температура нейтрального газа, и сравним между собой результаты построения. Наблюдаются большие разбросы в значениях нейтральной температуры для различных сеток, но

одним временным шагом. Отчетливо данный эффект виден при сопоставлении сетки с шагом по *долготе* в 15° с другими сетками. Так в приполюсных зонах здесь температура достигает на 5-е сутки максимального значения 1520 К в других вариантах этому моменту соответствует значение $T_n \approx 1200$ К.

Во всех вариантах мы видим в экваториальной зоне с 1-х суток расчета к 5-м увеличение температуры, затем монотонный спад значений T_n к 10-м суткам.

Причем в приполюсных областях отчетливо видим максимумы температуры на 5-е сутки расчета для сетки с шагом по *долготе* в 15 *градусов* (Рис.3а-с). Для других сеток [например, шаг по *долготе* в 5° , (Рис.3d-e)] данные области проявляют себя более равномерно, изменяясь на каждые расчетные сутки от значения $T_n \approx 1000$ К до $T_n \approx 1400$ К.

Таким образом, объединяя выше сказанное, получим:

1. Большое влияние на результаты имеет сеточный эффект. Данный эффект мы видим из сравнения графиков распределений температуры (Рис.3).

2. Максимальный разброс в значениях T_n наблюдается для сетки с шагом в 15° по *долготе* с различными шагами по времени (Рис.3а-с).

3. Видим эффект смещения (Рис.3), с 1-х суток к 5-м от меньших значений температуры к большим и далее, начиная с 5-х суток обратный путь. Наиболее отчетливо этот эффект проявляется в экваториальной области.

4. Во всех рассматриваемых графиках распределений в приполюсной зоне на 5-е сутки температура достигает своего максимального значения для данного распределения.

Сравнение результатов расчетов для различных MLT показывает, что максимальные значения температур находятся в экваториальной зоне, а минимумы на приполюсных областях, что и должно быть (Рис.3,4).

Neutral temperature, K

H = 300 км

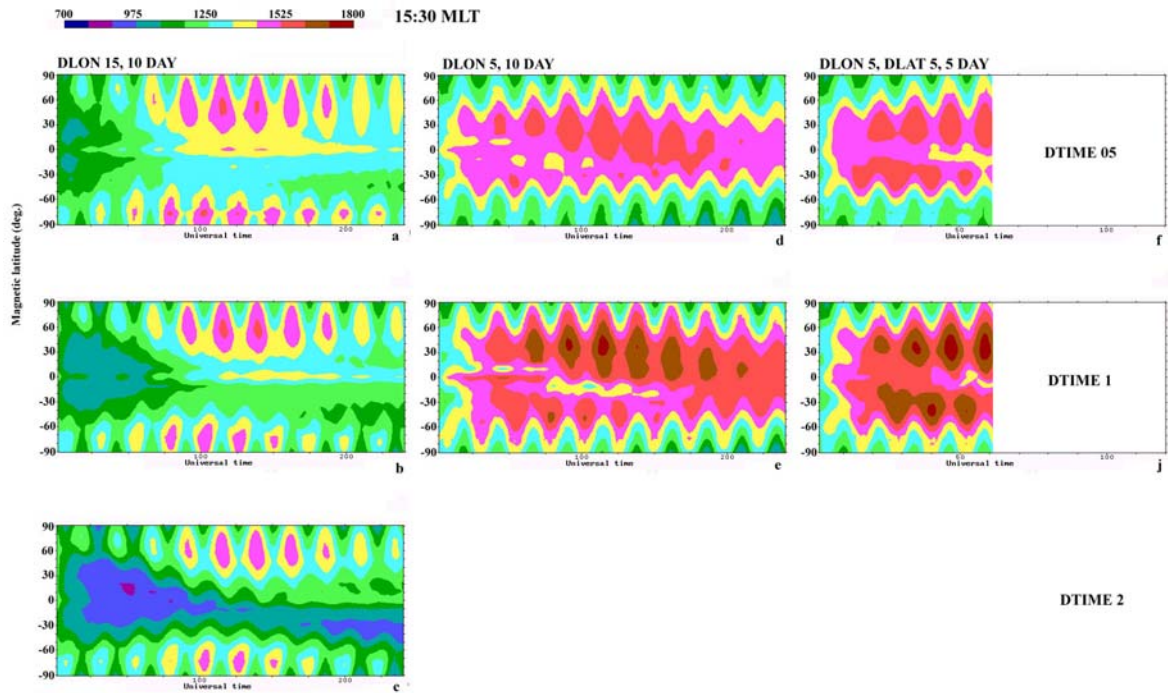


Рис.4. Результаты расчетов температуры нейтрального газа с сеткой с различными шагами по долготе и различным временным шагом для меридиана 15:30 MLT

4. Заключение

В настоящей работе методом математического моделирования было проведено исследование численных эффектов на описание процессов, происходящих в термосфере Земли для спокойных условий при высокой солнечной активности вблизи равноденствия. Проанализированы графики временных вариации распределения термосферных параметров на высоте 300 км для моментов времени 04:30 MLT и 15:30 MLT, построенные по результатам расчетов с теоретической моделью атмосферы Земли UAM. Поскольку исследовалось влияние сеточных эффектов, вывод делается из сопоставления расчетных данных для различных координатных сеток и шагов по времени.

Теоретическая модель верхней атмосферы Земли UAM реально отображает пропорциональность нейтральной температуры T_n и плотности нейтралов. В дневные часы в экваториальной области с увеличением температуры растет плотность термосферы, в приполюсных областях происходит уменьшение температуры и, соответственно, по барометрическому закону уменьшается плотность.

Результаты расчетов с использованием теоретической модели UAM сильно зависят от выбора координатной сетки и шагов по времени. Максимальные изменения в значениях нейтральной температуры и плотности газа происходит для сетки с шагом по долготе в 15° , следовательно с уменьшением шагов по долготе решения устанавливаются быстрее. В ходе установления решения мы видим переходные процессы: к 5-м суткам расчетов температура и плотность имеют максимальные

значения и далее происходит монотонное изменение результатов в зависимости от моментов времени расчета (04:30 MLT и 15:30 MLT). Аналогичное поведение и с шагами по времени. На основании выше сказанного можно сделать вывод, что теоретическая модель верхней атмосферы Земли UAM работает наиболее устойчиво, когда мы сгущаем сетку и уменьшаем шаги по времени.

Список литературы

1. Namgaladze A.A., Martynenko O.V., Namgaladze A.N. Global model of the upper atmosphere with variable latitudinal integration step. *Geomagnetism and Aeronomy International*, v.1, N 1, p.53-58, 1998.

2. Picone J.M., Hedin A.E., Drob D.P., Aikin A.C. NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues. *J. Geophys. Res.*, v.107 (A12), doi: 10.1029/2002JA009430, 2002.

3. Брюнелли Б.Е., Намгаладзе А.А. Физика ионосферы. М., Наука, 528 с., 1988.

4. Мартыненко О.В. Модификация глобальной численной модели верхней атмосферы Земли для исследования высокоширотных явлений. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, Мурманск, 2002.

5. Намгаладзе А.А., Мартыненко О.В., Волков М.А., Намгаладзе А.Н., Юрик Р.Ю. Математическое моделирование крупномасштабных возмущений верхней атмосферы Земли. Моделирование процессов в верхней полярной атмосфере, ПГИ КНЦ РАН, Апатиты, с.167-249, 1998.

Исследование зависимости решений глобальной численной модели верхней атмосферы UAM от шагов интегрирования по времени

Прохоров Б.Е., Мартыненко О.В. (МГТУ, кафедра физики)

Целью данной работы является исследование зависимости устойчивости и сходимости решений уравнений глобальной модели верхней атмосферы UAM (Namgaladze et al., 1998) от шагов по времени.

1. Метод решения

С этой целью проводился длительный модельный расчет (до 50 модельных суток) при повторяющихся входных воздействиях на моделируемую систему. В качестве начальных условий использовались распределения атмосферных параметров, полученные из модели MSIS (Picone et al., 1998). Входные воздействия соответствовали дате 17 марта 1990 года (невозмущенный день вблизи равноденствия при высокой солнечной активности). Использовалась сетка с переменным шагом по широте (стандартная сетка), сгущенная до двух градусов в авроральной области и разреженная у полюсов (до 5°) и на экваторе (до 10°), при этом изменялись шаги по времени (использовались шаги 30с, 60с и 120с).

Установление решения оценивалось по повторяемости суточной вариации осредненных по глобусу значений воспроизводимых моделью параметров верхней атмосферы (нейтральной температуры и плотности).

Осреднение производится по площади сферы с использованием формулы:

$$\langle p_{cp} \rangle = \sum p_i \cdot (s_i/S),$$

где $\langle p_{cp} \rangle$ – среднее значение параметра, s_i – площадь сегмента (ячейки пространственной сетки), p_i – значение параметра для i -того сегмента (берется значение в узле сетки), s_i/S – доля i -того сегмента в площади всей сферы. Эта скалярная величина характеризует в целом глобальное распределение параметра и наиболее адекватно описывает общую тенденцию.

Все расчеты в этой части работы проводились с использованием сетки с переменным шагом по широте и шагом по долготе 15° (стандартная сетка). На графиках показан временной ход среднеглобальных значений моделируемых параметров на различных высотах, полученный с различными шагами интегрирования по времени.

2. Нейтральная температура

На высоте 90 км при любых шагах по времени температура в течение всего срока расчета падает, установления стационарного решения не

наблюдается. Падение ограничивается только принудительным минимальным значением температуры в программе (100 К).

На высоте 100 км наблюдается переходной процесс: температура падает в течение 4-6 дней с последующим возрастанием. Установления стационарного решения не наблюдается. Различие между расчетами с различными шагами по времени составляет на 18 сутки $\approx 6\%$ от первоначального значения (см. рис. 1).

На высотах 150-350 км максимум температуры наблюдается на 4-6 сутки, максимальное значение при шаге 0.5 мин, минимальное при шаге 2 мин, температура устанавливается на 16 день для шага 0.5 мин, различие между расчетами с различными шагами по времени составляет на 18 сутки порядка 5-11% от первоначального значения (см. рис. 2).

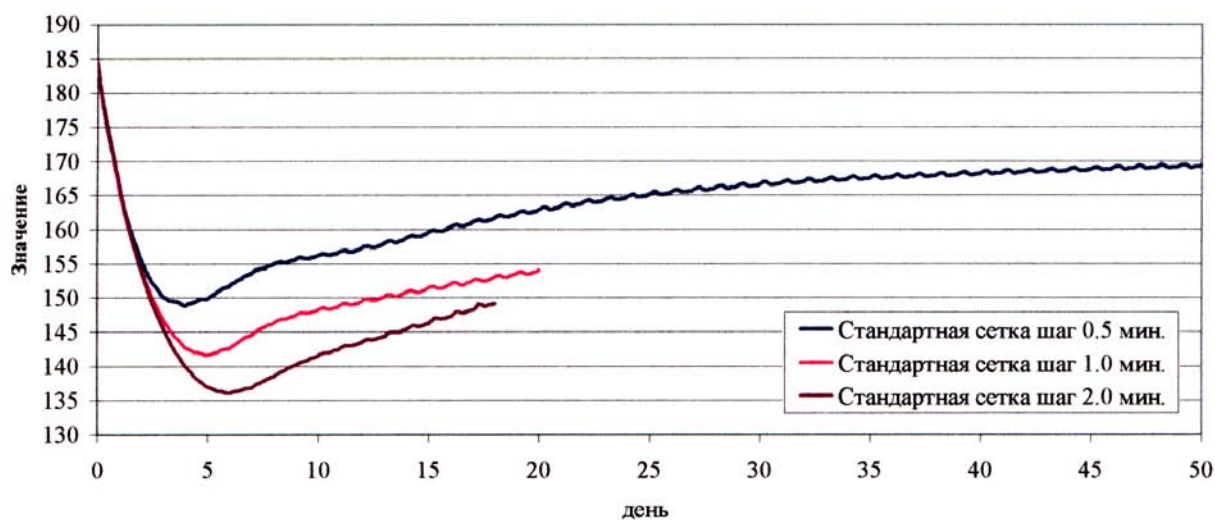


Рис. 1. Температура нейтральной атмосферы на высоте 100 км. Среднее значение.

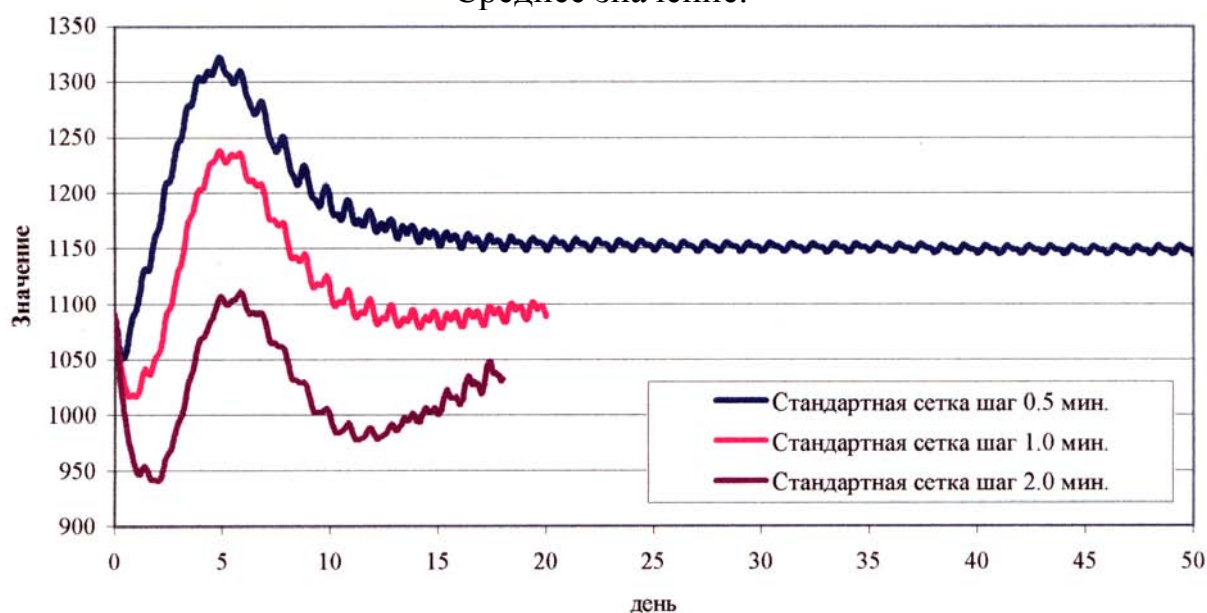


Рис. 2. Температура нейтральной атмосферы на высоте 300 км.
Среднее значение.

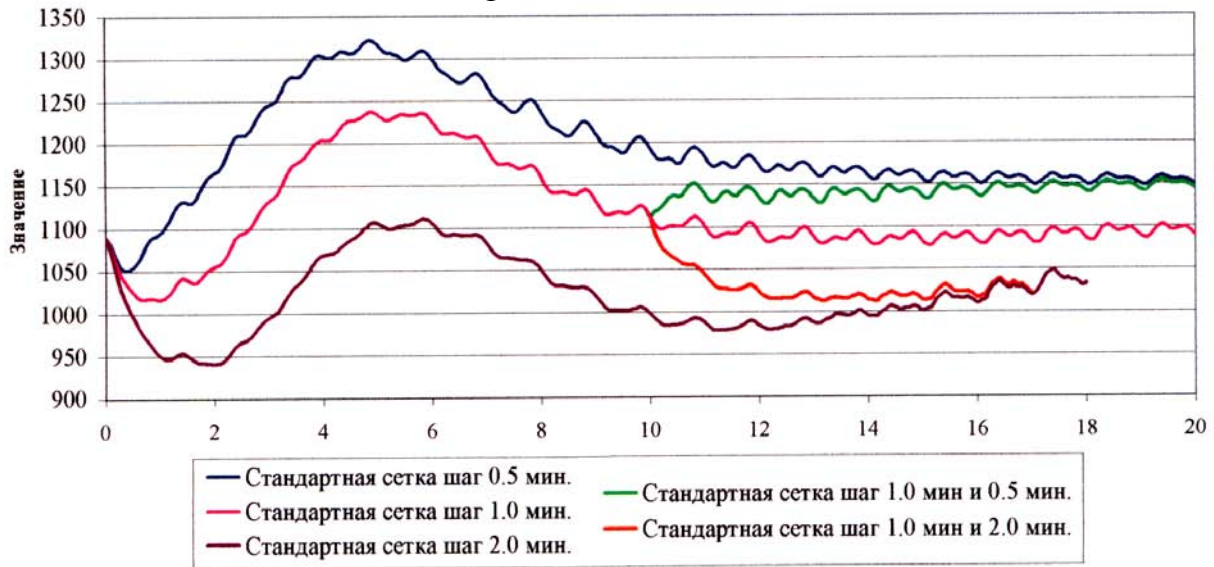


Рис. 3. Температура нейтральной атмосферы на высоте 300 км.
Смена шага по времени

Также было установлено, что для каждого шага по времени имеется свое решение (свой ход временной зависимости). При изменении временного шага в ходе расчета происходит переход (в течение ~5 модельных суток) на кривую на графике, соответствующую новому шагу. Такой переход представлен на рисунке 3, где отображены результаты изменения шага на 10 модельные сутки с 60с мин на 30с и 120с.

На рис. 4 представлены глобальные распределения температуры, полученные с помощью теоретической модели и модели MSIS (а – теоретическая термосфера 20-е модельные сутки, б – теоретическая термосфера 50-е модельные сутки, с – MSIS; шаг по времени 30с). В целом порядок значений величин совпадает. Значительные различия прослеживаются в экваториальной предполуденной области, где у MSIS наблюдается минимум. Также у теоретической модели присутствуют более сильные источники нагрева в авроральной зоне. У MSIS область основного минимума температуры расположена на экваторе, в отличие от теоретической модели, у которой имеется перемишка на экваторе и проявляется четкое разделение минимумов.

3. Плотность нейтральной атмосферы

На высоте 90 км плотность, как и температура, падает (на 18 день на 12% по сравнению с первоначальным значением), не устанавливается, зависимость от шагов по времени незначительная.

На высоте 100-200 км плотность падает примерно в 3-4 раза за 18 дней по сравнению с первоначальным значением, скорость падения уменьшается, установление не происходит, различие между расчетами с различными шагами по времени составляет на 18 сутки не более 15% от

первоначального значения (см. рис. 5). Стоит отметить, что температура на этих высотах ведет себя по-другому.

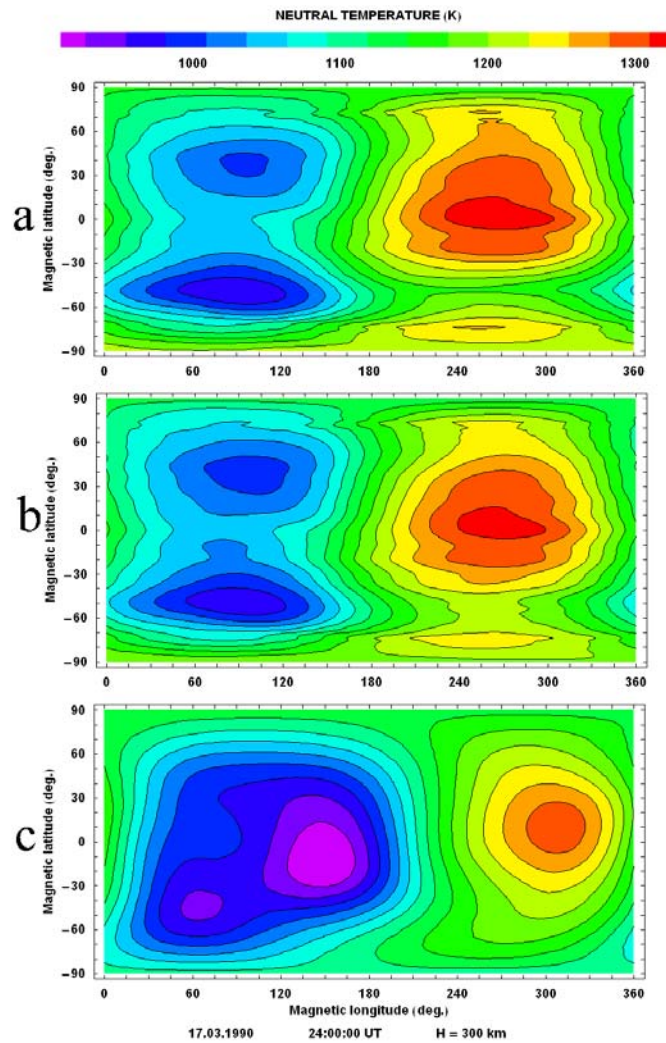


Рис. 4.

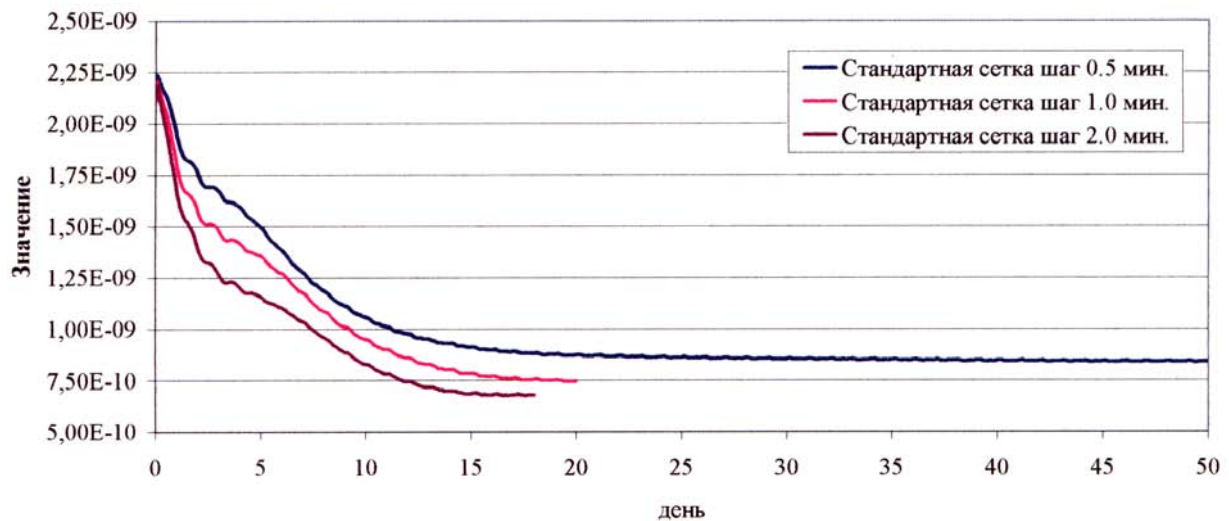


Рис. 5. Плотность нейтральной атмосферы на высоте 150 км. Среднее значение.

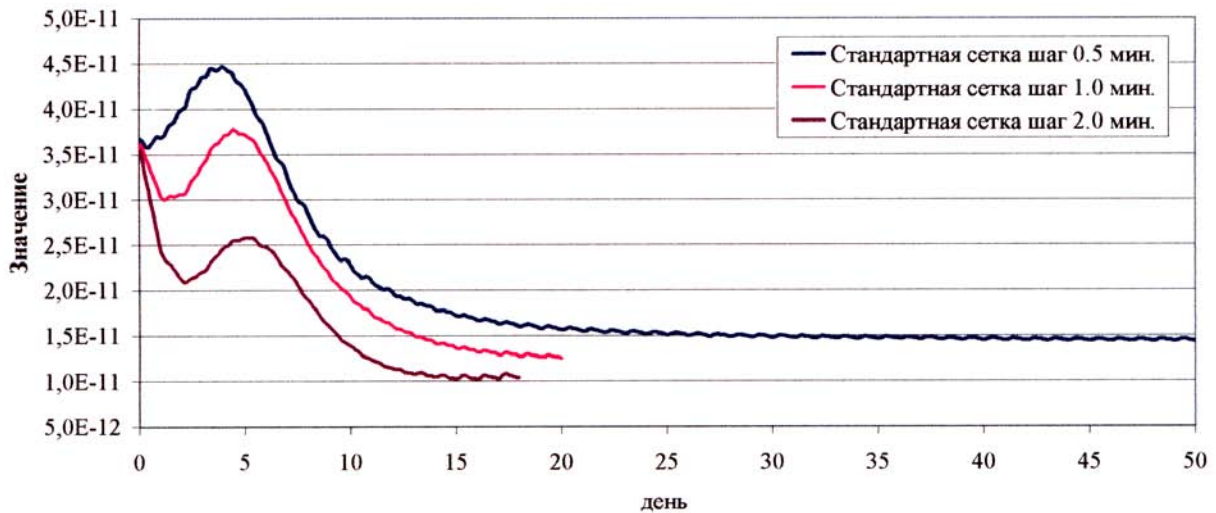


Рис. 6. Плотность нейтральной атмосферы на высоте 300 км. Среднее значение.

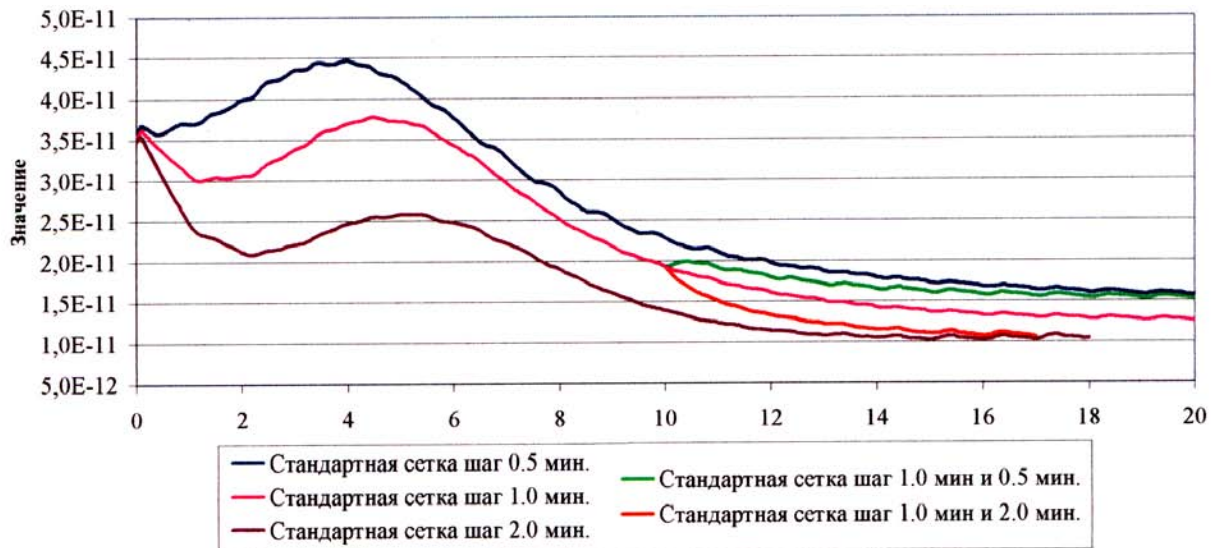


Рис. 7. Плотность нейтральной атмосферы на высоте 300 км. Смена шага по времени

На высотах 300-350 км наблюдается переходной процесс с максимумом плотности на 5 день, но в целом плотность падает, примерно в 3-3.5 раза за 18 дней. Скорость падения со временем уменьшается, но установление не происходит. Различие между расчетами с различными шагами по времени составляет на 18 сутки ~15% от первоначального значения (см. рис. 6).

Также было установлено, что для каждого шага по времени имеется свое решение (свой ход временной зависимости), аналогично нейтральной температуре. При изменении временного шага в ходе расчета происходит переход (в течение ~5 модельных суток) на кривую на графике, соответствующему новому шагу. Такой переход представлен на рисунке 7,

где отображены результаты изменения шага на 10 модельные сутки с 60с на 30с и 120с

На рис. 8 представлены глобальные распределения плотности, полученные с помощью теоретической модели (а – теоретический состав 5-е модельные сутки (максимум), b – теоретический состав 20-е модельные сутки, с – теоретический состав 50-е модельные сутки; шаг по времени 30с) и модели MSIS (d). На рисунке четко видно, что плотность падает, так как значения на 20 сутки больше, чем на 50 модельные сутки (b, c). Также видны существенные различия в пространственном распределении по сравнению со MSIS (b, c и d). В отличие от MSIS, у результата теоретического расчета плотности имеется четкое разделение на два максимума в приполярных областях с экваториальной переемычкой и минимум в экваториальной зоне (a, b, c и d). Порядок значений совпадает со MSIS только во время максимума переходного процесса на пятые модельные сутки (a, d).

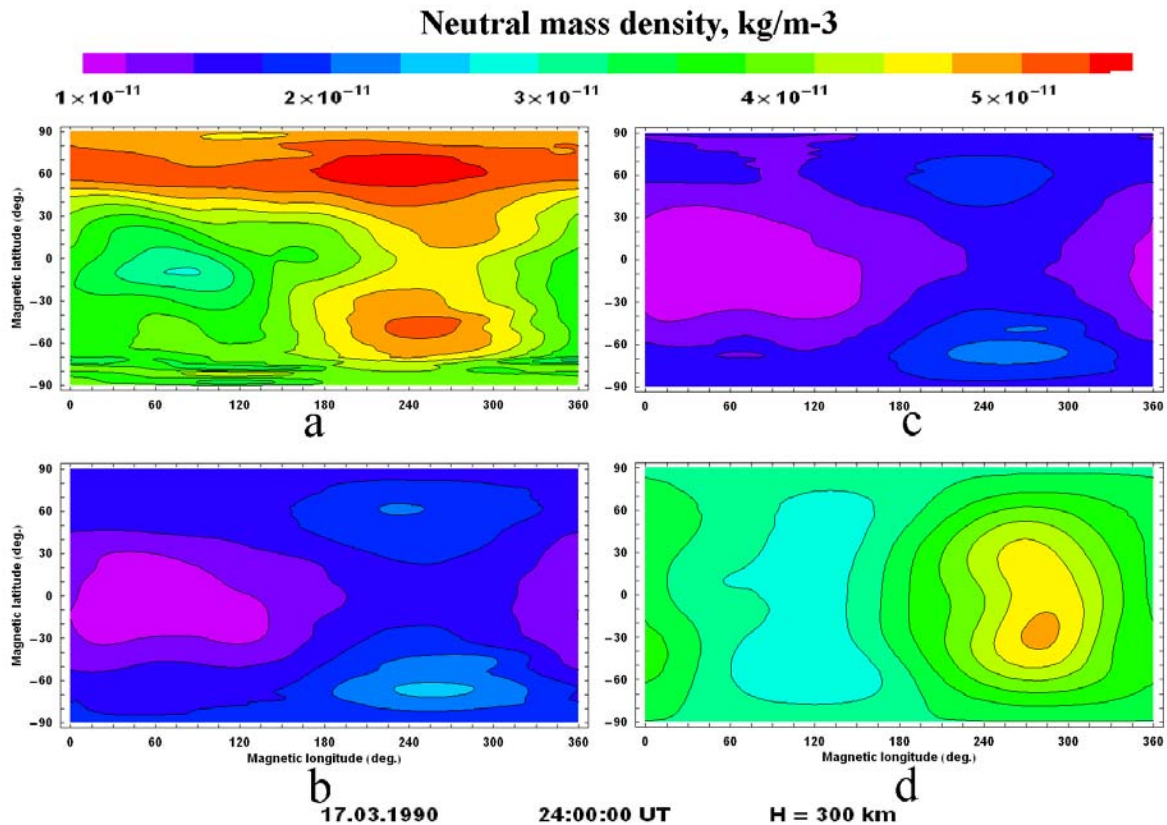


Рис. 8.

4. Выводы

Таким образом, выводы по этой части работы могут быть сформулированы следующим образом:

- На разных высотах процесс установления стационарного решения существенно различается. Выше 150 км происходит установление

температуры примерно на 16-18 день, ниже 100 км решение не устанавливается вовсе, а наблюдается постоянное падение температуры, останавливаемое только принудительным ее ограничением, заданным в программе. Видимо, в модели UAM значительно недооценен какой-либо источник нагрева, действующий в мезосфере.

- Устанавливаемое распределение температуры заметно отличается от MSIS, особенно в утреннем секторе и авроральной области. При переходе наблюдаются волнообразные затухающие переходные процессы с периодом колебаний порядка 5 суток и амплитудой до 300 К. Скорость их затухания тем больше, чем меньше шаг по времени.
- В нейтральной плотности установления не происходит ни на каких высотах. После начального затухающего волнового переходного процесса она везде монотонно уменьшается, достигая значений, в несколько раз меньших, чем в MSIS. Устанавливается только форма глобального распределения плотности нейтральной атмосферы (положение максимумов и минимумов и их относительная величина).
- Форма установившегося распределения плотности резко отличается от MSIS. Вместо приэкваториального послеполуденного максимума, как в MSIS, наблюдаются два дневных максимума в авроральных широтах. Ночные значения плотности в авроральной области также относительно выше, чем в распределениях MSIS. Это может быть объяснено существенно большей относительной мощностью аврорального источника в модели UAM.
- Имеется сильная зависимость от шагов по времени. Уменьшение шага приводит к увеличению температуры и плотности, и наоборот. Различия составляют около 100 К по температуре и в 1.5–2 раза по плотности. Значения эти устойчивы для каждого шага по времени, и при изменении шага в ходе расчета происходит переход к значениям температуры и плотности, соответствующим новому временному шагу. Длительность перехода составляет порядка 5 суток.

Список литературы

1. Namgaladze, A.A., O.V. Martynenko, and A.N. Namgaladze (1998), Global model of the upper atmosphere with variable latitudinal integration step, *Geomagnetism and Aeronomy International*, 1, 53.
2. Picone, J.M., A.E. Hedin, D.P. Drob, and A.C. Aikin (2002). NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues. *J. Geophys. Res.*, v.107 (A12), doi: 10.1029/2002JA009430.

Исследование зависимости решений глобальной численной модели верхней атмосферы от шагов сетки по долготе

Прохоров Б.Е., Мартыненко О.В. (МГТУ, кафедра физики)

Целью данной работы является исследование зависимости устойчивости и сходимости решений уравнений глобальной модели верхней атмосферы UAM (*Namgaladze et al.*, 1998) от шагов по долготе.

1. Метод решения

Эта работа является прямым продолжением предыдущей (*Прохоров, Мартыненко, 2007*), и в ней использован тот же метод. Проводился длительный модельный расчет при повторяющихся входных воздействиях на моделируемую систему. В качестве начальных условий использовались распределения атмосферных параметров, полученные из модели MSIS (*Picone et al.*, 1998). Входные воздействия соответствовали дате 17 марта 1990 года (невозмущенный день вблизи равноденствия при высокой солнечной активности). Использовалась сетка с переменным шагом по широте (стандартная сетка), сгущенная до двух градусов в авроральной области и разреженная у полюсов (до 5°) и на экваторе (до 10°), при этом изменялись шаги по времени (использовались шаги 30 с и 60 с) и шаги по долготе (с 15° до 5°).

Установление решения оценивалось по повторяемости суточной вариации осредненных по глобусу значений воспроизводимых моделью параметров верхней атмосферы (нейтральной температуры и плотности). Эта скалярная величина характеризует в целом глобальное распределение параметра и наиболее адекватно описывает общую тенденцию.

Все расчеты в этой части работы проводились с использованием сетки с переменным шагом по широте (стандартная сетка) и шагами по долготе 5° и 15° . На графиках показан временной ход среднеглобальных значений моделируемых параметров, полученный с различными шагами интегрирования по времени и долготе.

2. Результаты моделирования

При 5° шаге по долготе прослеживаются общие тенденции, аналогичные 15° шагу (*Прохоров, Мартыненко, 2007*), в частности:

- На высоте 90 км при всех шагах по времени плотность и температура падают. Установления стационарного решения не происходит.
- Выше плотность падает примерно в 3 раза за 20 дней, далее скорость падения замедляется, но установление стационарного значения не происходит.
- На высоте 100 км температура падает в течение 4-6 дней с последующим возрастанием.

- На высотах 150-350 км наблюдается волнообразный затухающий переходной процесс в течение примерно 10 суток, затем температура устанавливается. Уменьшение шага по времени приводит к увеличению конечной стационарной температуры.

Но уменьшение шага по долготе приводит к тому, что зависимость от шагов интегрирования резко уменьшается, причем как от шагов по долготе, так и от шагов по времени (рис. 1, 2). Различие в значениях, полученных при различных шагах, в температуре оказывается на порядок меньше, порядка нескольких десятков К. В плотности различие вообще становится пренебрежимо малым. Волны в начальном переходном процессе при меньших шагах по долготе затухают намного быстрее, чем при 15° шаге сетки. Кроме того, менее существенны суточные вариации, что вполне объяснимо.

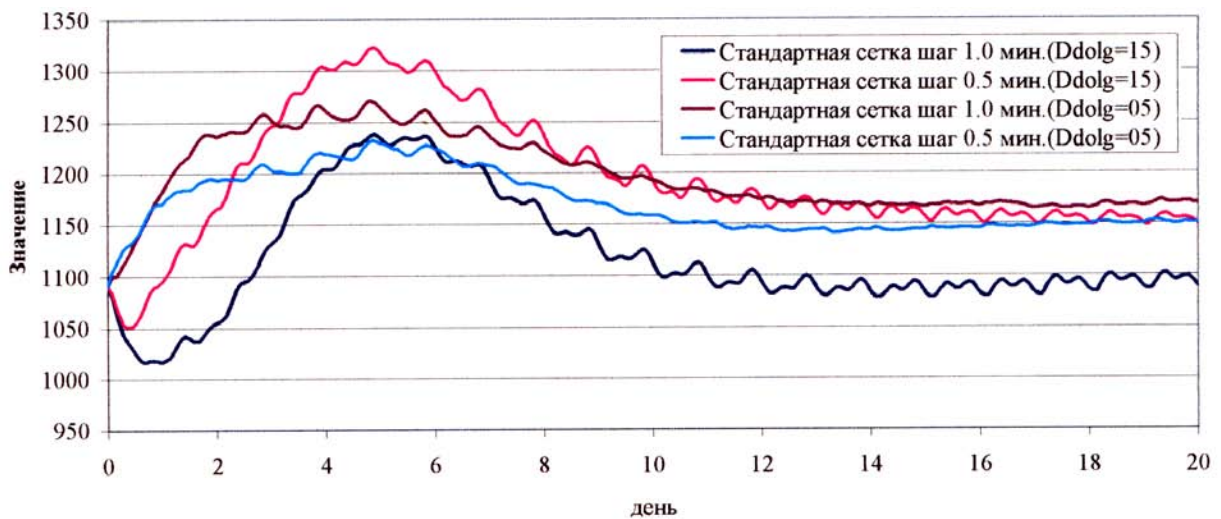


Рис. 1. Температура нейтральной атмосферы на высоте 300 км. Среднее значение.

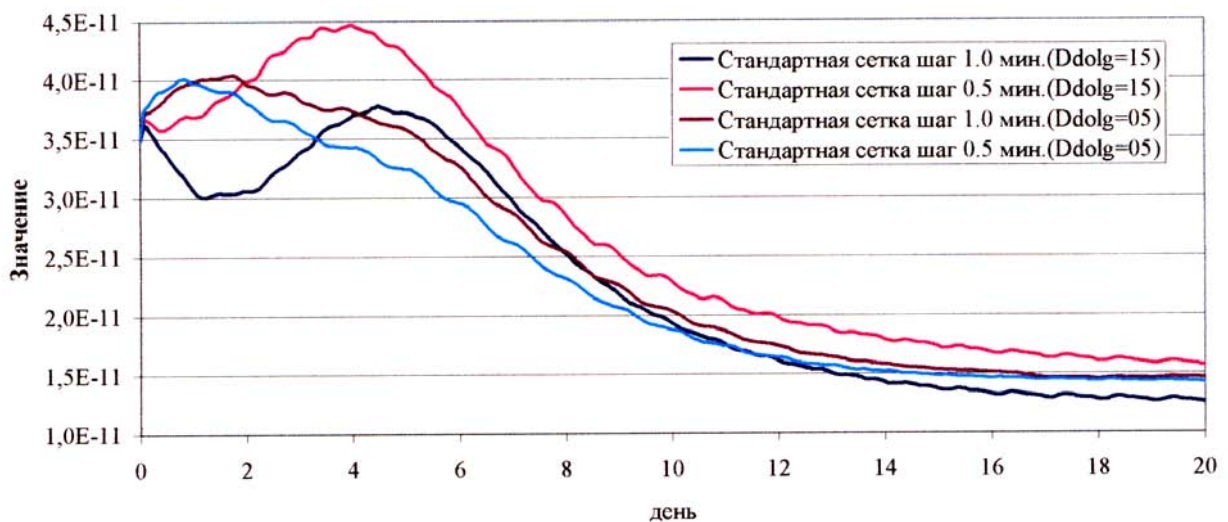


Рис. 2. Плотность нейтральной атмосферы на высоте 300 км. Среднее значение.

На рис. 3 и 4 представлены глобальные распределения температуры и плотности, полученные с помощью теоретической модели (а – 20-е модельные сутки, шаг по долготе 15° ; б – 20-е модельные сутки, шаг по долготе 5° ; в – 10-е модельные сутки, шаг по долготе 5° ; шаг по времени у всех расчетов 30с) и модели MSIS (д).

Видно, что по сгущение сетки приводит к повышению дневных температур и понижению ночных. Дневные при этом оказываются существенно выше, чем в модели MSIS (примерно на 200 К). Зато форма максимума при шаге по долготе 5° ближе к MSIS (меньше влияние аврорального источника). Максимальные различия в температуре прослеживаются в экваториальной утренней области, где у MSIS наблюдается минимум. У MSIS область основного минимума температуры расположена на экваторе, в отличие от теоретической модели, у которой имеется перемичка на экваторе и проявляется четкое разделение минимумов.

Из рис. 4 видно, что по сгущение сетки по долготе приводит к появлению околэкваториального дневного максимума плотности, что соответствует MSIS и резко отличается от расчета с шагом по долготе 15° . В целом форма глобального распределения плотности атмосферы близка к MSIS. Однако по-прежнему наблюдается значительный общий дефицит плотности.

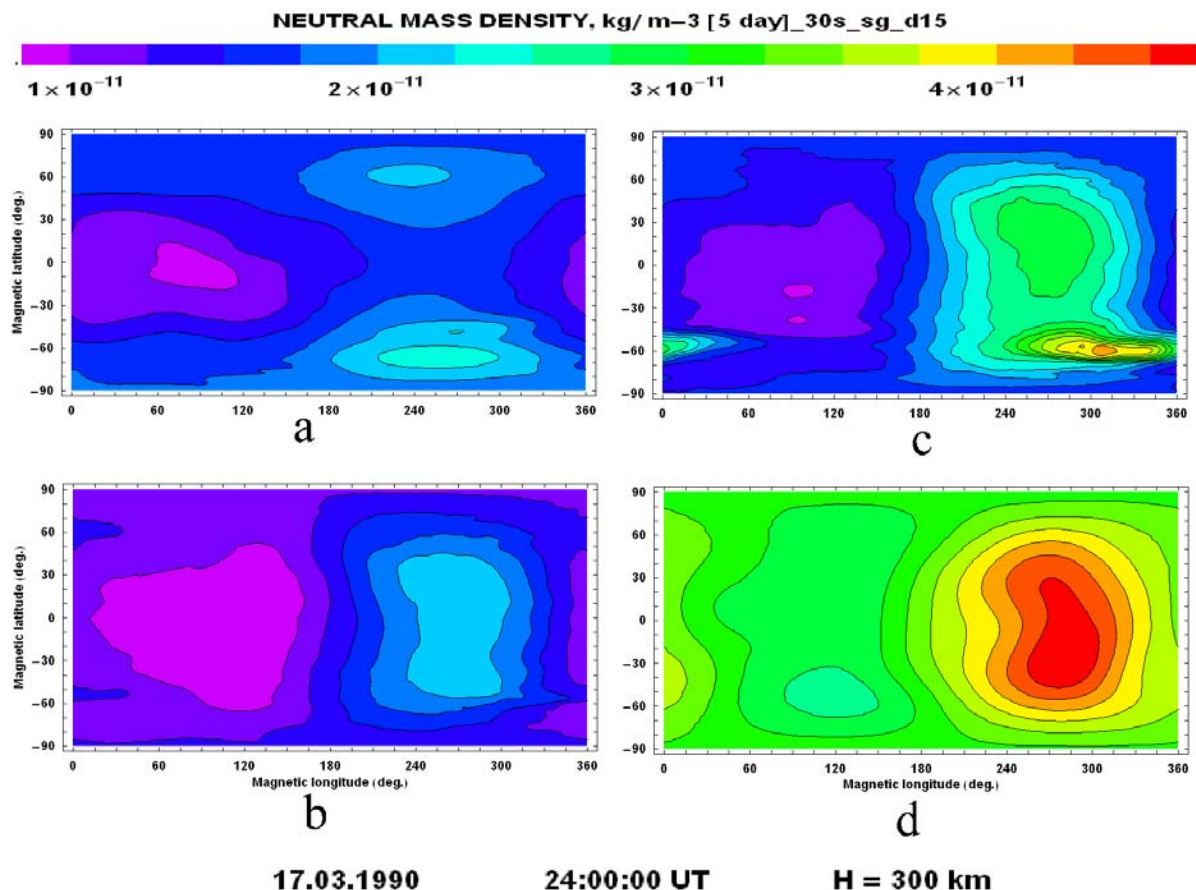


Рис.4. Глобальные распределения нейтральной плотности на высоте 300 км

4. Выводы

Решения, получаемые с использованием модели UAM, сильно зависят от шагов сетки по долготе. Эта зависимость значительно сильнее, чем от шагов по времени. Используемая обычно сетка с шагом по долготе 15° непригодна для достоверного моделирования событий. Необходимо использовать сетку с шагом по долготе не более 5° . На такой сетке зависимость от шага по времени оказывается незначительной, а сами решения по общему виду достаточно близки к MSIS.

Однако использование густых сеток требует значительно большего времени для расчета. Это выдвигает на первый план задачу резкого повышения вычислительной эффективности модели UAM, прежде всего путем распараллеливания программы модели для использования современных многопроцессорных и/или многоядерных компьютерных систем.

В то же время и в расчетах с использованием сетки с шагом по долготе 5° наблюдается падение температуры в области мезопаузы и общий дефицит плотности. Эта проблема требует дальнейшего исследования. В качестве возможных путей ее решения следует в первую

очередь изучить используемые в UAM численные схемы, а также достоверность описания источников нагрева, действующих в области мезосферы и мезопаузы, и способы задания нижних граничных условий.

Список литературы

1. Namgaladze, A.A., Martynenko O.V., and Namgaladze A.N. (1998), Global model of the upper atmosphere with variable latitudinal integration step, *Geomagnetism and Aeronomy International*, 1, 53.

2. Picone, J.M., Hedin A.E., Drob D.P., and Aikin A.C. (2002). NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues. *J. Geophys. Res.*, v.107 (A12), doi: 10.1029/2002JA009430.

3. Прохоров Б.Е., Мартыненко О.В. (2007) Исследование зависимости решений глобальной численной модели верхней атмосферы от шагов интегрирования по времени. *Наука и образование – 2007, материалы международной научно-технической конференции*. Мурманск, МГТУ.

Основные особенности математической модели физических свойств атмосферы

Чукин В.В. (Санкт-Петербург, Российский государственный гидрометеорологический университет, кафедра экспериментальной физики атмосферы, e-mail: chukin@meteolab.ru)

Air properties model is described. The main purpose of this model is calculating values for air density, molecular concentration, heat conductivity, heat capacity, molecular diffusion coefficient, surface tension coefficients, latent heat of condensation, sublimation and crystallization, dynamic viscosity of air and etc. The model is based on Java-technology.

При решении широкого круга задач математического моделирования физических явлений и процессов в атмосфере оказывается необходимым определение значений свойств атмосферы (плотность, вязкость, теплоемкость и т.д.) при известных, например, из результатов измерений, значениях основных параметров атмосферы (температура, влажность, давление).

Для этой цели в 2005 году была разработана библиотека функций *meteo-19.09.2005* (1, 2), реализованная на языке программирования C++ и ориентированная на использование в операционной среде (ОС) Linux™. Опыт последующего внедрения показал, что использование платформы Linux в значительной степени сдерживает использование модели среди потенциальных пользователей, в виду сложности освоения указанной ОС и большими затратами времени и моральных сил. Для преодоления указанных трудностей в 2007 году математическая модель свойств атмосферы была реализована на языке программирования Java™ в виде Java-пакета *ru.meteolab.pro* (3).

Одним из преимуществ Java-технологий является кроссплатформенность, т.е. независимость от типа ОС. Благодаря этому стало возможно использование модели в Java-приложениях пользователей, выполняющихся на устройствах под управлением ОС Windows®, Linux, а также множества других. Единственным требованием к программному обеспечению (ПО) пользователей является интеграция с Java-технологиями. Действительно, применение данной технологий очень перспективно, поскольку позволяет создавать ПО с использованием объектно-ориентированного подхода, который в значительной степени упрощает сам процесс создания прикладных программ и выгодно отличается от использовавшегося ранее процедурного подхода. К достоинствам Java-технологий также следует отнести масштабируемость приложений, т.е. возможность применения разработанного ПО на

устройствах от суперЭВМ до мобильных телефонов. Конечно же, и у Java-технологий есть свои недостатки. Следует указать на два основных:

1) сравнительно низкая скорость выполнения программ, которая обусловлена тем, что Java-приложение представляет собой набор команд для виртуальной Java-машины (JVM), которая «налету» преобразует их в команды конкретного процессора;

2) высокие требования к ресурсам памяти, что объясняется работой с объектами, каждый из которых может представлять собой целый набор данных и методов их обработки.

Указанные недостатки могут быть сравнительно легко устранены путем увеличения быстродействия применяемого процессора и объема оперативной памяти.

Рассматриваемая модель свойств атмосферы представляет собой совокупность связанных между собой Java-классов, описывающих свойства различных субстанций в атмосфере. Блок-схема основных элементов модели представлена на рисунке. В главном классе *Physics* описываются основные универсальные физические свойства и константы. В дочерних классах *Air*, *Water* и *Ice* описываются свойства соответствующих субстанций (воздух, вода, лед). Причем свойства, общие для всех субстанций объединены в Java-интерфейс *Substance*. Так, например, класс *Air* содержит в себе методы, которые позволяют определить плотность воздуха, суммарную концентрацию молекул воздуха, концентрацию молекул азота, кислорода, аргона, водяного пара, теплоемкость и теплопроводность воздуха, динамическую вязкость, длину свободного пробега молекул, среднюю скорость движения молекул, среднюю массу молекул воздуха, диэлектрическую проницаемость, показатель преломления, скорость звука.

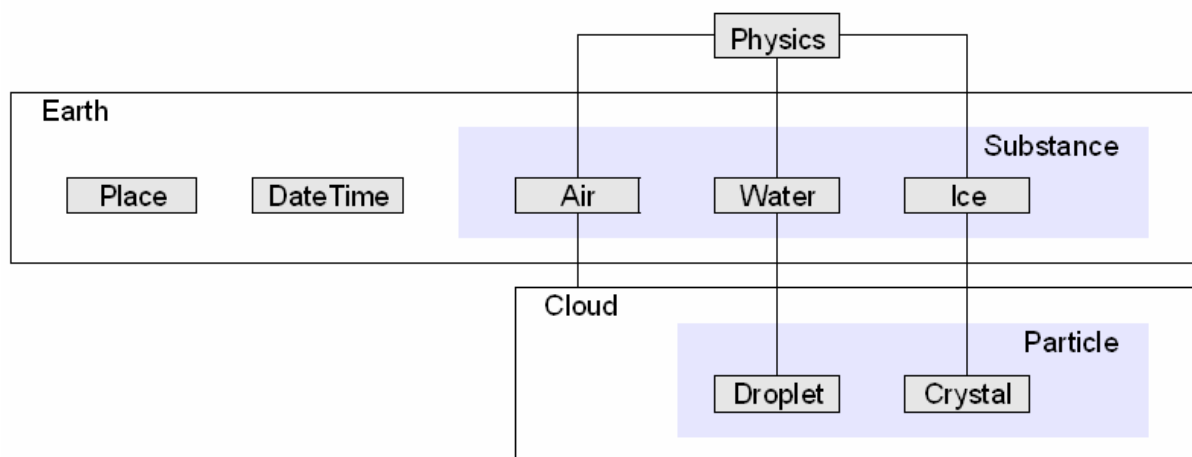


Рисунок – Блок-схема математической модели физических свойств атмосферы

Для описания свойств облаков используется класс *Cloud*, являющийся контейнером для классов *Droplet* и *Crystal*, описывающих свойства капель воды и кристаллов льда, соответственно. В частности, класс *Cloud* содержит методы расчета плотности распределения капель по размерам, значений среднего и модального радиуса капель, концентрации капель, водности облака. Общие для капель и кристаллов свойства объединены в Java-интерфейс *Particle*.

Класс *Earth* позволяет осуществлять привязку свойств атмосферы к определенному географическому положению и моменту времени. В состав класса входят вспомогательные классы *Place* и *DateTime*, предназначенные для работы с данными о географическом положении и времени, соответственно. Методы класса *Place* позволяют задавать географические координаты места, осуществлять преобразование сферических координат в полярные и обратно, рассчитывать расстояния между двумя точками на поверхности Земли. В качестве системы географических координат используются значения ПЗ-90, как наиболее точной из отечественных систем координат, которая применяется, например, в системе глобального позиционирования ГЛОНАСС. Методы класса *DateTime* осуществляют обработку данных о времени, которые представляются в специально разработанном формате, позволяющем хранить информацию о моменте времени с точностью до 100 мкс, начиная от Рождества Христова.

Из изложенного видно, что образующие модель Java-классы и Java-интерфейсы образуют логически связанную структуру, отражающую иерархическую структуру вещества в атмосфере.

Работа с моделью заключается в инициализации значениями трех параметров состояния атмосферы (температура воздуха, парциальное давление водяного пара, атмосферное давление) и получении значений интересующих свойств атмосферы. Предусмотрена инициализация модели данными по задаваемым географическим координатам и моменту времени.

В качестве примера в таблице представлены результаты расчета значений некоторых свойств атмосферы.

Таблица – Значения физических параметров при $T=288.15$ К, $e=0$ Па, $P=101325$ Па

Параметр	Значение
Плотность воздуха, кг/м ³	1.27
Плотность воды, кг/м ³	999.15
Давление насыщения водяного пара над плоской поверхностью воды, Па	1704.2
Коэффициент поверхностного натяжения на границе пар-вода, Дж/м ²	$7.38 \cdot 10^{-2}$

Скрытая теплота фазового перехода пар-вода, Дж	$7.36 \cdot 10^{-20}$
Коэффициент молекулярной диффузии водяного пара в атмосфере, $\text{м}^2/\text{с}$	$2.42 \cdot 10^{-5}$
Коэффициент динамической вязкости воздуха, $\text{кг}/(\text{м} \cdot \text{с})$	$1.79 \cdot 10^{-5}$
Коэффициент динамической вязкости воды, $\text{кг}/(\text{м} \cdot \text{с})$	$1.14 \cdot 10^{-3}$
Коэффициент молекулярной теплопроводности сухого воздуха, $\text{Дж}/(\text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{К})$	$2.53 \cdot 10^{-2}$
Коэффициент молекулярной теплопроводности водяного пара, $\text{Дж}/(\text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{К})$	$1.71 \cdot 10^{-2}$
Коэффициент молекулярной теплопроводности воды, $\text{Дж}/(\text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{К})$	$5.85 \cdot 10^{-1}$

Данная модель нашла применение в ряде прикладных проектов, связанных с предоставлением оперативной метеоинформации широкому кругу потребителей.

Список литературы

1. Чукин В.В. Физические свойства атмосферы. Библиотека функций meteo 19.09.2005. – СПб.: Изд. «Система», 2005. – 112 с.
2. [Электронный ресурс] – <http://www.meteolib.narod.ru>
3. [Электронный ресурс] – <http://pro.meteolab.ru>

Определение среднего пробега фотона в слаборелятивистской плазме

Шолохов В.С. (Мурманский государственный педагогический университет, кафедра физики)

В связи с открытием гамма-всплесков космического происхождения [1], широко обсуждается следующая возможность: предполагается, что наблюдаемый энергетический спектр для всплесков $I\nu$ формируется в результате рассеяния сравнительно низкочастотных фотонов на слаборелятивистских электронах в облаке горячей плазмы, возникающем при аккреции на нейтронные звезды.

Интерес к исследованию процесса комптонизации в слаборелятивистской плазме обострился в связи с обнаружением мощного потока жестких гамма-лучей с энергией $h\nu \sim 1 \div 3 \text{ MeV}$ от ядра сейфертовской галактики NGC 4151.

Постановка задачи. В сферическом облаке радиуса R задана однородная плотность N_e максвелловских электронов с температурой $kT_e = nmc^2$, где m - масса электрона. Основной характеристикой облака являются оптическая толщина по томсоновскому рассеянию $\tau = \sigma_T N_e R$ и безразмерная температура n , причем n может быть как больше, так и меньше единицы. В центре сферы задан либо источник низкочастотного излучения с планковским спектром и температурой $T_r \ll T_e$, либо источник жесткого излучения со степенным спектром $I_\nu \sim \nu^{-\alpha}$. Компактные источники низкочастотного излучения (вне зависимости от их природы) обычно характеризуются сильным самопоглощением в области низких частот и быстрым спадом интенсивности в высокочастотной области. Планковское распределение может служить достаточно хорошей моделью для имитации таких спектров. Максвелловское распределение электронов по энергиям, по-видимому, более чем степенное, характерно для задач аккреции на черные дыры и нейтронные звезды.

Для нас методически важно показать, что пробег фотона зависит как от его энергии, так и от температуры плазмы. Это можно показать в нерелятивистском пределе $h\nu \ll mc^2, kT_e \ll mc^2$. Сечение рассеяния при

малых x можно представить в виде $\sigma(x) = \sigma_T(1-x)$, а $\sigma_T = \frac{8\pi}{3} \left(\frac{e^2}{mc^2} \right)^2$ -

томсоновское сечение поглощения. В свою очередь, x зададим

выражением: $x = 2 \left(\frac{h\nu}{mc^2} \right) \gamma \left(1 - \mu \frac{v}{c} \right)$, и $\gamma = \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{-1/2}$ [2].

Такая задача может применяться в вузовском практикуме по астрофизике.

Средняя длина свободного пробега равна

$$\bar{\lambda} = \frac{4\pi \int_0^{\infty} N(p) dp}{2\pi N_e \int_0^{\infty} N(p) dp \int_{-1}^1 \sigma(x) \left(1 - \mu \frac{v}{c}\right) d\mu}$$

Выполним необходимые переобозначения

$$K = \int_{-1}^1 \sigma(x) \cdot \left(1 - \frac{\mu v}{c}\right) d\mu$$

$$\sigma(x) = \sigma_T (1-x) = \sigma_T \left(1 - 2 \frac{h\nu}{mc^2} \gamma \left(1 - \frac{\mu v}{c}\right)\right)$$

$$K = \sigma_T \int_{-1}^1 \left(1 - 2 \frac{h\nu}{mc^2} \gamma \left(1 - \frac{\mu v}{c}\right)\right) \cdot \left(1 - \frac{\mu v}{c}\right) d\mu$$

$$z = 1 - \frac{\mu v}{c} \quad dz = -\frac{v}{c} d\mu \quad d\mu = -\frac{c}{v} dz$$

$$z_1 = 1 + \frac{v}{c} \quad z_2 = 1 - \frac{v}{c}$$

Сделаем замену

$$a = 2 \frac{h\nu}{mc^2} \gamma$$

$$\sigma(x) = \sigma_T \frac{c}{v} \int_{\frac{1-v}{c}}^{\frac{1+v}{c}} dz (1-az) z = \sigma_T \frac{c}{v} \int_{\frac{1-v}{c}}^{\frac{1+v}{c}} (z - az^2) dz = \sigma_T \frac{c}{v} \left(\frac{1}{2} z^2 - a \frac{z^3}{3} \right) =$$

в пределах

от $\left(1 - \frac{v}{c}\right)$ до $\left(1 + \frac{v}{c}\right)$ и,

далее

$$= \sigma_T \frac{c}{v} \left[\frac{1}{2} \left(1 + \frac{v}{c}\right)^2 - \frac{1}{2} \left(1 - \frac{v}{c}\right)^2 - \frac{a}{3} \left(1 + \frac{v}{c}\right)^3 + \frac{a}{3} \left(1 - \frac{v}{c}\right)^3 \right] =$$

$$= \sigma_T \frac{c}{v} \left[\frac{1}{2} \left(\underline{1} + 2 \frac{v}{c} + \frac{v^2}{\underline{c^2}} - \underline{1} + 2 \frac{v}{c} - \frac{v^2}{\underline{c^2}} \right) - \right.$$

$$\left. - \frac{a}{3} \left(\underline{1} + 3 \frac{v}{c} + 3 \frac{v^2}{\underline{c^2}} + \frac{v^3}{c^3} - \underline{1} + 3 \frac{v}{c} - 3 \frac{v^2}{\underline{c^2}} - \frac{v^3}{c^3} \right) \right] =$$

$$= \sigma_T \frac{c}{v} \left[2 \frac{v}{c} - \frac{a}{3} \left(6 \frac{v}{c} + 2 \frac{v^3}{c^3} \right) \right] = \sigma_T \left[2 - \frac{a}{3} \left(6 + 2 \left(\frac{v}{c} \right)^2 \right) \right]$$

Как известно, числитель равен

$$\begin{aligned}
A &= 4\pi \int_0^{\infty} dp N(p) = 4\pi \left(4\pi N \frac{1}{(2\pi mkT)^{3/2}} \right) \cdot \int_0^{\infty} dp p^2 \exp\left(-\frac{p^2}{2mkT}\right) = \\
&\left\{ \frac{1}{4\pi} \int d^3 p \exp\left(-\frac{p^2}{2mkT}\right) = \frac{1}{4\pi} (2\pi mkT)^{3/2} \right\} \\
&= 4\pi N \left(\frac{1}{2\pi mkT} \right)^{3/2} (2\pi mkT)^{3/2} = 4\pi N
\end{aligned}$$

Вычисляем знаменатель полностью.

$$\begin{aligned}
&2\pi N_e \int_0^{\infty} dp 4\pi N \left(\frac{1}{2\pi mkT} \right)^{3/2} \exp\left(-\frac{p^2}{2mkT}\right) p^2 \sigma_T \left(2 - \frac{a}{3} \left(6 + 2 \left(\frac{p}{mc} \right)^2 \right) \right) = \\
&= 2\pi N_e 4\pi N \left(\frac{1}{2\pi mkT} \right)^{3/2} \sigma_T \int_0^{\infty} dp p^2 \exp\left(-\frac{p^2}{2mkT}\right) \left[2 - \frac{a}{3} - \frac{2}{3(mc)^2} \right] p^2 = \\
&2\pi N_e \cdot 4\pi N \left(\frac{1}{2\pi mkT} \right)^{3/2} \sigma_T \cdot \left\{ \begin{aligned} &\frac{2 - \frac{a}{3}}{4\pi} \int_0^{\infty} d^3 p \exp\left(-\frac{p^2}{2mkT}\right) - \frac{2}{3(mc)^2} \approx \\ &\approx \frac{1}{4\pi} \int d^3 p p^2 \exp\left(-\frac{p^2}{2mkT}\right) \end{aligned} \right\} = \\
&= \frac{2 - \frac{a}{3}}{4\pi} (2\pi mkT)^{3/2} - \frac{2}{3(mc)^2} \cdot \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{3}{2} \pi^{3/2} (2mkT)^{5/2}
\end{aligned}$$

Подставляем числитель и знаменатель в формулу для средней длины свободного пробега. Окончательно получаем выражение:

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{\sigma_T N_e} \left(1 + 2 \frac{h\nu}{mc^2} + 5 \frac{h\nu}{mc^2} \cdot \frac{kT_e}{mc^2} \right)$$

Поставленная задача выполнена. Зная, теперь, эту величину в задачах переноса излучения можно воспользоваться методом Монте-Карло для разыгрывания длины свободного пробега фотона. Длина λ свободного пробега фотона в однородной среде представляет собой случайную величину, подчиняющуюся экспоненциальному закону

$$P\{\lambda < x\} = 1 - \exp\left(-x/\bar{\lambda}\right),$$

где $\bar{\lambda}$ - средняя длина свободного пробега. Методом обратных функций можно получить формулу для разыгрывания длины свободного пробега $\lambda = -\bar{\lambda} \ln(1 - \xi)$ или $\lambda = -\bar{\lambda} \ln \xi$. ξ - здесь стандартные случайные числа равномерно распределенные в интервале (0,1).

Список литературы

1. Мазец Е.П., Голенецкий С.П. 1981, в сб. «Астрофизика и космическая физика», «Наука», М.
2. Поздняков Л.А., Соболь И.М., Сюняев Р.И. в сб. «Итоги науки и техники». Астрономия т. 21, ВИНТИ, 1982.

СЕКЦИЯ: «ХИМИЯ»

Строение координационного полиэдра иона Co^{2+} с сополимером полиакриламида и полиакриловой кислоты

Антоников С.А., Зайцев А.С. (Краснодар, Кубанский государственный университет, химический факультет, e-mail - antonikov_s@mail.ru)

The samples are synthesized and oscillatory spectra are studied of a copolymer acrylic acid and acrylamide in the ratio (1:1), its complexes with Co^{2+} ions, and restored metals (Co^0) in a firm kind. By us are come out with assumptions about structure resulting co-ordinating polyhedron.

Синтез и изучение свойств наноразмерных частиц металлов в среде полиакриловой кислоты (ПАК) и полиакриламида (ПАА) в настоящее время получило широкое распространение, в виду формирования на их основе новых парадигм синтеза веществ с необычными, ранее неизвестными свойствами (1, 2).

Нами были синтезированы и изучены колебательные спектры сополимера ПАК и ПАА, в соотношении 1:1, его комплексов с ионом Co^{2+} и восстановленным металлом (Co^0) в твердом виде.

Процесс сополимеризации ПАК с ПАА проводили в водной среде при температуре 80-85 °С при перемешивании в течении 26 часов в присутствии инициатора реакции - перекиси водорода. Регулируя количество добавляемого H_2O_2 получали образцы сополимера (далее – Сополимер) с молекулярными массами 7000-10000 и 14000-16000 угл.ед. (по данным вискозиметрии). При высушивании растворов Сополимера образуются бесцветные прозрачные хрупкие пленки. Синтезированные Сополимеры водорастворимы, причем растворимость в воде сохраняется и для твердых образцов, полученных испарением водных растворов при 70 °С.

По результатам изучения ИК спектров Сополимера можно утверждать, что при сополимеризации образуется достаточно упорядоченная индивидуальная структура. Так в ИК спектре наряду с полосами поглощения аддитивного характера наблюдаются новые полосы поглощения, свидетельствующие об образовании индивидуальной структуры, отличающейся от структуры ПАК и ПАА, а именно:

а) в области 3448-3475 cm^{-1} появляется широкая интенсивная полоса поглощения, обусловленная либо валентными колебаниями ОН связей остатков воды в пленке Сополимера, либо валентным колебанием NH связи ионизированной аминогруппы;

б) в области 2852-2860 cm^{-1} проявляется новая интенсивная полоса поглощения, которая однозначно может быть отнесена к валентным колебаниям СН связи sp^3 -гибридизованного углеродного атома;

в) в области 1400-1750 см^{-1} проявляется новая достаточно интенсивная полоса поглощения, которая на наш взгляд может быть отнесена к деформационным колебаниям ионизированной аминогруппы.

г) в области «отпечатков пальцев» также проявляются заметные отступления от аддитивности, которые эмпирически трудно поддаются однозначной трактовке и требуют проведения теоретического исследования.

Напрашивается вывод, что в Сополимере осуществляется довольно упорядоченная структура чередующихся фрагментов ПАК и ПАА с образованием нанореаторов, циклического или псевдоциклического строения (2), что хорошо согласуется с хрупкостью твердых пленок.

Для получения комплексных соединений иона Co^{2+} с Сополимером в 0,5% растворы с рН 4,8; 6,0 и 7,0 вносили избыточное количество свежеприготовленного гидроксида кобальта. Реакцию комплексообразования проводили при 70 °С в круглодонных колбах, снабженных обратными холодильниками при постоянном перемешивании в течении 4-5 часов. Нерастворившуюся часть гидроксида кобальта отфильтровывали. В течение всего времени растворы оставались прозрачными, а цвет менялся с бесцветного на розовый. После проведения реакции комплексообразования отмечали увеличение рН растворов до 7,83; 8,35 и 9,09, соответственно. При испарении растворов при 70 °С получали прозрачные светло-фиолетовые хрупкие пленки. Концентрацию связанных ионов Co^{2+} определяли атомно-абсорбционным методом. По результатам анализа состав комплекса отвечает соотношению Сополимер: $\text{Co}^{2+} = 5:1$. Для восстановления ионов Co^{2+} использовали водные растворы тетрагидробората натрия. Восстановитель вводили в двукратном избытке по отношению к концентрации ионов Co^{2+} в растворе и наблюдали изменение цвета раствора от розового до красно-коричневого. Пленки сополимера с восстановленным кобальтом имели светло-коричневый цвет с фиолетовым оттенком, были хрупкими и растворялись в воде с сохранением окраски.

В ИК спектрах комплексов Сополимера с ионом Co^{2+} и восстановленным металлом наблюдаем:

а) достаточно незначительные изменения в области валентных колебаний связей ХН-групп ($4000-2000 \text{ см}^{-1}$), что может свидетельствовать о том, что эти группы участия в комплексообразовании не принимают;

б) симптоматичные изменения в области $1400-1750 \text{ см}^{-1}$, для которой провели процедуру разложения на гауссовы составляющие, а именно (см. табл.):

- частота полосы $\nu^{\text{as}}_{\text{COO}^-}$ у Сополимера выше, чем у ПАК, а у комплексов с ионом и металлом еще выше, но интенсивность ее заметно ниже. Понижение интенсивности легко объясняется частичным участием С=О групп в комплексообразовании, а повышение частот валентных

колебаний обычно связывают с усилением силовой постоянной связи C=O – что происходит при протонизации аминогруппы амида молекул ПАА, не участвующих в координации с кобальтом (3);

- полосы поглощения Амид I и Амид II изменяются в Сополимере и комплексах с ионом и металлом незначительно и по частоте и по интенсивности, но по сравнению с чистым ПАА выше на 10-20 см⁻¹, что также объясняется протонизацией аминогруппы и неучастием ее в координации с ионом Co²⁺;

- поведение полосы поглощения деформационных колебаний CH₂-группы закономерно не претерпевает заметных изменений;

- последняя полоса этой области также в комплексах изменяется незначительно, но по сравнению с чистыми ПАК и ПАА понижается на 10-15 см⁻¹, что свидетельствует об участии в координации с ионом Co²⁺ атомов кислорода карбоксильной группы;

- наконец, полоса, относимая нами в ИК спектре Сополимера к деформационным колебаниям ионизированной аминогруппы, в спектрах комплексов заметно возрастает по интенсивности и незначительно вырастает по частоте.

Таблица Результаты разложения на гауссовы составляющие области 1400-1750 см⁻¹ (в скобках относительная интенсивность к самой сильной полосе в данном диапазоне)

Отнесен ие	Сополимер	Сополимер+Co ²⁺	Сополимер+Co ⁰	ПАА	ПАК
$\nu_{\text{COO}^-}^{\text{as}}$ и или $\nu_{\text{C=O}}$	1724 (55)	1739 (26) / 1735 (49)	1735 (31) / 1742 (18)	-	1712
Амид I	1666 (100)	1669 (95) / 1667 (100)	1671 (100) / 1672 (100)	1657	-
Амид II	1606 (31)	1607 (42) / 1604 (57)	1605 (58) / 1607 (29)	1619	-
δNH_3^+	1554 (60)	1555 (100) / 1555 (91)	1551 (95) / 1556 (93)	-	-
δCH_2	1450 (66)	1456 (60) / 1453 (59)	1456 (50) / 1455 (44)	1454	1456
$\nu_{\text{COO}^-}^{\text{s}}$ и или $\nu_{\text{C-O}}$	1400 (81)	1406 (79) / 1407 (88)	1403 (94) / 1402 (97)	1416	1416

в) все это дает нам основание предполагать, что в строении Сополимера и его комплексов с ионом Co²⁺ и восстановленным металлом проявляется сходство, а, именно:

- при сополимеризации ПАК и ПАА линейные ветви Сополимера образуют как циклические и псевдоциклические, так и упорядоченную сетчатую структуру за счет водородных связей между протонированной

аминогруппой и карбонильными группами ПАА и депротонированной карбоксильной группой ПАК с образованием шести-координационного полиэдра с атомами кислорода в узлах полиэдра.

- Центр этого полиэдра у Сополимера занимает протон (атом водорода), а у комплексов – после вытеснения протона и связывания его с ОН-группой свежесажженной гидроокиси кобальта (II) - ион, а в дальнейшем и атом кобальта.

- тогда становится понятным одновременный рост частот полос поглощения Амид I и Амид II и понижение частоты $\nu_{\text{COO}^-}^s$ или $\nu_{\text{C-O}}$ по сравнению с чистыми ПАК и ПАА – комплексообразование у Сополимера протона, у комплексов – кобальта.

- рост же интенсивности деформационных колебаний аминогруппы связан со значительным увеличением изменения ее локального дипольного момента в комплексе с ионом или атомом кобальта, по сравнению с протоном Сополимера.

Список литературы

1. Сергеев Г.Б. Нанохимия. – М.: Изд-во МГУ, 2003. - 288 с.
2. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. – М.: Химия, 2000. – 672 с.
3. Накамото К. ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. - М.: Мир. 1991. - 536 с.

Оптимизация кристаллизационного разделения оксихлорида циркония и хлорида натрия из солянокислых растворов

Безымянова Ю.А. (МГТУ, кафедра химии, e-mail: yuliyabez@mail.ru)

Studied solubility of system $\text{NaCl} - \text{ZrOCl}_2 - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$ into the slit with 28-percent hydrochloric acid at 25 and 50 degrees above zero. This system is eutonic type. Compositions of eutonic solutions (mass. %) are:

at 25°C 1,88 – $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, 0,26 – NaCl , 27,40 – HCl , 70,46 – H_2O ;
at 50°C 2,85 – $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, 2,55 – NaCl , 68,12 – H_2O , 26,48 – HCl .

В ИХТРЭМС КНЦ РАН проводятся исследования по разработке солянокислотного метода вскрытия эвдиалитового концентрата с целью извлечения содержащихся в нем ценных элементов: Zr, Ti, Nb, Sr, РЗЭ (в том числе Y и Eu). Данная технология предусматривает перевод этих элементов в раствор. При охлаждении солянокислых растворов происходит самопроизвольное выделение в кристаллический осадок смеси оксихлорида циркония и хлорида натрия, в дальнейшем требуется провести разделение ее на индивидуальные соли. Из имеющихся литературных данных, известно, что растворимость хлорида натрия в солянокислых растворах с увеличением температуры изменяется незначительно. Сведения о влиянии температуры на растворимость оксихлорида циркония в растворах соляной кислоты отсутствуют. В литературе данные по растворимости в указанной четырехкомпонентной системе также отсутствуют. В связи с этим для нахождения оптимальных температурных условий кристаллизационного разделения оксихлорида циркония и хлорида натрия нами изучена растворимость в системе $\text{ZrOCl}_2 - \text{NaCl} - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$ в разрезе с концентрацией соляной кислоты 28% (масс.) при 25 и 50°C.

Как показано в работе (1), при приведении состава системы к 1, для системы любой размерности концентрационная фигура ее может быть расположена в декартовой системе координат, и к ней в этом случае применимы уравнения аналитической и дифференциальной геометрии.

Плоскость треугольника, в котором находятся составы исходных смесей, в концентрационном тетраэдре изучаемой системы описывается уравнением:

$$-1.3889x - 0.6854y - z + 1 = 0$$

где $x - \text{H}_2\text{O}$, $y - \text{ZrOCl}_2$, $z - \text{NaCl}$ концентрации в масс. долях.

Изучение растворимости проводили путем определения зависимости содержания летучих компонентов (HCl и H_2O) в равновесных жидких фазах от солевого состава исходных смесей, расположенных в сечениях с постоянной солевой массой в разрезе, проходящем через фигуративные

точки $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$, $NaCl$ и 28%-ной HCl . При температуре $25^\circ C$ исходные составы лежат в сечениях 80 и 90 масс. % содержания HCl и H_2O ; при $50^\circ C$ изучены сечения 60 и 70% (масс.). Из построенных по полученным данным функциональным кривым (рис.1) следует, что система $ZrOCl_2 - NaCl - HCl - H_2O$ является системой эвтонического типа.

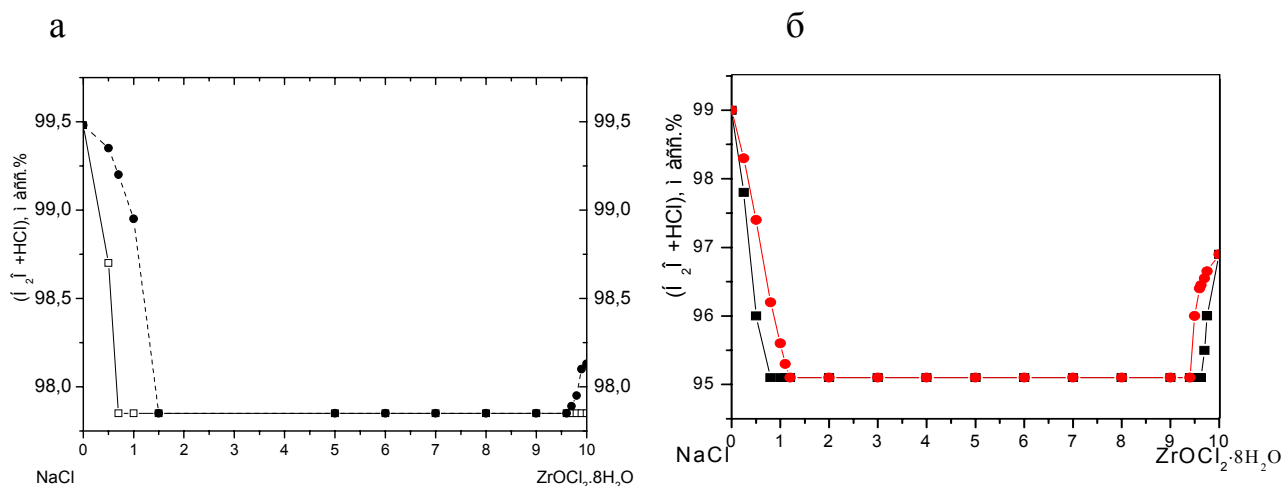


Рис.1 Зависимость содержания летучих компонентов в равновесных жидких фазах от солевого состава исходных смесей: а) разрез 28% HCl при $25^\circ C$ в сечениях 80 и 90 (мас. %) $\Sigma(HCl + H_2O)$; б) разрез 28% HCl при $50^\circ C$ в сечениях 60 и 70 (мас. %) $\Sigma(HCl + H_2O)$.

Потери при прокаливании, т.е. содержание летучих компонентов в равновесной жидкой фазе, определяются по уравнению:

$$\Delta P = x_{1ж} + x_{2ж} + K_1 x_{3ж}, \quad (1)$$

где $x_{1ж}$, $x_{2ж}$ и $x_{3ж}$ — содержание воды, соляной кислоты и $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ в жидкой фазе, соответственно; K_1 — доля летучих компонентов в $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$.

На функциональных кривых (рис.1) точки пересечения кривых с горизонтальной площадкой определяют границы эвтонической области. Кроме того, с помощью функциональных кривых можно определить точки с координатами $(x_{1исх1} \ x_{2исх1} \ x_{3исх1} \ x_{4исх1})$ и $(x_{1исх2} \ x_{2исх2} \ x_{3исх2} \ x_{4исх2})$, находящиеся в различных сечениях, но имеющие одинаковое значение ΔP . Коннода, проходящая через эти точки, задается уравнением

$$\frac{x_{1ж} - x_{1тв}}{x_{1исх} - x_{1тв}} = \frac{x_{2ж} - x_{2тв}}{x_{2исх} - x_{2тв}} = \frac{x_{3ж} - x_{3тв}}{x_{3исх} - x_{3тв}} = \frac{x_{4ж} - x_{4тв}}{x_{4исх} - x_{4тв}}. \quad (2)$$

Из приведенных выше уравнений (1-2), можно выразить $x_{1ж}$, т.е. найти содержание воды в равновесной жидкой фазе:

$$x_{1ж} = \frac{\Delta P(x_{1ucx} - x_{1m6}) - (x_{2m6} + K_1 x_{3жс})(x_{1ucx} - x_{1m6}) + x_{1m6}(x_{2ucx} - x_{2m6}) + K_1 x_{1m6}(x_{3ucx} - x_{3m6})}{x_{1ucx} - x_{1m6} + x_{2ucx} - x_{2m6} + K_1(x_{3ucx} - x_{3m6})} \quad (3)$$

По аналогичным формулам найдены содержания HCl , $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ и $NaCl$ в равновесных жидких фазах, исходя из которых, были построены изотермы растворимости, приведенные на рисунках 2-3.

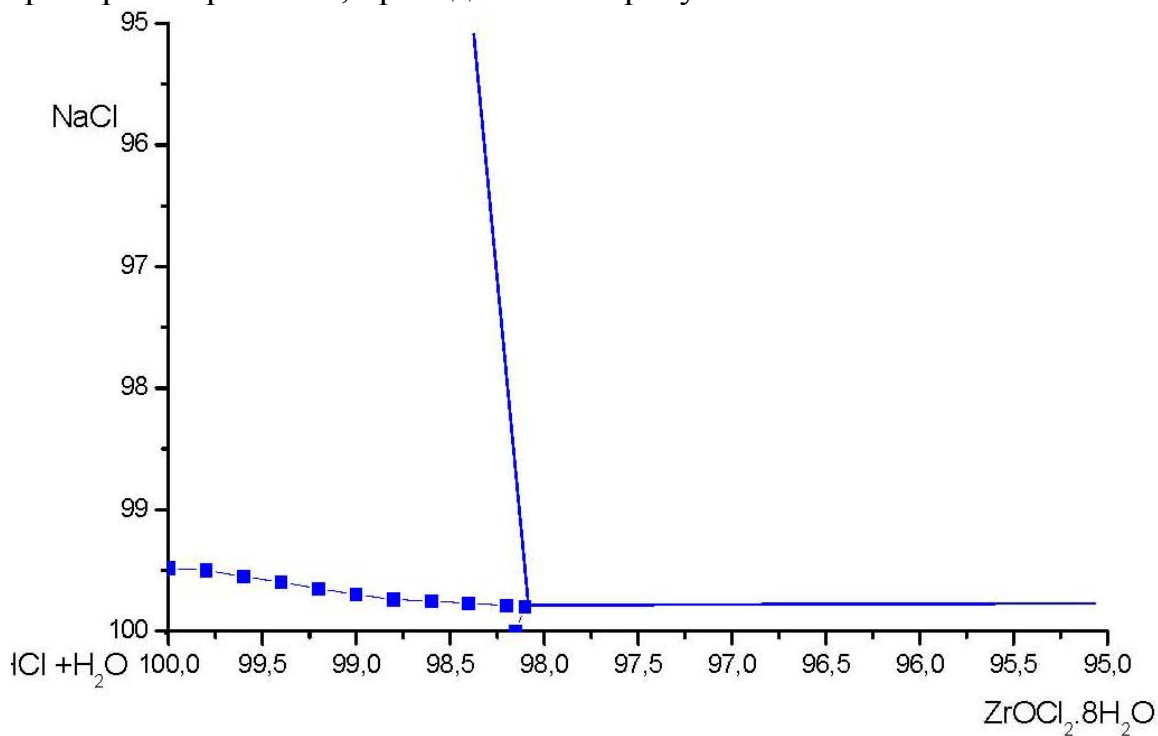


Рис.2. Изотерма растворимости системы $NaCl-ZrOCl_2-HCl-H_2O$ при $25^\circ C$, разрез 28% HCl .

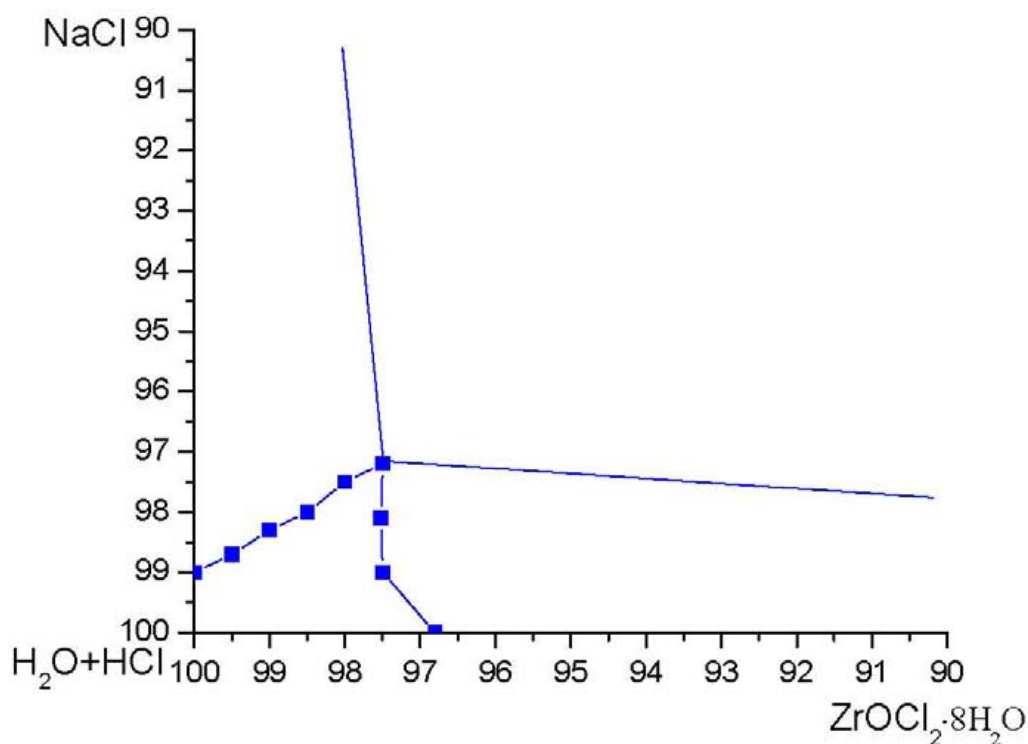


Рис.3. Изотерма растворимости системы NaCl – ZrOCl₂ – HCl – H₂O при 50°C, разрез 28% HCl.

С использованием специально разработанной компьютерной программы была проведена аппроксимация полученных линий насыщенных растворов квадратичными полиномами:

28%-ный разрез при 25°C

$$401,245x^2 + 1332,318y^2 - 2265,916xy - 202,622x - 43,491y + 1 = 0,$$

дисперсия $1.43 \cdot 10^{-5}$ – уравнение линии растворов, насыщенных NaCl, где x – NaCl, y – ZrOCl₂·8H₂O, масс. доли.

$$3030,912x^2 - 662,053y^2 + 1882,985xy - 110,652x - 34,291y + 1 = 0,$$

дисперсия $1.86 \cdot 10^{-4}$ – уравнение линии растворов, насыщенных ZrOCl₂·8H₂O, где x – содержание ZrOCl₂·8H₂O, y – NaCl, масс. доли.

28%-ный разрез при 50°C

$$764,8225x^2 + 271,9986y^2 + 1419,8349xy - 55,8494x - 45,9313y + 1 = 0,$$

дисперсия $2,86 \cdot 10^{-4}$

уравнение линии растворов, насыщенных ZrOCl₂·8H₂O, где x – содержание

ZrOCl₂·8H₂O, y – NaCl, масс. доли.

$$3718,7707x^2 - 77,8858y^2 - 135,9759xy - 100,5155x - 36,1520y + 1 = 0,$$

дисперсия $3,6 \cdot 10^{-2}$

– уравнение линии растворов, насыщенных NaCl, где x – NaCl, y – ZrOCl₂·8H₂O, масс. доли.

Полученные данные (рис.2-3) свидетельствуют о том, что при 25°C преобладает поле кристаллизации хлорида натрия. Рассмотрим пример по

расчету извлечения кристаллизацией хлорида натрия в разрезе 28% HCl. Состав эвтонического раствора (·) E (%мас.): $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ -1,88, NaCl-0,26, (HCl +H₂O) - 97,86. Длина предельной конноды (l) в области кристаллизации хлорида натрия, проходящей через эвтоническую точку и фигуративную точку NaCl, определяется по формуле

$$l = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$$
, где x_1, y_1, z_1 – концентрации $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O, NaCl,$

(HCl +H₂O) в точке E, то есть ее координаты, x_2, y_2, z_2 – координаты (·) NaCl (0 1 0). Тогда

$$l = \sqrt{1.88^2 + 99.74^2 + 97.86^2} = 139,74.$$

Затем надо найти точку пересечения луча, проходящего через исходный состав, с предельной коннодой. Обозначим ее как (·) K. Для этого в уравнение предельной конноды надо ввести концентрацию $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$, выразив ее через концентрацию NaCl из их соотношения в исходном растворе, равного 1.15. Получим

$(1,15y-1,88)/(0-1,88)=(y-0,26)/(100-0,26)$, откуда $y=1,01$ % мас. (NaCl), $x=1,16$ % мас. ($ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$), $z=97,83$ % мас. (HCl - H₂O). Длина отрезка KE определяется по

$$l = \sqrt{0.717^2 + 0.752^2 + 0.03^2} = 1,036.$$

Если масса исходного раствора в (·) K 100 г, то по правилу рычага масса твердой фазы NaCl, равна $(1,036/139,74) \cdot 100=0,74$ г. Извлечение NaCl в твердую фазу равно $(0,74/1,012) \cdot 100=73,1\%$. Таким образом, расчет показывает возможность выделения из растворов после вскрытия эвдиалита при указанных условиях 73.1 % чистого хлорида натрия в осадок. С повышением температуры до 50⁰С состав эвтонического раствора сдвигается к плоскости $NaCl - HCl - H_2O$, увеличивается поле кристаллизации оксихлорида циркония, состав исходного раствора, получаемого при вскрытии, находится близко к эвтоническому раствору со стороны поля кристаллизации оксихлорида циркония, поэтому кристаллизацией можно выделить незначительное количество оксихлорида циркония.

Список литературы

1. Новые методы исследования растворимости в водно-солевых системах/ Воскобойников Н.Б., Скиба Г.С. и др.- Л.: Наука, 1986, 147 с.

Исследование продукта сульфитной конверсии железистого кека как пигментного прекурсора

Васёха М.В. (МГТУ, кафедра химии, e-mail: Vasyoha@rambler.ru)

Мотов Д.Л. (Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья КНЦ РАН, г. Апатиты; e-mail: motov@chemy.colasc.net.ru)

Pigmentary properties precursor of an iron(III) color received from ferrous cake on sulphitic technology are studied. The way of translation прекурсора in a pigment is offered.

В нашей работе (1) на основании исследования системы $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{SO}_4) - \text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ было дано физико-химическое обоснование сульфитной конверсии железистого кека с получением прекурсора красного железоксидного пигмента.

Получение прекурсора Fe_2O_3 осуществлено по трем балансовым опытам. Масса железистого кека в каждом опыте составляла 1 кг, расходы пептизатора 59,6 г; 50%-ной серной кислоты для активации 828 г; 20%-ного раствора сульфита натрия 11,93 кг; 50%-ной серной кислоты для снижения pH при термогидролизе 634 г. Опыты отличались друг от друга условиями промывки осадка гидратированного оксида железа(II). В первом опыте осуществлена однократная промывка водой объемом 676 мл. Во втором опыте промывку проводили в два этапа с последующей репульпацией. Объем затраченной при этом воды составил 1352 мл. В третьем опыте имела место трехкратная промывка с репульпацией и общим расходом воды 2028 мл.

Промытые осадки гидратированного оксида железа(II) прокаливали последовательно при температуре 420 °С 60 мин и затем при 755 °С в течение 15 мин, причем подъем температуры проходил в течение 90-100 мин.

Химический состав полученных образцов прекурсора Fe_2O_3 показывает, что железо переходит в конечный продукт на 99%. В жидкой фазе остается около 0,1 % ионов Fe^{2+} , которые частично возвращаются в грязный анолит, соосаждаясь с NiCO_3 , и частично остаются в фильтрате.

Никель извлекается в конечный продукт на уровне 5% от его содержания в железистом кеке, причем он находится в твердой фазе, т.к. отмывка не оказывает значительного влияния на эту величину.

Медь остается в конечном продукте на уровне 29% от ее содержания в исходном железистом кеке. Переход меди в жидкую фазу в 6 раз выше чем никеля, хотя ее содержание в железистом кеке примерно в 6 раз меньше чем Ni^{2+} . Активность осаждения Cu^{2+} в 36 раз выше по сравнению

с Ni^{2+} . Это связано с тем, что ионы $Cu(I)$, в отличие от ионов $Ni(II)$, при сульфитизации соосажаются с сульфитом железа в виде $Cu_2SO_3 \cdot 5H_2O$. Возможность образования такого соединения показана в выполненной в МГТУ работе (2), а $Cu(I)$ образуется в условиях сульфитизации при восстановлении $Cu(II)$.

Кобальт переходит в конечный продукт на уровне 17% от его содержания в железистом кеке. Эффективность извлечения кобальта в сульфитный продукт в 600 раз выше, чем у никеля. Однако, учитывая низкое содержание кобальта в железистом кеке, потери за счет кобальта экономически незначительны.

Содержание водорастворимых солей (ВРС) в продукте, полученном при 400 °С, весьма высок, а извлеченные ВРС, судя по рентгенограмме представляют собой кислую соль $Na_3H(SO_4)_2$. Наличие такой соли в продукте приводит к низкой величине рН его водной вытяжки.

Таблица 1

Пигментные свойства прекурсора Fe_2O_3 -пигмента
(термообработка при 400 °С – 60 мин)

№ опыта	рН водной вытяжки	ВРС, %	Маслоемкость, г/100г	Укрывистость, г/м ²	ППП при 850 °С, %	Диспергируемость по «клину», мкм
1	2,73	8,88	36,8	35,2	9,23	40
2	2,78	5,80	43,7	38,7	9,15	30
3	2,74	5,18	43,7	38,2	8,15	45

Кратковременное прокаливание при 755 °С приводит к существенному снижению содержания ВРС, а сами соли представляют собой, судя по рентгенограмме, среднюю соль Na_2SO_4 , рН водной вытяжки от которой близок к нейтральному.

Таблица 2

Пигментные свойства Fe_2O_3 -пигмента
(дополнительная термообработка при 755 °С – 15 мин)

опыта	рН водной вытяжки	РС,	Ма слоюемость, г/100г	Укрывистость, г/м ²	ППП при получении продукта, %	Диспергируемость по «клину», мкм
5	5,2	,68	23,0	22,2	7,97	35
3	5,5	,94	32,2	23,2	8,36	25
	5,6		34,5	15,3	7,75	40

	6	,30				
--	---	-----	--	--	--	--

Основная масса пигмента представлена тонкодисперсной фракцией с высокой удельной поверхностью частиц, что влияет на показатель маслосмеккости (25-35 г / 100 г пигмента).

Этот показатель может быть снижен путем дезактивации (или модификации) поверхности частиц соединениями алюминия и кремния. Они вводятся в водную суспензию модифицируемого продукта в виде сульфата алюминия и силиката натрия в количестве 1-1,5 и 0,8-1,0% на Fe_2O_3 соответственно в расчете на оксиды алюминия и кремния.

Оксид железа(III) представляет собой тонкодисперсный красно-коричневый порошок, по своим характеристикам сравнимый с железоксидными пигментами, выпускаемыми в РФ по ТУ 2322-106-05-01-1907-98 и коричневым марки R663 (Китай).

Пигмент, соответствующий требуемым показателям, может быть использован в производстве лакокрасочных материалов ремонтно-строительного назначения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 06-08-00449).

Список литературы

1. Мотов Д.Л., Васёха М.В. К вопросу гидрометаллургии железистого кека // Металлы, 2005. №1. с.42-47.
2. Шибанов В.Н., Хадыкина Е.А., Соловьев Е.М. Состав и устойчивость полиядерного сульфитного комплекса меди // Журн. прикл. Химии. 2002. Т.75, Вып. 11. с. 1776-1779.

Модификация полимерных микросфер путем химического осаждения ионов металлов на их поверхность

Вовк Д.Н., Прокопов Н.И., Грицкова И.А. (*Московская государственная академия тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова, кафедра химии и технологии высокомолекулярных соединений им. С.С. Медведева, e-mail: d_chem@rambler.ru*)

Целью работы являлось получение металлсодержащих полимерных суспензий, пригодных для иммунохимических исследований. Помимо описанных в литературе способов введения ионов металлов на поверхность микросфер непосредственно в процессе их синтеза, предложен альтернативный способ их локализации на поверхности – химического осаждения из дисперсионной среды.

The purpose of research is obtaining of metal-containing polymer suspensions which are to be used for immunochemical applications. In addition to described earlier ways of syntheses such suspensions, the alternative way of metal ions deposition to surface of the particles is proposed.

В литературе рассмотрены методы получения полимерных суспензий с ионами металлов на поверхности частиц путем безэмульгаторной или затравочной сополимеризация стирола с металлосодержащими мономерами – солями непредельных карбоновых кислот (1). В данных методах введение ионов переходных металлов осуществляется непосредственно при синтезе сополимера. Однако часть ионов металла не оказывается локализованной на поверхности, поскольку их сшивающая способность велика, и это приводит к частичному переходу ионов в приповерхностный слой полимерной частицы. Вследствие этого концентрация ионов металла на поверхности становится меньше и сильно зависит от условий проведения реакции сополимеризации. Также весьма трудной представляется задача равномерного распределения ионов металла по поверхности, что снижает воспроизводимость реакций латексной агглютинации, проводимых с участием таких частиц.

Одним из возможных альтернативных способов введения ионов металлов является метод химического осаждения ионов металлов непосредственно из дисперсионной среды, в которой находятся частицы суспензии. Этот метод сравнительно недавно был применен для модификации полимерных пленок, проявляющих биоцидную активность (2). Однако в литературе отсутствуют какие-либо данные о применении метода химического осаждения применительно к полимерным микросферам, что, в основном, затруднено проблемой сохранения их агрегативной устойчивости в присутствии ионов металлов в растворе,

хотя биологическая активность ионов металлов, локализованных на носителях таким способом известна давно (3).

Хорошо известно, что многие би- и поливалентные ионы переходных металлов образуют различные координационные комплексы с участием лигандов в водном растворе (4), вследствие чего лучше использовать такие комплексы, ионы металла которых, вступая в реакции замещения на поверхности частиц изменяют форму и состав комплексов, принимая в качестве новых лигандов карбоксильные группы сополимерных частиц, и таким образом локализуясь на их поверхности. Использование комплексов такого типа позволяет избежать агрегации частиц, которое часто наблюдается при введении растворов солей переходных металлов с высокой константой диссоциации.

В рамках данного исследования проводится выбор условий проведения таких реакций без потери агрегативной устойчивости частиц, что позволило бы создать полимерные суспензии с ионами металлов на поверхности, пригодные для иммунохимических исследований.

Для увеличения концентрации ионов на поверхности частиц было проведено химическое осаждение ионов металлов по методике описанной ниже. В качестве исходного латекс был выбран латекс SL-010-МАК, содержащий карбоксильные группы на поверхности частиц и синтезированный с учетом рекомендаций по синтезу полимерных микросфер функциональными группами на поверхности частиц (5). Данная суспензия, взятая для модификации, имеет узкое распределение частиц по размерам (РЧР), поэтому модифицированная суспензия будет иметь также узкое РЧР, что благоприятствует воспроизводимости опытов с использованием такой суспензии, т.е. выбор этого способа введения ионов переходных металлов на поверхность полимерных микросфер определялся возможностью сохранения узкого распределения частиц по размерам и получения частиц структуры “ядро-оболочка”.

Общая методика проведения процесса следующая. Поверхность микросфер, полученная сополимеризацией (метод введения по конверсии или затравочной полимеризации) стирола и непредельной карбоновой кислоты и содержащая таким образом карбоксильные группы, нейтрализуется ионами Na^+ или K^+ (путем введения эквимольного количества NaOH или KOH соответственно). Далее поверхность обрабатывают 5-10% избытком раствора соли, после чего проводится очистка в ультрафильтрационной ячейке по стандартной методике (5).

Рассмотрим примеры выполнения методик с осаждением различных ионов переходных металлов. Введение ионов кобальта (II) осуществляется следующим образом: к 8% водному латексу, полученному сополимеризацией стирола с метакриловой кислотой с введением метакриловой кислоты на заключительной стадии конверсии стирола SL-010-МАК добавляется 0,1М раствор NaOH для превращения от 10 до 95%

использованием соответствующих солей этих металлов. В таблице 1 представлены свойства полученных полимерных суспензий.

Таблица 1.

Свойства полимерных суспензий, полученных при химическом осаждении ионов металлов на поверхность частиц.

Суспензия	Используемая соль	Диаметр частиц, мкм	Устойчивость к электролитам (NaCl), моль/л	Площадь поверхности, приходящаяся на одну молекулу MAZn, А ² /г для неочищенной суспензии	Площадь поверхности, приходящаяся на одну молекулу MAZn, А ² /г. для очищенной суспензии
SL-Co-MAK-1	Co(CH ₃ COO) ₂ •4H ₂ O	1,07	0,25	1,80	3,08
SL-Cu-MAK-1	CuCl ₂	1,11	0,00	1,13	1,62
SL-Ni-MAK-1	Ni(NO ₃) ₂	1,12	0,00	1,69	4,38
SL-Zn-MAK-1	Zn(CH ₃ COO) ₂ •2H ₂ O	1,06	0,25	0,46	0,83

Из приведенных данных видно, что наибольшей устойчивостью к электролитам обладают полимерные суспензии, полученные при использовании солей Co(CH₃COO)₂•4H₂O и, Zn(CH₃COO)₂•2H₂O что, очевидно, соответствует большей концентрации ионов металлов на поверхности частиц и, как следствие, повышению электростатического и структурно-механического факторов устойчивости дисперсии полимера.

На рис. 2 представлены микрофотографии полученных полимерных суспензий до и после очистки. Очистка проводилась в ультрафильтрационной ячейке на 1000 мл, повторяя цикл очистки 5 раз.

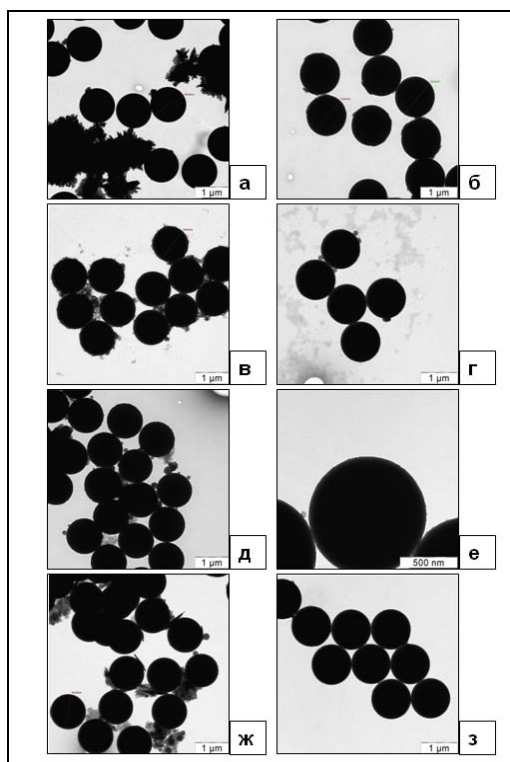


Рис.2. Микрофотографии полимерных суспензий до и после очистки, полученные с помощью ультрапросвечивающей микроскопии: а, б – суспензии SL-Co-MAK-1 до очистки и после нее соответственно; в, г – суспензии SL-Cu-MAK-1 до очистки и после нее соответственно; д, е – суспензии SL-Ni-MAK-1 до очистки и после нее соответственно; ж, з – суспензии SL-Zn-MAK-1 до очистки и после нее соответственно.

Видно, что после очистки концентрация кристаллов уменьшается как на поверхности частиц так и в пространстве между частицами. Можно предположить, что ионы металла распределяются менее равномерно, в отличие от введения ионов металлов по конверсии, поскольку кристаллы локализованы в виде больших групп, причем они кристаллы находятся не на всех частицах. Однако при большем увеличении (рис. 2(е)) видно, что поверхность модифицированных частиц имеет морфологию, отличную от морфологии нативных частиц суспензии SL-010-MAK, и распределение равномерно.

Сравнение данного метода с методами получения полимерных суспензий сополимеризацией с металлсодержащим мономером показывает, что он позволяет получать на порядок большую концентрацию ионов металла на поверхности без потери агрегативной устойчивости, а степень сшивки таких суспензий невелика, что свидетельствует о невысокой степени проникновения ионов металлов в приповерхностный слой.

Полученные данные о коллоидно-химических свойствах модифицированных суспензий, а также испытания в иммунохимических

лабораториях показали, что выбранный метод позволяет получить суспензии, отвечающих требованиям, предъявляемым для суспензий для иммунохимических исследований, а поверхность частиц содержит ионы металла, которые могли бы селективно связываться с биополимерами.

Таким образом, данный метод позволяет получать латексы с частицами размером порядка 1 мкм с ионами металлов на поверхности частиц достаточно высокой концентрацией ионов металла на поверхности (от 0,01 до 3,0 ммоль металла в расчете на 1 г сухого полимера) и перспективен для получения латексов с широким набором свойств.

Список литературы

1. Прокопов Н.И., Вовк Д.Н., Грицкова И.А. Синтез полимерных суспензий с ионами металлов на поверхности частиц для иммунохимических исследований //Журнал «Высокомолекулярные соединения», Серия А, Том 2, с. 55-60, 2004.

2. Metal ions in biological systems. V.9/ Ed. H.Sigel, N.Y.: Marcel Dekker, 1999.

3. Помогайло А.Д., Уфлянд И.Е.. Макромолекулярные металлохелаты // -М.: Химия, 1991.

4. Muir Benjamin, Barden Michael et al. Use of metal complexes. PCT International Patent WO 2006/002472, 12.01.2006.

5. Лобанов А.Н.. Дис. ...канд. хим. наук. М.: МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 2003.

Использование реакции переаминирования в синтезе гетероциклических продуктов

Гаврилова А.В., Коробова Е.А., Белова Л.О., Кирилин А.Д. (г. Москва, Московская государственная академия тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова, кафедра химии и технологии элементоорганических соединений, e-mail: kirilin@mitht.ru)

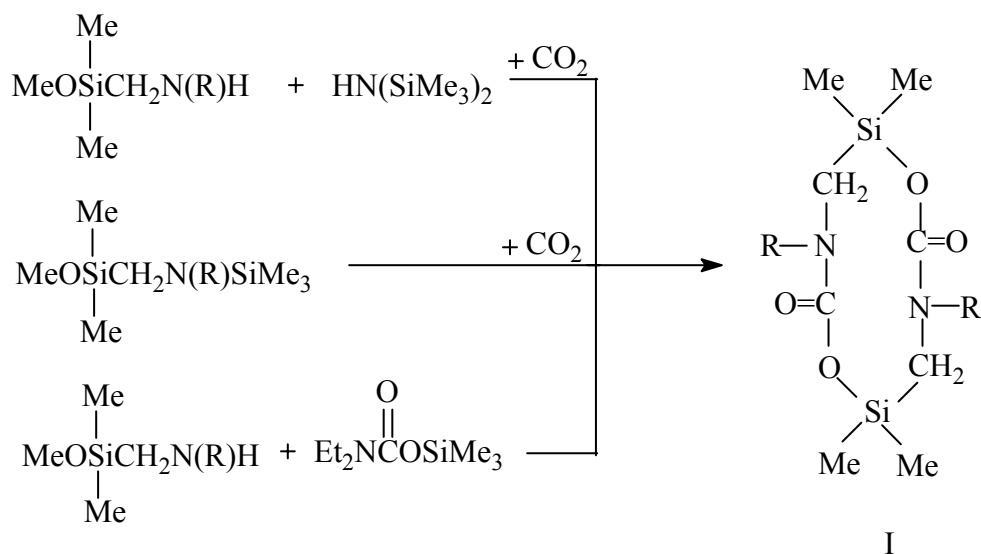
The results of studies reaction transamination of trimethylsilyl diethylcarbamate by carbaminosilanes. Shown that siliconnitrogenorganic monomers allows the easy manufacture of heterocyclic compounds. Use of dihydrazines in this reactions leads to organic heterocyclic compounds formation.

Кремнийазотсодержащие органические соединения находят широкое применение в основном органическом синтезе, в качестве вулканизирующих агентов силиконовых каучуков и как биологически активные продукты (1-4).

Вот почему расширение областей применения этих соединений по-прежнему является актуальной задачей.

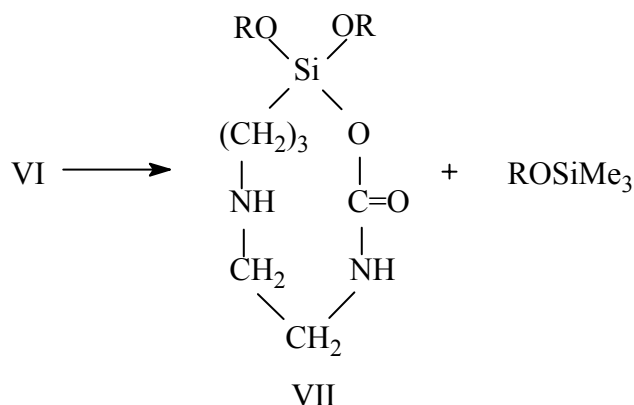
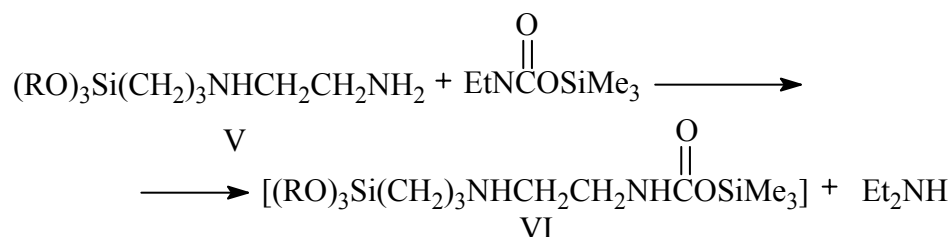
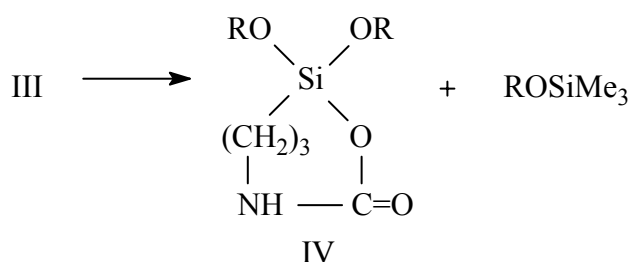
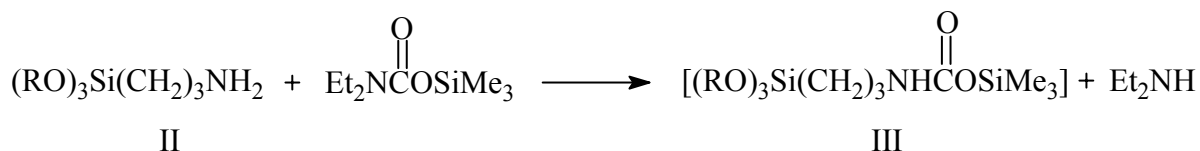
Нами изучена возможность использования реакции переаминирования в синтезе ранее неизвестных гетероциклических продуктов.

Из литературы (5) известно, что применение карбаминосиланов, у которых атом азота находится в α -положении по отношению к кремнию, можно использовать при получении производных 2,5-дисилапиперазина (I).



Оказалось, что и другие карбофункциональные кремнийазотсодержащие органические продукты также могут служить исходным сырьем в синтезе гетероциклических соединений.

В качестве таких продуктов можно использовать амины, у которых атом азота находится в γ -положении по отношению к кремнию (II), диамины (V), а также дигидразины (VIII, IX).

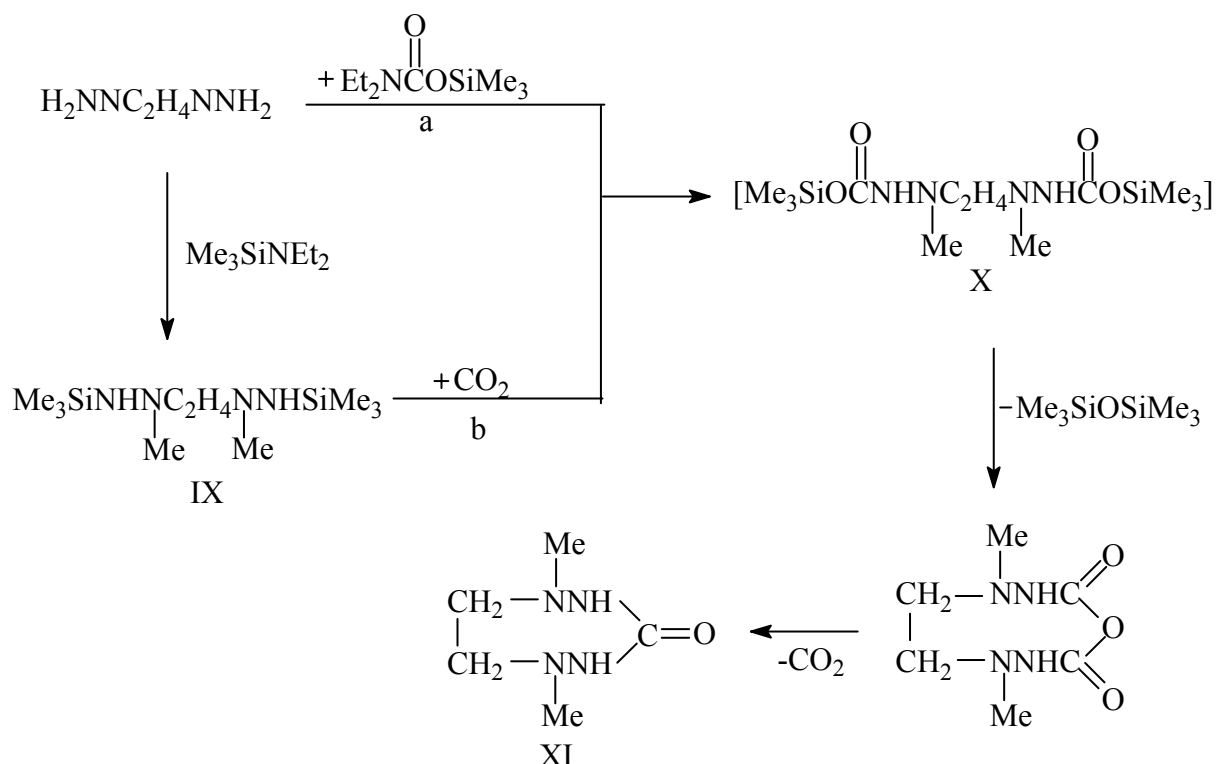


Выделение в ходе процесса диэтиламина и алкокситриметилсилана, а также образование гетероциклов (IV и VII), позволяют сделать

заклучение о том, что сначала в результате реакции переаминирования образуются О-силилуретаны (III и VI) линейного строения, внутримолекулярное десилилирование которых и приводит к целевым продуктам.

Примерно по аналогичной схеме протекают реакции при использовании в качестве исходных продуктов дигидразина (VIII) или его кремнийорганического аналога (IX).

И в этом случае, сначала, образуется бис-О-силилуретан (X), который и превращается в органический гетероцикл (XI).



Таким образом, на основании полученных результатов можно заключить, что использование карбаминосиланов в реакции переаминирования позволяет получать гетероциклические кремнийсодержащие продукты, не зависимо от положения атома азота в молекуле. В случае применения в этой же реакции дигидразинов процесс заканчивается образованием органических гетероциклических соединений.

Список литературы

1. Кирилин А.Д., Шелудяков В.Д., Горлов Е.Г., Миронов В.Ф. Прикладное использование кремнийорганических уретанов. М., НИИТЭХИМ, 1979, 46с.

2. Кирилина Н.И., Шелудяков В.Д., Кирилин А.Д., Миронов В.Ф. Двоокись углерода в химии кремнийорганических соединений. М., НИИТЭХИМ, 1980, 41с.

3. Донской А.А., Баритко Н.В., Евсеева В.А., Зайцева Е.И., Кирилин А.Д., Белова Л.О., Чернышев Е.А., Шапатын А.С., Требукова Е.А. Патент РФ 2188841 (2002).

4. Воронков М.Г., Зелчан Г.И., Лукевиц Э.Я. Кремний и жизнь. Рига, «Зинатне», 1978, 387с.

5. Кирилин А.Д., Докучаев А.А., Менчайкина И.А., Чернышев Е.А. // Изв. АН, серия химическая, 1996, №10, С. 2407.

Смеси желатины с лецитином как стабилизаторы дисперсных систем

Дякина Т.А., Деркач С.Р., Петрова Л.А. (МГТУ, кафедра химии, e-mail: petrovala@mstu.edu.ru)

Properties of the gelatin-lecithin mixtures in the bulk and at the liquid interfaces, stability and rheological properties of the concentrated emulsions stabilized with gelatin in the presence of natural phospholipin lecithin have been studied for the purpose of the new food production creation. It was shown that emulsion properties are determined by the gelatin-phospholipin molar ration in the system.

Водорастворимые белки как природные биополимеры являются незаменимыми компонентами в различных технологиях при создании новых продуктов функционального назначения в пищевой, косметической промышленности, в фармации, медицине и др. Важное место занимает желатина, благодаря уникальной способности к термообратимому гелеобразованию в объеме и на поверхности раздела фаз.

Эффективным способом регулирования коллоидно-химических свойств желатины для достижения желаемой растворимости, реологических свойств и стабильности систем является ее физическая модификация поверхностно-активными веществами (ПАВ) различной природы. Среди них особый интерес для пищевой и фармацевтической промышленности представляют лецитины, относящиеся к функциональным ингредиентам и полезность которых для здоровья человека достоверно доказана мировой наукой и практикой.

Целью работы являлось исследование коллоидно-химических свойств смесей желатины с лецитином на жидких межфазных границах вода/углеводород с целью их использования при получении новых пищевых продуктов.

Объектами исследования являлись водные смеси желатины с лецитином; адсорбционные слои, сформированные на межфазной границе раздела вода/гептан; двусторонние эмульсионные пленки; концентрированные эмульсии.

Желатина производства Казанского завода со среднемассовой молекулярной массой $M_w \approx 100\ 000\ \text{Da}$; изоэлектрическая точка 4.9.

Лецитин яичный марки «serva» со средней молярной массой 795. Исходный 10 %-ный раствор лецитина готовили растворением навески вещества в гептане и этаноле (соотношение массовых долей гептана и этанола 1:5). Смеси (ассоциаты) желатины с лецитином для проведения всех экспериментов (кроме ИК-спектроскопии) получали введением

соответствующего объема исходного раствора лецитина в водный раствор желатины при температуре 40 – 45 °С. Диапазон концентраций лецитина составлял $1.0 \cdot 10^{-3}$ – $1.0 \cdot 10^{-2}$ %. Для экспериментов ИК-спектроскопии готовили растворы лецитина с массовой долей от 1.0 до 4.0 % растворением навесок в гептане (гептан нормальный эталонный, ГОСТ 5.395-70).

Комплексное исследование коллоидно-химических свойств смесей желатины с лецитином проводили с использованием современных физико-химических методов: ИК-спектроскопии, квазиупругого рассеяния лазерного света, дисперсии светорассеяния, Вильгельми, ротационной вискозиметрии (диапазон скоростей сдвига 0.0446 – 91.3 с⁻¹), поверхностной реологии межфазных адсорбционных слоев и эмульсионных пленок.

Методом ИК-спектроскопии изучали взаимодействие компонентов в объеме углеводородной фазы (гептана). При этом лецитин находился в гептане, желатина – в воде (D₂O). Методом ИК-спектроскопии показано, что при наслоении углеводородного раствора лецитина на водный раствор желатины происходит интенсивный массоперенос компонентов системы из одной фазы в другую. Вода и белок из водной фазы самопроизвольно переходят в углеводородную, содержащую обратные мицеллы лецитина, которым принадлежит определяющая роль в этом процессе. Время достижения равновесного распределения компонентов между жидкими фазами и межфазным слоем зависит от концентрации лецитина и составляет несколько суток при его высоком содержании в системе. Взаимодействие молекул воды и желатины с лецитином происходит вследствие формирования водородных связей в области полярных групп фосфолипида (фосфатных и карбонильных). При этом в углеводородной фазе образуются мицеллы смешанного состава (ассоциаты).

Исследования водных смесей желатины с лецитином методом дисперсии светорассеяния показали, что введение лецитина в водный раствор желатины также приводит к образованию мицеллярных ассоциатов желатины с лецитином. Размер частиц таких ассоциатов больше по сравнению с частицами желатины, но меньше по сравнению с везикулами лецитина и находится в диапазоне 250 – 550 нм. Образование этих ассоциатов (подобно синтетическим ПАВ), происходит в результате электростатических и/или гидрофобных взаимодействий заряженных головных групп и углеводородных радикалов фосфолипида с противоположно заряженными и алифатическими аминокислотными остатками полипептида желатины соответственно.

Образующиеся ассоциаты желатины с лецитином поверхностно-активны, поскольку межфазное натяжение водных смесей желатины с лецитином на границе с гептаном понижается до небольших значений порядка 5 мН/м.

Изучали реологическое поведение смешанных межфазных адсорбционных слоев, сформированных из водных смесей желатины с лецитином на границе с гептаном в условиях сдвиговых деформаций. Время достижения квазиравновесных значений реологических параметров слоев зависит от концентрации желатины и концентрации вводимого фосфолипидного компонента (лецитина) в водную фазу и составляет для исследованных систем 6 – 8 часов. Значения реологических параметров межфазных слоев желатины с лецитином на границе с углеводородом приведены на рис. 1. Слои характеризуются вязкоупругими свойствами и имеют предел текучести. В области небольших массовых соотношений

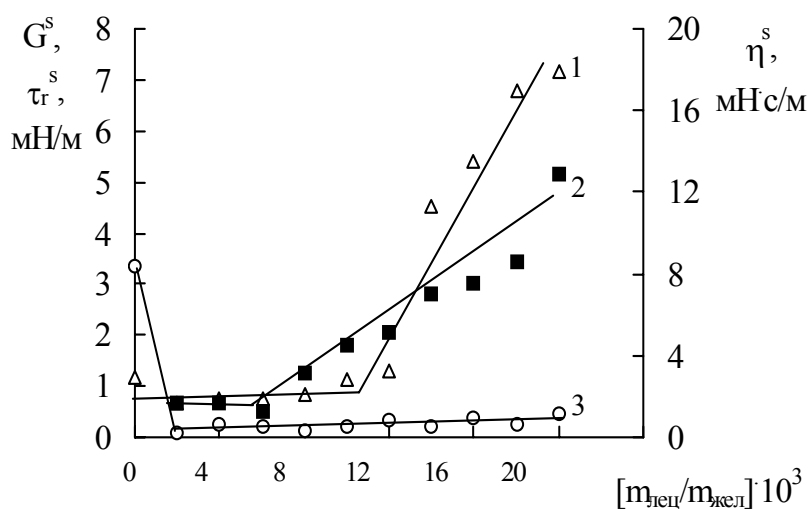


Рис. 1. Зависимость реологических параметров: модуля упругости G^s (1), предела текучести τ_r^s (2), вязкости η^s (3) адсорбционных слоев, сформированных из водных смесей желатины с лецитином на границе с гептаном, от концентрации лецитина. $C_{\text{жел}} = 0.50 \%$, $\text{pH} = 5.2 - 5.8$, время формирования слоя 4 часа, $t = 22 \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau_n = 0.056 \text{ мН/м}$

компонентов лецитина и желатины вязкость слоя, предел текучести и модуль упругости не изменяются. При этом наблюдается некоторое пороговое значение соотношений компонентов, выше которого предел текучести и модуль упругости слоя резко возрастают. Это свидетельствует об увеличении числа контактов между элементами структуры в гелеобразном слое, что затрудняет их быструю реакцию на приложенное извне напряжение и, следовательно, изменяет скорость развития эластичных деформаций.

Стабилизирующее действие смесей желатины с лецитином, исследовали на примере двусторонних эмульсионных пленок (которые представляются как элементы эмульсий), а также непосредственно эмульсий.

Найдены массовые соотношения компонентов в смеси, при которых образуются устойчивые пленки. При этом область образования устойчивых пленок совпадает с областью соотношений компонентов, в которой модуль упругости межфазного слоя резко возрастает. Это подтверждает роль структурно-механического барьера (его упругой составляющей) в устойчивости эмульсионных пленок исследованных систем. Следует отметить, что предел текучести, модуль упругости и вязкость пленки не равна удвоенным соответствующим величинам адсорбционного слоя. Параметры пленок (в условиях формирования адсорбционных слоев в пленке в течение нескольких минут) соизмеримы с аналогичными характеристиками слоя, формировавшегося 4 часа.

Свойства эмульсионных пленок определяют устойчивость эмульсий к коалесценции. Эмульсии получали методом диспергирования при объемном различном соотношении водной и углеводородной фазы.

В работе показано, что ассоциаты желатины с лецитином могут стабилизировать как прямые, так и обратные эмульсии. Тип эмульсии зависит от соотношения жидких фаз при эмульгировании и от массового соотношения лецитина и желатины.

Скорость процесса седиментации в эмульсиях понижается с увеличением концентрации лецитина в системе. Через 1 сутки устанавливается постоянная концентрация дисперсной фазы и составляет 76 – 80 %.

Для полученных в процессе седиментации концентрированных эмульсий определяли агрегативную устойчивость и реологические свойства. Агрегативную устойчивость концентрированных эмульсий определяли на основании построения диаграмм стабильности. Использование смесей желатины с лецитином при определенных массовых соотношениях приводит к повышению устойчивости эмульсий. Повышение устойчивости эмульсий наблюдается при тех же соотношениях компонентов, при которых формируются устойчивые эмульсионные пленки (рис. 2). При этом модуль упругости и предел текучести пленок и адсорбционных слоев высокие. Очевидно, механическая прочность и упругость пленок, стабилизированных ассоциатами желатины с лецитином, увеличивают сопротивление пленок прорыву и обеспечивают высокую агрегативную устойчивость концентрированных эмульсий.

Концентрированные эмульсии проявляют упруговязкие свойства. Для всех эмульсий значения эффективной вязкости зависят от скорости сдвига, что характерно для жидкостей неньютоновского типа. Вязкость уменьшается при увеличении скорости сдвига в исследуемом диапазоне скоростей сдвига. Увеличение концентрации лецитина в системе приводит к снижению эффективной вязкости.

Полученные кривые течения в нелинейной области можно аппроксимировать реологическими моделями Гершеля–Балкли и Кэссона и рассчитать пределы текучести эмульсий. Необходимо отметить, что коэффициент корреляции между экспериментальными и рассчитанными величинами выше в случае применения уравнения Гершеля–Балкли. Предел текучести концентрированных эмульсий уменьшается с увеличением массового соотношения желатины с лецитином.

Предел текучести характеризует механическую прочность структурированных эмульсий. Прочность индивидуального контакта между каплями уменьшается. Это обусловлено лиофилизацией межфазной поверхности и изменением свойств межфазных адсорбционных слоев и пленок желатины при ее модификации лецитином.

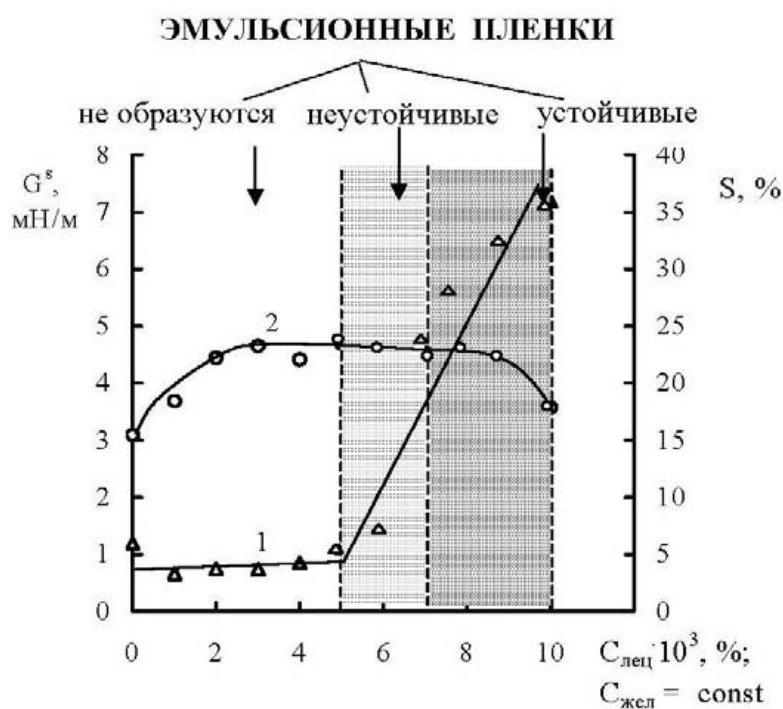


Рис. 2. Диаграмма устойчивости эмульсионных пленок, сформированных из смесей желатины ($C_{\text{жел}} = 0.50 \%$) с лецитином на границе с гептаном, $\text{pH} = 5.2 - 5.8$, $t = 22^\circ\text{C}$.

1 – зависимость модуля упругости от концентрации лецитина при $C_{\text{жел}} = 0.50 \%$;

2 – зависимость агрегативной устойчивости концентрированных эмульсий, стабилизированных водными смесями желатины ($C_{\text{жел}} = 0.10 \%$) от концентрации лецитина

Как следует из проведенных исследований, введение лецитина приводит к изменению реологических свойств эмульсий желатины (уменьшению вязкости и предела текучести), что обусловлено

формированием менее прочной пространственной структуры при коагуляции.

Таким образом в работе показано, что использование смесей желатины с лецитином при определенных массовых соотношениях ($[m_{\text{лец}}/m_{\text{жел}}] = 0.02 - 0.09$) приводит к повышению устойчивости концентрированных эмульсий масло-в-воде. Смеси желатины с лецитином могут использоваться при создании новых пищевых форм. На основе полученных данных разработаны рецептуры эмульсионных заливок с использованием смесей белка и лецитина в качестве стабилизирующих добавок при производстве рыбных стерилизованных консервированных продуктов.

Изучение сорбции америция на органических и органо-минеральных компонентах почвенного комплекса

Захаренков В.В., Захаренкова Н.В., Иванова Т.Г. (Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь, 220030, пр-т Независимости, 4; e-mail: zakharenkov@bsu.by)

Results of effect of the content and pH of soil solution on the americium sorbtion by organo-mineral component of soil sorbtion complex are given as studied in a series of model experiments. Presense of Fe (III) and pH of the solution make the most effect on the distribution coefficient. Addition of the clay mineral leads at first to decrease and then to increase in Kd.

Введение

В чернобыльских выпадениях на территории Беларуси установлено наличие 17 трансурановых элементов, наиболее опасными среди которых в настоящий период являются $^{238,239,240}\text{Pu}$ и ^{241}Am . Присутствие америция в окружающей среде следует рассматривать как новый, малоизученный фактор, требующий оценки в радиэкологическом аспекте. Способность америция избирательно накапливаться в отдельных органах и тканях, длительный период полувыведения из организма человека, значительно превышающий продолжительность жизни, делают изучение его биологической доступности актуальным. Для прогнозирования поступления америция в пищевые цепочки человека большое значение имеют данные о его поведении в почве, являющейся исходным звеном миграции. От прочности связи америция с компонентами почвенного сорбционного комплекса зависит его перераспределение в системе «почва – растение (животное) – человек».

Проведенные исследования миграционной способности трансурановых элементов в почвеннорастительном комплексе показали, что органо-минеральные компоненты почвенного комплекса являются мощным сорбционным барьером, обуславливающим концентрирование америция в корнеобитаемом слое почв [1 – 3]. Использование природных почвенных образцов при изучении сорбции трансурановых элементов сопряжено с рядом трудностей, и в первую очередь — с гетерогенностью почвы, что диктует необходимость проведения модельных экспериментов.

Взаимодействие америция с органическими и органоинеральными компонентами почвенного комплекса широко исследовалось [4 – 5] с помощью УФ, TRLFS и LPAS спектроскопии, ультрафильтрации в области относительно высоких концентраций ($10^{-8} - 10^{-4}$ моль/л) для оценки безопасности существующих хранилищ высокоактивных отходов ядерного

топливного цикла. Исследованию подвергались в основном загрязненные грунтовые воды, состав и содержание гумусовых веществ в которых существенно отличается от состава и содержания гумуса, характерных для белорусских почв. Применение α -спектрометрии позволяет исследовать сорбцию ^{241}Am в области значительно более низких концентраций (от 0,002 Бк/л или $5 \cdot 10^{-8}$ моль/л).

Цель настоящего исследования заключалась в изучении сорбционных процессов америция в модельных экспериментах с использованием в качестве сорбентов гуминовых кислот (ГК) с известными физико-химическими параметрами, а также органоминеральных препаратов, полученных на их основе.

Объекты и методы исследования

Использовались препараты гуминовых кислот, выделенных из торфа методом щелочной экстракции в Институте проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Б, а также монтмориллонит марки KSF, после перевода его в калиевую форму. Исследовались три фракции гуминовых кислот, отличающихся содержанием функциональных групп и молекулярно-массовым распределением. Основные характеристики фракций гуминовых кислот приведены в таблице. В модельных растворах сложного химического состава, имитирующих почвенный, варьировалось содержание катионов Na^+ (5 – 50 мг-экв/л), Ca^{2+} (10 – 40 мг-экв/л), Fe^{3+} (0 - $2 \cdot 10^{-5}$ мг-экв/л) и pH раствора.

Предварительно взвешенные навески монтмориллонита в калиевой форме заливали раствором гуминовой кислоты в 0,5 моль/л КОН. После выдерживания смеси в течение 14 суток при периодическом встряхивании раствор сливали, остаток высушивали в термостате при температуре 298 К. Затем его растирали до порошкообразного состояния и хранили в стеклянных емкостях.

Образцы фракций гуминовых кислот и органоминеральных препаратов предварительно выдерживались в модельном почвенном растворе при температуре 298 К в течение 14 суток при периодическом встряхивании. Затем к модельной смеси добавлялось определенное количество стандартного раствора ^{241}Am , после чего герметично закрытые тefлоновые емкости с модельной системой снова помещались в термостат. Определение активности ^{241}Am в жидкой фазе после разделения модельной смеси методом фильтрации проводилось путем отбора аликвоты с последующим радиохимическим отделением америция и измерением α -активности препарата на спектрометре ALPHA-KING-676 А. Экспериментальная ошибка определения америция составляла 5 -10 %.

Таблица

Химические характеристики гуминовых кислот и pH среды выделения

фракции	рН выделения		Содержание функциональных групп		Элементный состав, %				
			С ООН	СООН + ОН					
	4,0	6,0 —	70	1, 3,95	9,0	,0	,8	,7	3,5
	6,0	8,0 —	75	1, 2,53	5,5	,0	,4	,7	4,4
	10,0	12,0 —	99	0, 3,13	9,7	,1	,3	,7	8,2

Для определения момента наступления сорбционного равновесия предварительно снимались кинетические кривые. Установлено, что по прошествии 14 суток α -активность жидкой фазы не изменялась. По данным измерения активности раствора до и после контактирования с сорбентом определялся коэффициент распределения америция между твердой и жидкой фазами K_d (л/кг) как соотношение удельных активностей сорбента (Бк/кг) и модельного раствора (Бк/л) при достижении сорбционного равновесия.

Результаты и обсуждение

Установлено, что величина сорбции америция гуминовыми кислотами изученных фракций отличается. Так, при рН 5,5 значение коэффициента K_d составляло 60,5 кБк/л (1 фракция ГК), 38,0 кБк/л (2 фракция ГК) и 19,1 кБк/л (3 фракция ГК). Как видно из рис. 1а, кислотность модельного раствора оказывает влияние не величину сорбции: значение равновесного коэффициента распределения K_d в системе «ГК — модельный раствор» снижалась в 1,3 – 1,5 раза при уменьшении рН раствора с 5,5 до 3,0, причем максимальное снижение K_d отмечено для системы с ГК фракции 1. Повышение концентрации однозарядных ионов (Na^+) на порядок не приводит к заметному изменению коэффициента распределения америция между ГК и раствором: значения K_d колебались в пределах ошибки эксперимента (рис. 1б). Увеличение концентрации двухзарядных катионов (Ca^{2+}) влияет на величину сорбции америция ГК всех фракций. Как следует из данных рис 2а, увеличение содержания Ca^{2+} в модельном растворе в 4 раза приводит к уменьшению K_d в 1,2 – 1,5 раза. Наибольший эффект на сорбцию америция гуминовыми кислотами оказывает присутствие ионов железа (III). Как видно из рис. 2б, при доведении концентрации Fe^{3+} в модельном растворе до $2 \cdot 10^{-5}$ г-экв/л отмечалось существенное снижение величины коэффициента межфазного распределения америция: максимальное снижение (в 11,2 раза) было зарегистрировано в модельное системе с ГК фракции 2, а минимальное (в 5,6 раза) — с ГК фракции 3, несмотря на сходный характер молекулярно-массового распределения гуминовых кислот.

Как видно из представленной на рисунке 3 зависимости сорбционная способность органоминерального препарата по отношению к америцию уменьшается по мере увеличения содержания в препарате ГК, что свидетельствует о взаимодействии ГК с монтмориллонитом. В результате, величина K_d препарата, содержащего $1 \cdot 10^{-2}$ ГК на грамм монтмориллонита оказалась ниже (280 л/кг), чем исходного монтмориллонита, для которого величина K_d в модельной системе с таким же составом раствором была 550 л/кг.

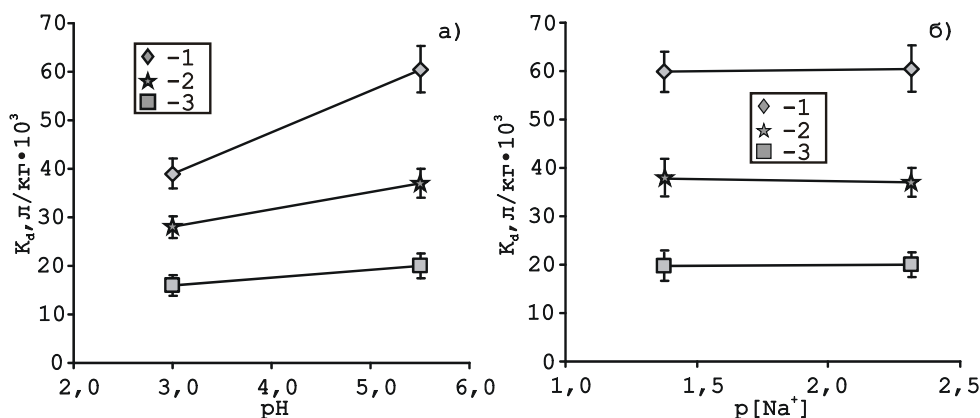


Рис. 1. Влияние рН модельного раствора (а) и концентрации ионов натрия (б) на коэффициент распределения америция в модельной системе «ГК — почвенный раствор» для различных фракций ГК.

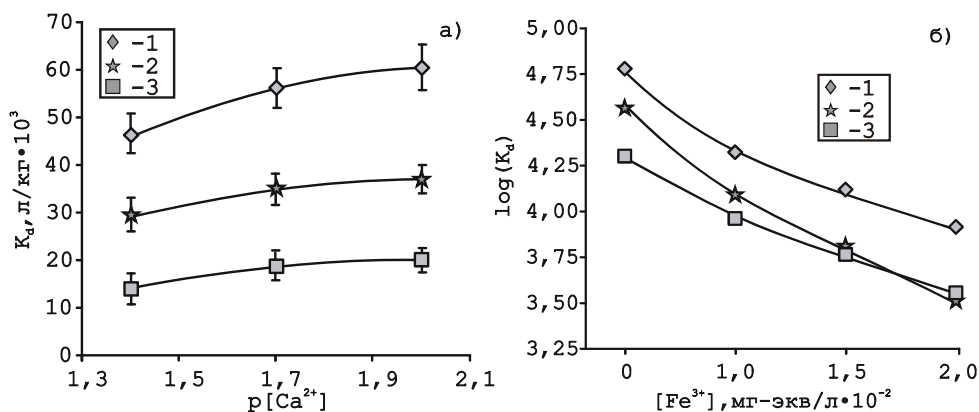


Рис. 2. Влияние концентрации ионов кальция (а) и железа (б) на коэффициент распределения америция в модельной системе «ГК — почвенный раствор» для различных фракций ГК.

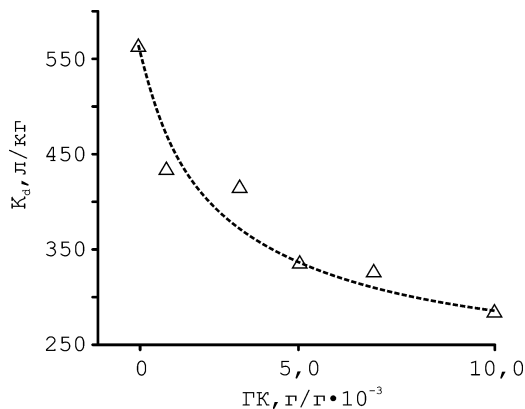


Рис. 3. Изменение коэффициента сорбции америция в системе «монтмориллонит — ГК — раствор» в зависимости от содержания ГК в органоминеральном препарате.

Выводы. Сорбционная способность гуминовых кислот изученных фракций по отношению к америцию отличается, что может быть обусловлено как различным содержанием катионообменных функциональных групп (COOH + OH), так и особенностями пространственного расположения последних. По степени влияния на сорбцию америция гуминовыми кислотами катионы почвенного раствора можно расположить в следующем ряду: $Fe^{3+} > Ca^{2+} > Na^{+}$. В системе «ГК — монтмориллонит — раствор» в начале кривой не наблюдается эффекта аддитивности: по-видимому происходит взаимодействие ГК и монтмориллонита. Поскольку почвенные растворы являются первичной средой аккумуляции биологически доступных форм элементов (как питательных, так и токсичных) полученные данные по влиянию кислотности и катионного состава модельных почвенных растворов на сорбцию америция органическими и органоминеральными составляющими почвенного поглощающего комплекса представляют интерес для научного обоснования эффективности проводимых агрономелиоративных мероприятий по отношению к трансурановым элементам, а также для разработки способов иммобилизации трансурановых элементов твердой фазой почв, а, следовательно, регулирования подвижности америция в почвенно-растительном покрове.

Список литературы

1. Соколик Г.А., Овсянникова С.В., Лейнова С.Л., Иванова Т.Г., Кимленко И.М., Захаренков В.В. Состояние и подвижность плутония и америция в почвенно-растительном покрове загрязненных территорий Беларуси// Труды международной конференции «Радиоактивность при ядерных взрывах и авариях», М., 24 – 26 апр. 2000, С.-Петербург: Гидрометиздат, 2000. – Т. 2. – С. 107 – 113.

2. G. Sokolik, S. Ovsianikova, I. Kimlenko. Soil organic matter and migration properties of $^{239,240}\text{Pu}$ and ^{241}Am // Radioprotection – Colloques. – 2002. – V.37. – P. 283 – 288.

3. Соколик Г.А., Овсянникова С.В., Кимленко И.М. Органические компоненты и состояние в почвах и почвенных растворах // Доклады НАН Беларуси. – 2002. - №3. – Т. 46. – С. 111 – 116.

4. Kim I.J., Rhee D.S., Wimmer H., Buckau G. & Klenze R. Complexation of trivalent metal ions (Am^{3+} , Cm^{3+}) with humic acid: a comparison of different experimental methods, Radiochimica Acta, 1989, V.48, p. 135

5. Carlsen L., The role of organics in the migration of radionuclides in the geosphere, CEC Report, EUR 12024 EN, 1989

6. Sokolik G.A., Ivanova T.G., Leinova S.L., Zakharenkov V.V., Zakharenkova N.V. Accumulation of $^{239,240}\text{Pu}$ and ^{241}Am by vegetation of natural and agrarian complexes// Abstracts of the 3rd congress on radiation research (radiobiology and radioecology), Kyiv, 21 – 25 May, 2003. – Kyiv, 2003. – p. 318.

Спекание оксида алюминия с использованием алюмогеля

Косенко Н.Ф., Филатова Н.В., Куликова Г.М. (Иваново. Государственный химико-технологический университет, каф. химич. технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов, e-mail: fogn@isuct.ru)

The method of corundum materials obtaining using alumina hydrate gel has been executed. The influence of the gel insertion mode and the salt anion kind upon the properties of corundum materials with alumogel has been studied.

В последние годы для получения изделий на основе оксидов кремния, алюминия, циркония и некоторых других начали использовать золь-гель методы. При этом возможно применение гелей в качестве основных сырьевых компонентов или же с целью связывания оксидного заполнителя. При термообработке полуфабриката гели образуют частицы оксидов с высокой дисперсностью и повышенной реакционной способностью. Образование активного оксида *in situ* позволяет интенсифицировать твердофазные процессы, в частности понизить температуру спекания на 100-200 °С. К недостаткам золь-гель можно отнести сложности процесса формования и значительная усадка при термообработке (1).

Большой интерес представляет использование золь и гелей в технологии корундовых изделий. Целесообразность использования алюмогеля в качестве связующего для технологии огнеупорных материалов связана с высокими адгезионными свойствами к оксидным неорганическим материалам, в том числе к корунду. При термообработке алюмогеля образуется активный оксид алюминия, не нарушающий химическую однородность конечного продукта.

Существуют различные способы получения гидроксида алюминия в гелеобразном состоянии. Алюмогель получают гидролизом спиртового раствора алкоксида, например изопропоксида, или прямым осаждением аморфной фазы аммиаком из растворов солей алюминия.

Известно, что при обычных условиях на первой стадии гидролиза выделяется аморфная фаза, которая затем превращается в псевдобёмит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), затем в бёмит ($\gamma\text{-AlOOH}$ (2) или $\delta\text{-AlOOH}$ (1)), который постепенно кристаллизуется в байерит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). При старении образуется гиббсит (гидраргиллит) $\text{Al}(\text{OH})_3$ как конечный стабильный продукт (3). При прокаливании гидроксида (≥ 1200 °С) образуется корунд.

Осаждение из соли алюминия аммиаком при комнатной температуре с последующим диализом приводит к получению золь (3). Свежеполученный гидроксид алюминия в интервале рН 7-10 при 22-80 °С называют гелеобразным бёмитом или псевдобёмитом, так как он содержит сверхстехиометрическую воду (до 2 моль H_2O на 1 моль Al_2O_3) (4). Эта

вода локализована в порах между кристаллами, причем жидкие прослойки играют важную роль в процессе пептизации, обеспечивая доставку ионов H^+ к поверхности кристаллитов (5).

Образованию байерита способствует щелочная среда ($pH \sim 11$) (2).

По данным (6) термообработка частиц оксида алюминия, полученного гидролизом алкоксидов, приводит к доминированию тетраэдрической координации атома алюминия, что оказывает существенное влияние на условия полиморфных переходов.

В работе (7) выявлено влияние вида аниона кислоты, с помощью которой осуществляли гидролиз золь для получения диаспоровых прекурсоров.

В настоящей работе предпринята попытка сопоставить свойства спеченного корунда с использованием алюмогеля, полученного из различных солей алюминия ($AlCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$, $Al(NO_3)_3$). Аммиачный осадитель добавляли в раствор соли алюминия с концентрацией 17% при нагревании и непрерывном перемешивании, что способствовало выделению гидроксида алюминия в виде геля.

Использовали два способа ввода гелей, полученных из различных солей, в корундовый порошок:

- смешение свежеприготовленных гелей с корундовым порошком перед формованием образцов;
- предварительная сушка гидрогелей в сушильном шкафу ($120\text{ }^\circ\text{C}$) или СВЧ-печи с последующим смешением полученных ксерогелей с корундом и увлажнением для обеспечения формуемости массы.

Применение алюмогеля в качестве спекающей добавки позволяет осуществлять его быструю сушку, так как происходящие в ходе термообработки усадочные явления в геле не имеют значения.

На рис. 1-3 приведены ИК-спектры исходных солей алюминия, а также спектры ксерогелей, высушенных различными способами. Способ подвода тепла относительно мало влияет на структуру формирующихся ксерогелей из $AlCl_3$ (рис.2) и $Al_2(SO_4)_3$ (рис.3). Характер полос поглощения в длинноволновой области, относящихся к валентным колебаниям слабосвязанной воды ($\nu_{as} \sim 3600\text{-}3400\text{ см}^{-1}$ и $\nu_s \sim 3400\text{-}3200\text{ см}^{-1}$) и к деформационным колебаниям кристаллогидратной воды ($\delta - 1590\text{-}1670\text{ см}^{-1}$), практически одинаков. Изменяется лишь относительная интенсивность указанных полос.

ИК-спектр ксерогеля из $Al(NO_3)_3$, высушенного в сушильном шкафу, существенно отличается. В области $\sim 3700\text{ см}^{-1}$, отвечающей за колебания изолированного иона OH^- (ν) наблюдается целая группа узких, хорошо разрешенных линий. Кроме того, в этом спектре отчетливо проявляются полосы в области $\sim 1020\text{ см}^{-1}$, соответствующей деформационным колебаниям связанной гидроксигруппы. Последние также имеют несколько экстремумов, что свидетельствует о существовании OH^- групп,

различным образом связанных в структуре данного ксерогеля. Эти факты требуют дополнительного изучения.

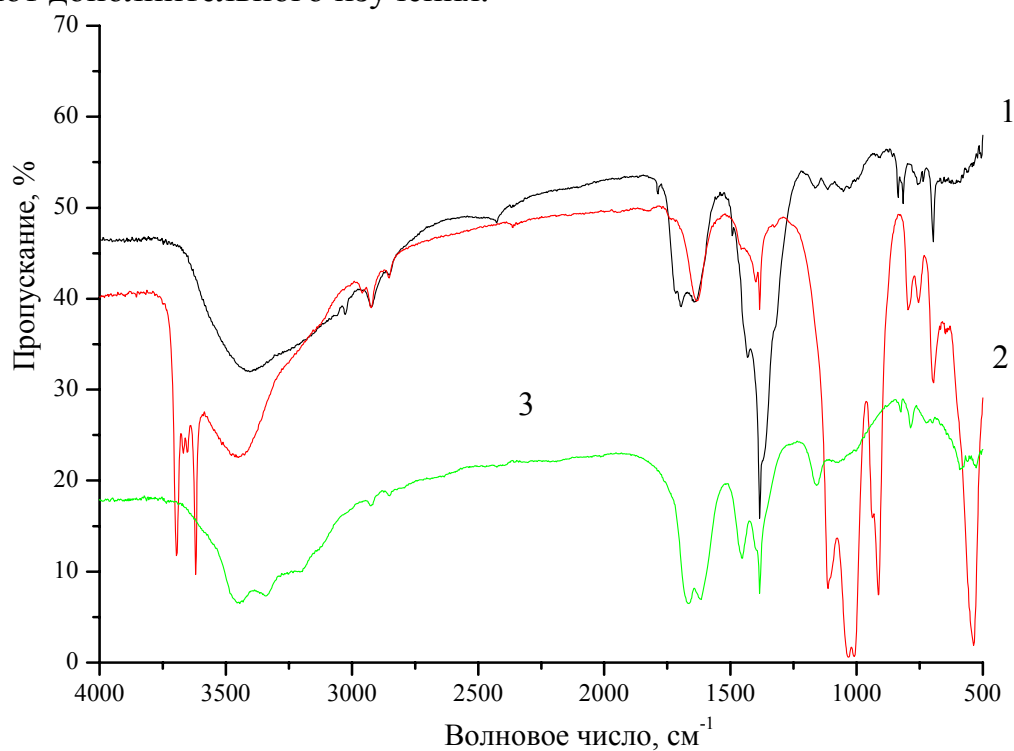


Рис.1. ИК- спектры нитрата алюминия (1) и ксерогелей, полученных на его основе и высушенных в сушильном шкафу (2) и в СВЧ-печи (3)

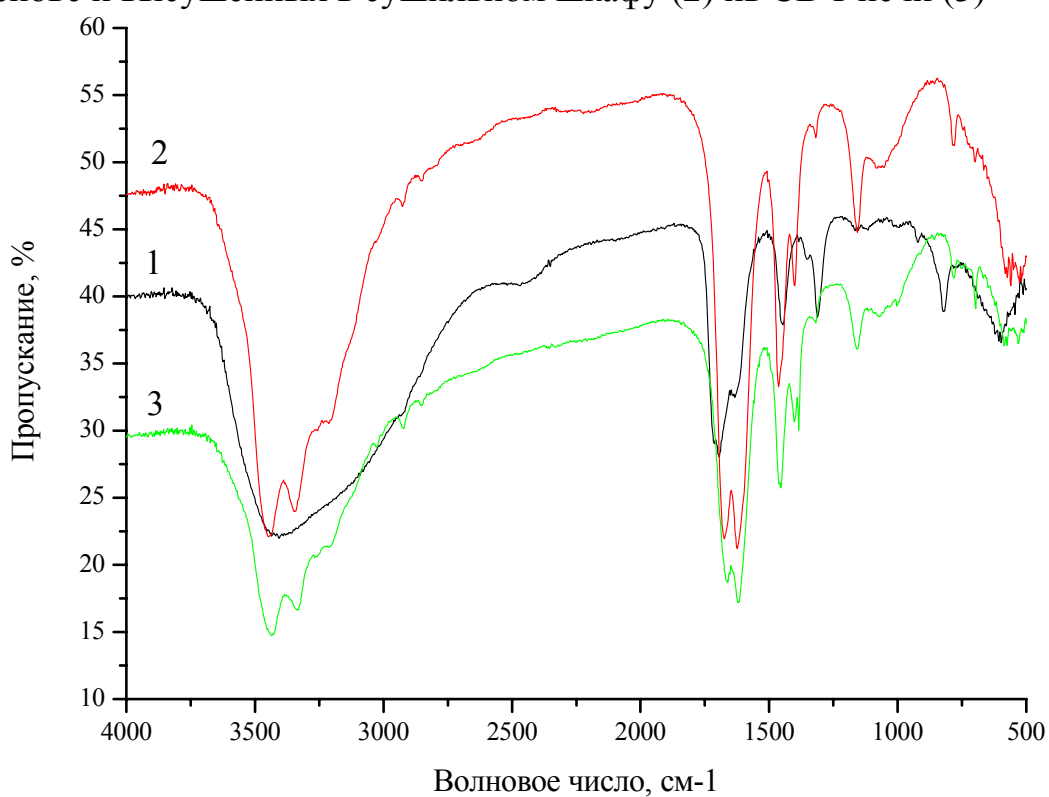


Рис.2. ИК- спектры хлорида алюминия (1) и ксерогелей, полученных на его основе и высушенных в сушильном шкафу (2) и в СВЧ-печи (3)

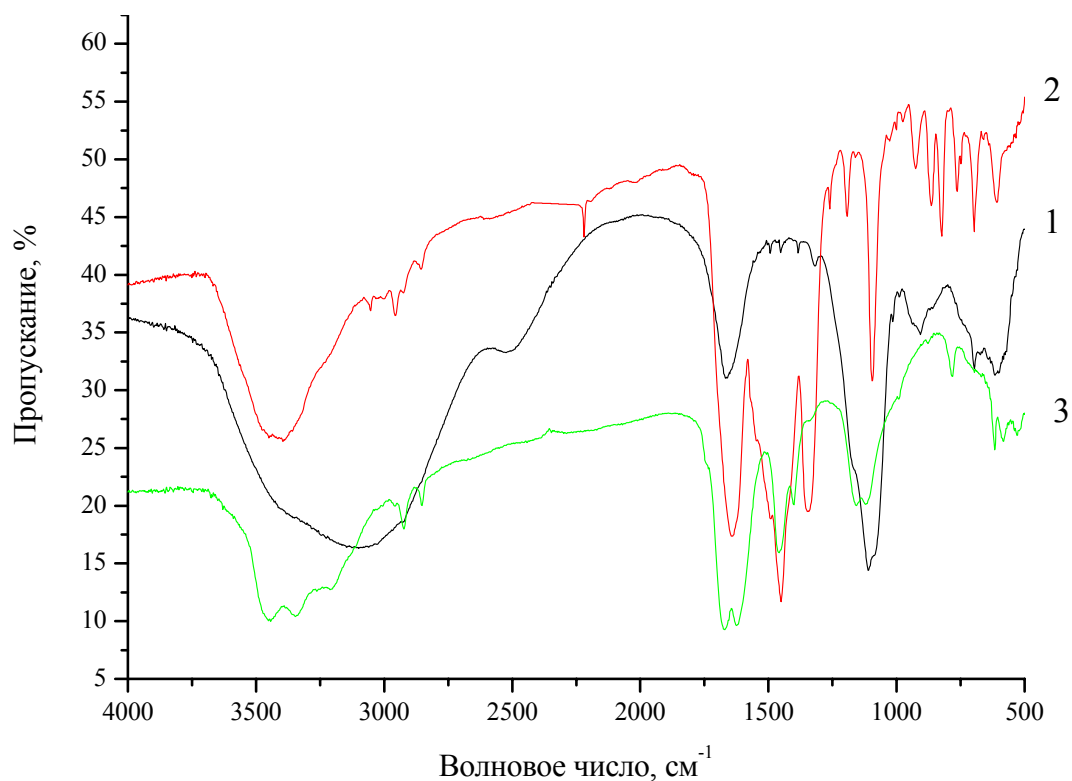


Рис.3. ИК- спектры сульфата алюминия (1) и ксерогелей, полученных на его основе и высушенных в сушильном шкафу (2) и в СВЧ-печи (3)

Влияние введения разновидностей алюмогеля на свойства корундовых материалов, спеченных при 1100 °С, иллюстрирует таблица.

Таблица

Свойства корундовых материалов с использованием алюмогеля

Вид добавки		Открытая пористость, %	Предел прочности при сжатии, МПа
—		38 ± 1	47 ± 2
Алюмогель из Al(NO ₃) ₃	Свежеприготовленный	38 ± 2	112 ± 4
	Высушенный в сушильном шкафу	40 ± 2	52 ± 6
	Высушенный в СВЧ-печи	39 ± 1	66 ± 4
Алюмогель из AlCl ₃	Свежеприготовленный	39 ± 1	80 ± 8
	Высушенный в сушильном шкафу	39 ± 1	54 ± 14
	Высушенный в СВЧ-печи	39 ± 1	66 ± 2
Алюмогель из Al ₂ (SO ₄) ₃	Свежеприготовленный	36 ± 1	70 ± 6
	Высушенный в сушильном шкафу	35 ± 2	65 ± 5
	Высушенный в СВЧ-печи	37 ± 1	62 ± 2

Полученные данные свидетельствуют об отсутствии воздействия вводимых алюмогелей на пористость корундовых материалов в условиях проведения эксперимента. Способ сушки гелей также не оказывает существенного влияния на свойства образцов.

Отчетливо прослеживается положительное действие ввода всех изученных разновидностей алюмогелей на прочность образцов, причем максимальный прирост прочности наблюдается при использовании свежеприготовленных гелей. Равномерное распределение гелеобразной добавки по поверхности корунда способствует более плотному контакту зерен и интенсифицирует процесс спекания. Смесь корундового порошка и ксерогеля трудно гомогенизировать при простом смешении. Наивысшую прочность имеет корундовый материал, приготовленный с применением свежего геля из нитрата алюминия, в котором сочетаются высокая прочность и повышенная пористость.

Список литературы

1. Сычев М.М. Перспектива использования золь-гель метода в технологии неорганических материалов // Ж. прикл. химии. 1990. Т. 63. № 3. С. 493.

2. Шабанова Н.А., Попов В.В., Саркисов П.Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов. – М.: ИКЦ "Академкнига", 2006. С.159.

3. Берестнева З.Я., Корецкая Т.А., Каргин В.А. О механизме образования коллоидных частиц гидроокиси алюминия// Колл. ж. 1951. Т. 13. № 5. С. 323.

4. Назаров В.В., Павлова-Веревкина О.Б. Синтез и коллоидно-химические свойства гидрозоль бёмита // Колл. ж. 1998. Т. 60. № 6. С. 797.

5. Павлова-Веревкина О.Б., Рогинская Ю.Е. Получение и свойства стабильных золь-гелей гидроксида алюминия. Изучение процесса пептизации высокодисперсного гидроксида алюминия // Колл. ж. 1993. Т. 55. № 3. С. 133.

6. Дудкин Б.Н., Канева С.И., Бугаева А.Ю., Плетнев Р.Н. Температурная трансформация структуры частиц оксида алюминия, полученного золь-гель способом // Физико-химические проблемы создания новых конструкционных керамических материалов. Сырье, синтез, свойства: Тез. докл. IV Всеросс. конф., Сыктывкар: Изд-во Коми НЦ УрО РАН. 2001. С. 118.

7. Smith R.L., Rohrer G.S., Perrotta A.J. Influence of diasporite seeding and chloride concentration on the transformation of "diasporic" precursors to corundum // J. Amer. Ceram. Soc. 2001. V. 84. N. 8. P. 1896.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ МК-9572.2006.3

Влияние механической обработки извести на скорость ее гашения

Косенко Н.Ф., Виноградова Л.А., Тарасова А.В., Барыкина О.И.
*(г.Иваново. Государственный химико-технологический университет,
кафедра химической технологии тугоплавких неметаллических и
силикатных материалов, e-mail: sma@isuct.ru)*

The mechanical treatment effects upon the rate of the lime slaking have been investigated. The essential rate slaking reduction under the attrition treatment of a short duration has been noted. Such result is connected with the formation of calcium hydroxide and carbonate on the surface of the lime particles.

Производство качественного силикатного кирпича основано на использовании быстрогасящейся воздушной извести. В производстве силикатных бетонов, как тяжелых, так и ячеистых, применяют среднегасящуюся известь.

Скорость гашения извести во многом определяется параметрами процесса обжига карбонатных пород, к которым относятся средняя температура в зоне обжига и продолжительность нахождения материала при данной температуре.

Мягкий обжиг характеризуется температурным интервалом в зоне обжига шахтной печи, равным 950 – 1100 °С. При данной температуре обжига получаемая известь имеет размеры кристаллов СаО – менее 1 мкм. Время гашения около 2 минут, температура гашения 90 -95 °С.

При среднем обжиге максимальный температурный интервал термообработки извести в шахтной печи составляет 1100 – 1250 °С. Куски извести отличаются более плотной структурой, размеры кристаллов СаО до 10 мкм. Известь также бурно реагирует с водой. Время гашения 3 -10 мин, температура гашения 80 – 90 °С.

Жесткий обжиг отличается еще более высокой температурой в зоне обжига шахтной печи: 1300 – 1400 °С. Получаемая известь имеет плотную структуру с незначительной пористостью. Кристаллы СаО, с размерами более 10 мкм, значительно медленнее гасятся водой, время гашения 8 - 15 мин, температура гашения 75 – 85 °С (1).

Таким образом, для получения извести с растянутыми сроками гашения необходимо существенно повышать температуру и длительность обжига сырья, а значит, увеличивать расход топлива.

Длительность гашения извести можно регулировать также различными минеральными добавками, вводимыми в карбонатное сырье до обжига или при помолу негашеной извести. С этой целью применяют

различные вещества неорганической природы, имеющие разные механизмы воздействия на формирующуюся структуру и свойства оксида кальция. К ним, в частности, относятся добавки сульфатной природы (2) – сульфаты натрия, алюминия, гипс, комплексная добавка, состоящая из соды и борной кислоты (3,4), и др. Однако существуют области применения извести, когда ввод добавок, изменяющих химический состав получаемого материала, нежелателен. Кроме того, высокая активность оксида кальция по отношению к воде является препятствием для его применения в качестве высокоогнеупорного материала (температура плавления CaO 2570 °С) и создает сложности в получении, хранении и использовании доломитовых (известковопериклазовых) огнеупоров (5,6).

В настоящей работе поставлена задача замедлить процесс гашения извести без применения высокотемпературного обжига и без ввода добавок.

Для проведения эксперимента была использована свежесоборванная известь Ивановского завода силикатного кирпича.

Скорость гашения извести оценивали по стандартной методике (ГОСТ 9179-77), а именно: по времени достижения максимально развивающейся температуры в процессе гидратации CaO в сосуде Дьюара и по величине этой температуры.

Известь в виде порошка подвергали истирающей обработке вручную (в фарфоровой ступке) и в шаро-кольцевой мельнице в течение 2-15 мин.

Данные по скорости гашения CaO в зависимости от длительности механической обработки представлены на рис. 1.

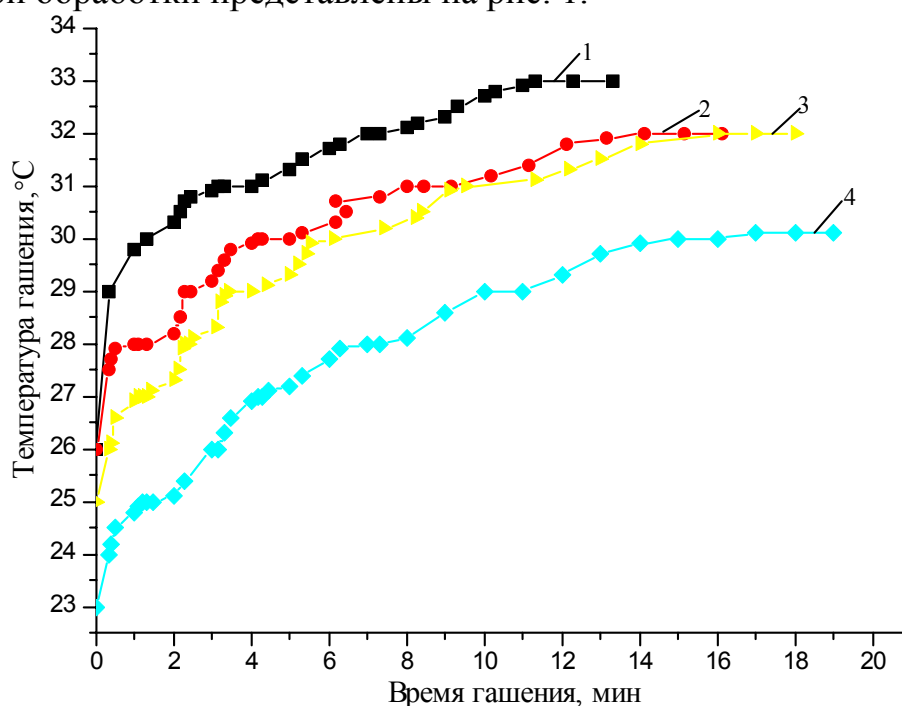


Рис.1. Влияние длительности механической обработки на процесс гашения извести

Длительность обработки, мин: 1 – 0; 2 – 5; 3 – 10; 4 – 12,5; 5 – 15

Скорость активного периода процесса (V) можно охарактеризовать величиной тангенса угла наклона начальных участков полученных зависимостей (α):

$$V = k \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Величина наклона зависимостей и достигаемая максимальная температура с ростом длительности механического обработки заметно понижаются (рис.2), т.е. истирающее воздействие исходного порошка приводит к замедлению процесса гидратации оксида кальция. Данное наблюдение существенно отличается от общепринятого мнения, что механическая обработка всегда способствует повышению химической активности материалов (7,8). Механохимическую активацию обычно проводят в агрегатах ударного (молотковые, барабанные, газоструйные мельницы, дезинтеграторы и дисмембраторы) или ударно-истирающего (вибрационные, планетарные, коллоидные и др. мельницы) действия.

Истирающее действие ограничено применяется в технологии тонкого измельчения мягких и вязких материалов для получения порошкообразных продуктов. При этом тело измельчается под действием сжимающих, растягивающих и срезающих сил. Истирание всегда комбинируется с раздавливанием или ударом. Данный вид воздействия улучшает процесс тонкого измельчения и перемешивания материалов, но при этом увеличиваются расход энергии и износ рабочих элементов измельчителя (9).

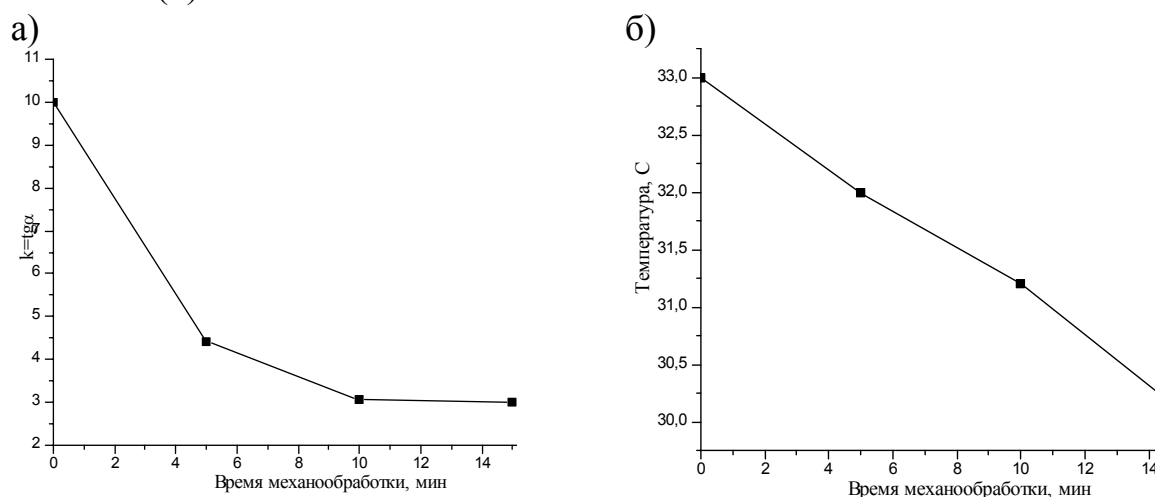


Рис. 2. Влияние механической обработки на скорость гашения извести (а) и на величину максимальной температуры гашения (б)

Если материал обрабатывать вручную в ступке или механическим способом в шаро-кольцевой мельнице, то раздавливающим действием можно пренебречь в том случае, если вещество находится в виде порошка. Подтверждением этого служит седиментационный анализ, проведенный с

помощью прибора Fritsch Particle Sizer 'analisette 22', показал, что гранулометрия порошка изменяется незначительно (рис. 3).

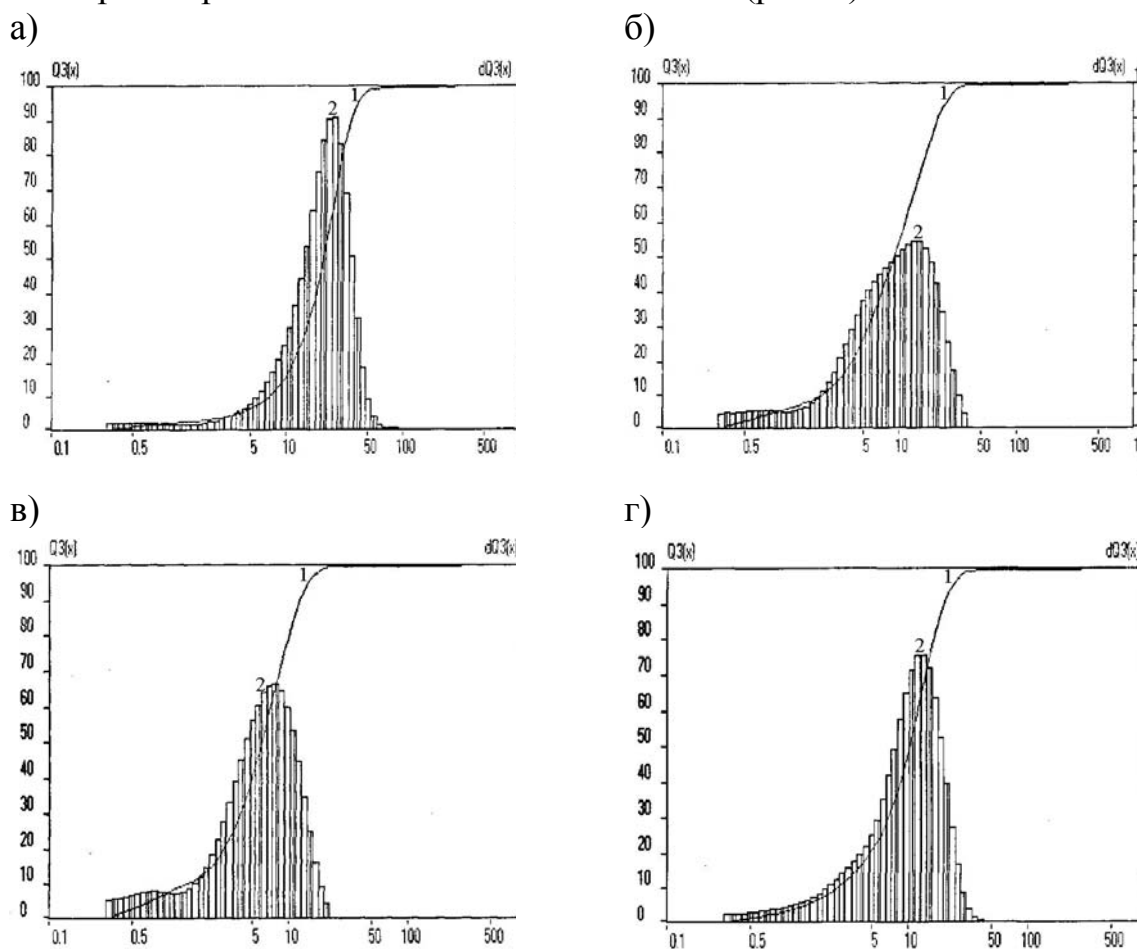


Рис. 3. Дифференциальные (1) и интегральные (2) кривые распределения частиц СаО по размерам. Время механической обработки, мин: а – 0; б – 5; в – 10; г – 15 (седиментационная жидкость - бутиловый спирт)

Поскольку механическую обработку исходной извести проводили в воздушной среде, можно предположить, что на поверхности материала происходит взаимодействие СаО с парами воды и углекислого газа, содержащимися в воздухе. Это подтверждено рентгенофазным анализом. В обработанном материале образуются гидроксид и карбонат кальция, причем последний присутствует в виде арагонита, а не кальцита, который образуется при обычном взаимодействии оксида кальция с CO_2 .

Аналогичная картина наблюдается при введении добавки карбоната кальция в исходную известь с последующей механической обработкой (рис. 4).

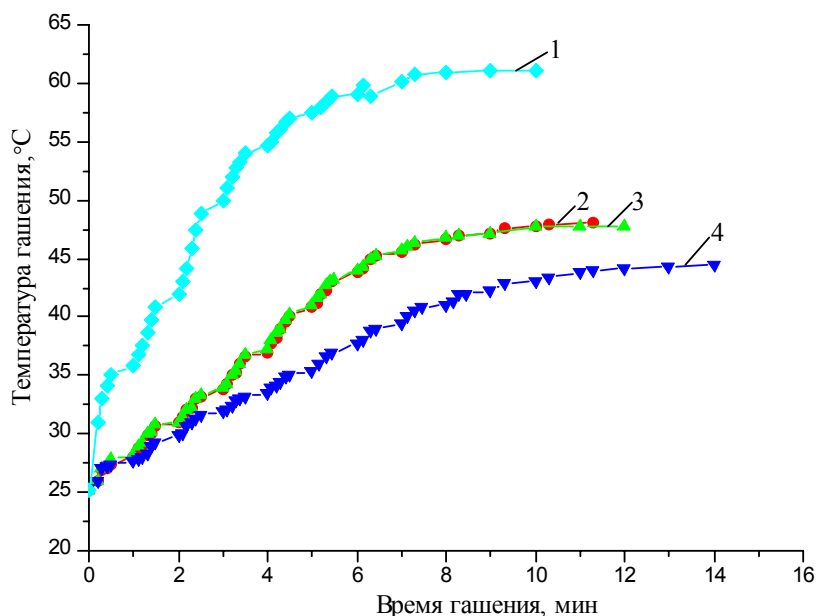


Рис. 4. Влияние длительности механической обработки на процесс гашения известки

Содержание добавки CaCO₃, %: 1 – 0; 2 – 1; 3 – 2; 4 – 5. Время обработки - 5 мин.

Таким образом, кратковременная истирающая обработка позволяет существенно понизить гидратационную активность оксида кальция.

Список литературы

1. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. – М.: Высш. шк., 1980. С.70.
2. Kulisek K., Bureš J. Problematika vápen v technológii výroby rúrobetonu // Stavivo, 1985, № 12. S. 503-506.
3. Якименко Я.Б. Влияние химических добавок и температуры на твердение негашеной известки // Вестн. Львов. политехн. ин-та, 1986, № 181. С. 103-105.
4. Шпынова Л.Г., Мельник С.К., Якименко Я.Б. Исследование свойств известки // Строит. материалы, 1985, № 6. С. 26-27.
5. Огнеупоры для промышленных агрегатов и топок. Справочник / Под ред. И.Д. Кашеева. – М.: Интермет Инжиниринг, 2000. С. 350.
6. Кайнарский И.С., Семенова Э.В. Основные огнеупоры. – М.: Металлургия, 1974. С.169.
7. Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск: Наука, 1986.
8. Третьяков Ю.Д., Путляев В.И. Введение в химию твердофазных материалов. – М.: изд-во МГУ – Наука, 2006. С. 357.
9. Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. – М.: Химия, 1968. С. 22, 107.

Поверхностные свойства смесей бычьего сывороточного альбумина с катионными ПАВ

Кукушкина А.Н., Деркач С.Р. (МГТУ, кафедра химии, anast_kukushkina@mail.ru)

The interfacial rheological and thermodynamical properties of the systems including mixtures of protein bovine serum albumin (BSA) and cationic surfactant cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) or octadecenildehydrosethylmethylammonium chloride (ODMAC) have been studied in the wide range of the components concentration. It has been shown that surface tension and rheological parameters (viscosity, yield stress, elasticity) of the adsorption layers depend of the protein-surfactant molar ratio.

Системы, содержащие одновременно белки и поверхностно-активные вещества, представляют интерес для многих современных технологий, например, при производстве лекарственных препаратов, пищевых и косметических продуктов. В многочисленных исследованиях взаимодействия глобулярных белков, особенно бычьего сывороточного альбумина (БСА), с ионными поверхностно-активными веществами (ПАВ) показано, что ПАВ взаимодействуют с БСА с образованием комплексов переменного состава, свойства которого отличаются от свойств отдельных компонентов.

Изучение поведения комплексов БСА – ионное ПАВ на межфазных границах дает представление о возможности стабилизации такими смесями различных дисперсных систем. Многие низкомолекулярные ПАВ способны вытеснять белки с межфазной поверхности в результате конкурентной адсорбции, хотя кооперативная адсорбция белков и ПАВ также возможна. При определенных условиях (оптимальном соотношении компонентов в объеме водной фазы) состав и строение межфазных слоев определяется адсорбцией поверхностно-активных комплексов белка с ПАВ.

Целью данной работы являлось изучение термодинамических свойств смесей глобулярного белка бычьего сывороточного альбумина и катионных ПАВ (поверхностного натяжения на границе с воздухом и межфазного натяжения на границе с толуолом), а также исследование структурных и реологических свойств межфазных слоев методами сдвиговой реологии.

Объекты исследования: водные смеси БСА ($C = 8 \cdot 10^{-5}$ М) с катионным ПАВ цетилтриметиламмоний бромидом (ЦТАБ) или октадекенилдигидроксоэтил- метиламмоний хлоридом (ОДМАХ).

Поверхностное натяжение измеряли методом Вильгельми. Средняя относительная погрешность составляла 0,8-1,0% при доверительной вероятности 0,95. Реологические свойства межфазных слоев изучали с помощью сдвигового поверхностного реометра ISR1, измерительная ячейка которого включает систему горизонтальных концентрических платиновых колец.

На рис. 1 представлена изотерма поверхностного натяжения растворов ЦТАБ и смесей БСА с ЦТАБ. Видно, что поверхностное натяжение смесей белка с ПАВ в области низких концентраций поверхностно-активного вещества понижается по сравнению с натяжением раствора БСА без ПАВ. Аналогичные зависимости получены для изотерм поверхностного натяжения ОДМАХ и смесей белка с этим ПАВ, а также для изотерм на границе с толуолом.

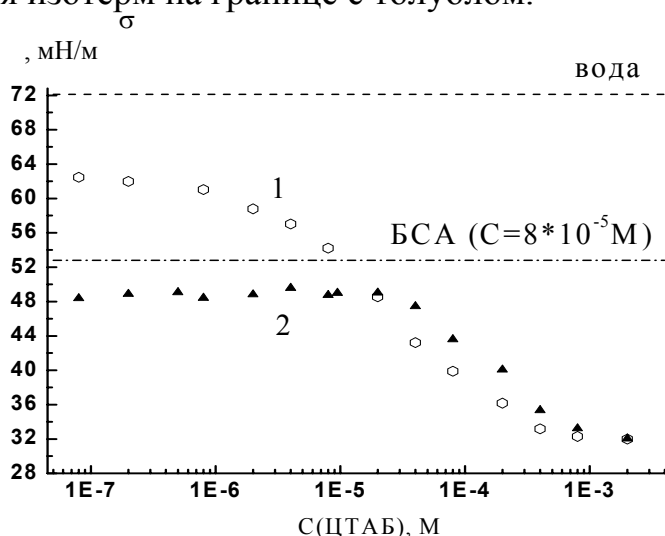


Рис. 1. Изотермы поверхностного натяжения смесей БСА ($C = 8 \cdot 10^{-5} \text{M}$) и ЦТАБ на границе с воздухом ($\text{pH} = 7,00$; $t = 22^\circ\text{C}$): 1 – ЦТАБ, 2 – смесь белка с ПАВ.

Анализ полученных изотерм показывает, что для смесей БСА с катионными ПАВ в области низких концентраций ПАВ наблюдается значительное понижение поверхностного натяжения по сравнению с растворами низкомолекулярного компонента - проявляется синергетический эффект поверхностного натяжения. Это обусловлено взаимодействиями компонентов системы с образованием поверхностно-активных ассоциатов белок-ПАВ переменного состава.

Введение катионных ПАВ в водный раствор бычьего сывороточного альбумина приводит к существенным изменениям вязкоупругих свойств межфазных адсорбционных слоев. На рис. 2 в качестве примера приведена зависимость сдвиговой вязкости от концентрации цетилтриметиламмоний бромида, добавленного к раствору белка.

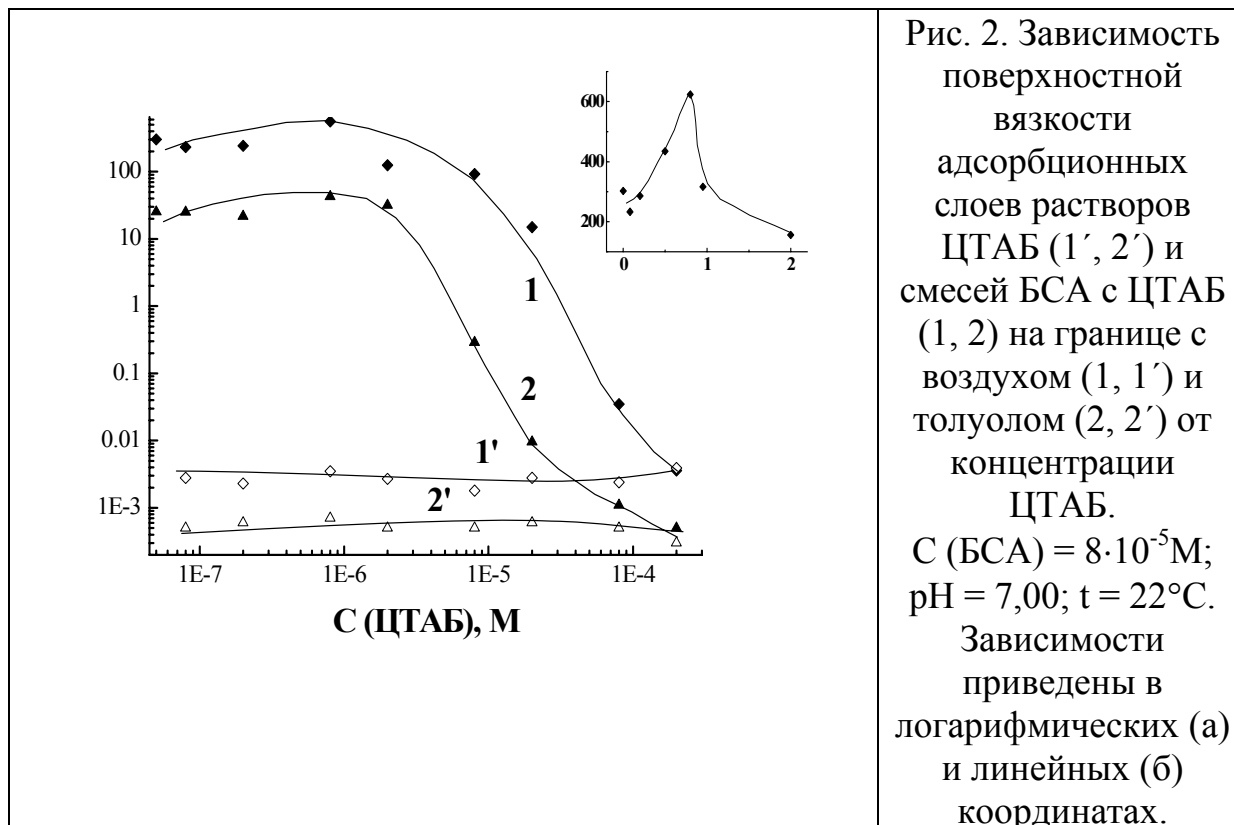


Рис. 2. Зависимость поверхностной вязкости адсорбционных слоев растворов ЦТАБ (1', 2') и смесей БСА с ЦТАБ (1, 2) на границе с воздухом (1, 1') и толуолом (2, 2') от концентрации ЦТАБ. C (БСА) = $8 \cdot 10^{-5}$ М; $pH = 7,00$; $t = 22^\circ C$. Зависимости приведены в логарифмических (а) и линейных (б) координатах.

При увеличении концентрации ПАВ реологические параметры увеличиваются, достигая наибольших значений при определенном молярном соотношении компонентов. Затем при дальнейшем увеличении соотношения компонентов реологические параметры значительно уменьшаются. При больших концентрациях ПАВ слои характеризуются отсутствием предела текучести, низкими модулями упругости и вязкости, сравнимыми по величине с соответствующими параметрами слоев растворов ПАВ без белка. Характер этих зависимостей одинаков как на границе с воздухом, так и на границе с толуолом как для ЦТАБ, так и для ОДМАХ. При этом реологические параметры на границе с органической жидкостью ниже, чем на границе с воздухом.

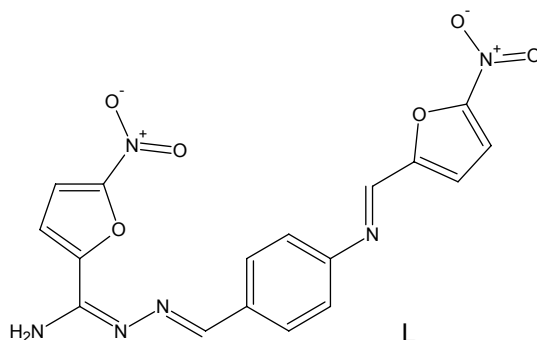
Таким образом, показано, что, изменяя состав системы, то есть соотношение компонентов белок/катионное ПАВ, можно целенаправленно влиять на поверхностные свойства таких смешанных систем, поверхностное натяжение и структурно-реологические параметры межфазных адсорбционных слоев. Это позволяет использовать смеси белка с катионными ПАВ для стабилизации дисперсных систем, в том числе при получении эмульсий и устойчивых полимерных суспензий.

Синтез, строение и антимикробная активность комплексов d-элементов с нитрофурансодержащими амидразонами

Фурсина А.Б., Горохов Р.В., **Павлов П.А.** (г. Краснодар, ¹Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков (авиационный институт), fursina74@mail.ru, ²Филиал Майкопского государственного технологического университета)

New complex connections of d-elements with derivatives amidrazones containing nitrofuran groups, possessing are synthesized by the expressed biological activity.

В продолжение работ по поиску биологически активных веществ среди комплексов переходных металлов с гетероциклическими лигандами (1) нами были получены комплексы кобальта (II), никеля (II) и меди (II) с N³-[4-(5-нитрофурурилен-2-амино)бензилиден]-5-нитрофуран-2-амидразоном.



При взаимодействии диоксановых растворов амидразона (L) и хлоридов кобальта, никеля и меди при соотношении M:L=1:2 синтезированы комплексы состава [M(L)₂(H₂O)₂]Cl₂. Полученные комплексы представляют собой окрашенные порошки, их состав и строение установлены на основании данных элементного анализа, ИК-, ЭПР-спектроскопии, термогравиметрического исследования.

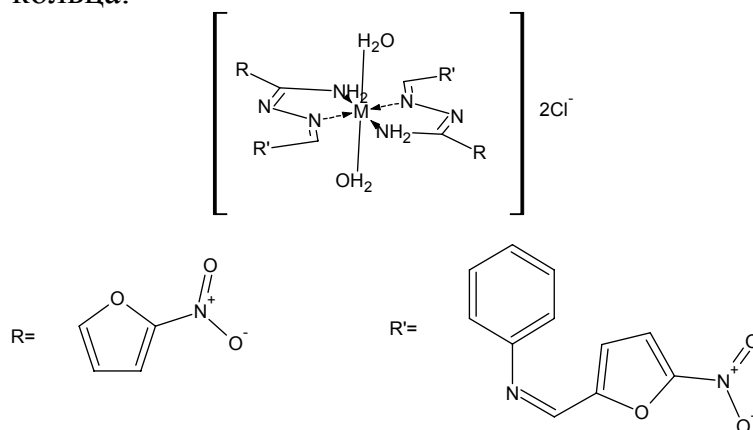
В ИК спектре лиганда присутствуют три четкие полосы поглощения в области 3445, 3374, 3332 см⁻¹, относящиеся к валентным колебаниям аминогруппы амидразонного фрагмента молекулы, в спектре синтезированного комплексного соединения с кобальтом смещаются в длинноволновую область. В комплексах с никелем и медью они сливаются в одну. В ИК-спектрах комплексов наблюдается широкая полоса диффузного характера при 3400 см⁻¹. Наличие этой полосы доказывает присутствие связанной воды, находящейся во внутренней координационной сфере синтезированных комплексных соединений. Достаточно низкая интенсивность полос поглощения ОН-связей может быть связана с аксиальным положением молекул воды, повышение интенсивности на наш взгляд связано с искажением их аксиального

положения в координационном полиэдре изучаемых комплексов. Полоса валентных колебаний азометиновой группы ν (C=N) 1647 см^{-1} смещается до 1610 , 1611 и 1600 см^{-1} . Полосы поглощения (3160 , 3120 и 1025 см^{-1}), характеризующие колебания СН фуранового кольца (ф.к.), полосы поглощения при 1522 см^{-1} и 1350 см^{-1} , соответствующие колебаниям нитрогруппы, полосы поглощения 1574 , 1539 см^{-1} , соответствующие валентным колебаниям бензольного кольца, в спектрах поглощения комплексных соединений значительно не меняются. Появляющиеся полосы в низкочастотной области ($423 - 383 \text{ см}^{-1}$) относятся к связям М-N (2, 3).

Анализ дериватограмм показал, что в комплексах наблюдается эндоэффект при 95°C с общей потерей массы (Δm) $\approx 12\%$, что соответствует отщеплению двух молекул воды, и двух молекул хлористого водорода. Так как вода отщепляется вместе с хлористым водородом, то можно предположить, что молекулы воды находятся во внутренней, а атомы хлора - во внешней сфере комплекса. При $160 - 540^\circ\text{C}$, происходит разложение вещества за счет сгорания его органической части, сопровождаемое экзоэффектом на кривой ДТГ с потерей массы на кривой ТГ $\approx 80\%$. Твердый остаток с массой, составляющей $\approx 8\%$, в зависимости от массы исходных комплексных соединений соответствует оксидам металлов (4).

Вид ЭПР-спектра комплекса с медью (II) подтверждает высказанное ранее предположение (по данным ИК-спектроскопии) о том, что комплексные соединения обладают аксиальной симметрией. Величина параметра $\langle g \rangle = 2,28$ для комплекса с медью подтверждает бидентатный тип координации молекул лигандов с участием четырех атомов азота и планарным расположением лигандов в экваториальной плоскости с сохранением на ионе меди заряда $+2$. Исходя из данных ЭПР-спектров комплексов предложена следующая структура координационного ядра – вытянутая по оси z тетрагональная бипирамида (5, 6).

Все вышеизложенное свидетельствует о координации атома металла по атомам азота аминогруппы и азометиновой группы с образованием пятичленного кольца:



Противомикробную активность синтезированных соединений по отношению к эталонным штаммам кишечной палочки *E coli* M-1749 и золотистого стафилокока *St. aureus* P-209 изучали стандартным методом двукратных серийных разведений в мясопептонном бульоне (7). За действующую дозу принимали минимальную подавляющую концентрацию (МПК).

Таблица 1
Антимикробная активность синтезированных соединений

Соединение	МПК, мкг/мл	
	<i>St. aureus</i> 209	<i>E coli</i> M-1749
L	0,39	1,56
$[\text{Co}(\text{L})_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$	37,5	>150
$[\text{Ni}(\text{L})_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$	2,34	>150
$[\text{Cu}(\text{L})_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$	0,59	150
Фурацил н	6,25	1,56
Фурадонин	25,0	6,25

Список литературы

1. Самусь Н.М., Присакарь В.И., Цапков В.И., Бурачева С.А., Гуля А.П. Синтез и противомикробная активность комплексов некоторых 3d-элементов с бензоилгидразонами замещенных салицилового альдегида // Химико-фармацевтический журнал. – 2004. - Т. 38. - № 7. - С.27-29.
2. Цапков В. И. Координационные соединения кобальта, никеля, меди и цинка с основаниями Шиффа, полученными из изатина и сульфадимезина или этазола / В. И. Цапков, Назуат Аль-Набгали, В. В. Стан, Н. М. Самусь // Журнал общей химии. – 1994. – Т. 64. – № 11. – С. 1807–1810.
3. Беллами Л. В. Инфракрасные спектры сложных молекул. – М.: Иностран. Лит., 1963. – 367 с.
4. Бурмистрова Н. П., Прибылов К. П., Савельев В. П. Комплексный термический анализ. – Изд-во Казанского ун-та, 1981. – 110 с.
5. Ларин Г.М., Колосов В.А. К вопросу о делокализации неспаренного электрона в комплексах меди (II) с азосоединениями // Изв. АН СССР, сер. хим., 1973. – № 12. – С. 2771–2773.
6. Ларин Г. М., Шульгин В. Ф., Сарнит Е. А. Структура и спектр ЭПР биядерного комплекса меди с бис(салициден)гидразоном глутаровой кислоты // Журнал неорганической химии. – 2000. – Т. 45. – № 6. – С. 1010–1015.
7. Першин Г. И. Методы экспериментальной химиотерапии / Медгиз, Москва, 1959. – С. 109–110.

Применение метода потенциометрического титрования для изучения комплексообразования

Хадыкина Е.А. (МГТУ, кафедра химии)

Present the new laboratory work for student^s of chemistry specialties. The laboratory work is for study reactions for getting complex by potentiometry methods in system $Fe_2(SO_4)_3 - H_6C_7O_6S - NaCl - H_2O$.

При подготовке студентов специальности 020101 «Химия» изучается спецкурс «Химия комплексных соединений», включающий в себя лабораторный практикум и лекционный курс. Многие комплексные соединения применяются в химических процессах в виде растворов, поэтому крайне важно изучение реакций образования и состояние комплексных соединений в растворах на реальных, а не литературных системах. Поэтому лабораторный практикум посвящен изучению комплексообразования в растворах.

В существующих учебных пособиях (1-4), которые можно рекомендовать для проведения лабораторного практикума большинство предлагаемых работ имеют два основных недостатка. Они либо рассчитаны на мощную приборную базу, либо изучаемые комплексные системы состоят из дорогостоящих реактивов или составлены на основе летучих органических растворителей, что нежелательно из-за увеличивающегося год от года числа студентов - аллергиков.

Была поставлена задача, разработать лабораторную работу по изучению процесса комплексообразования в водной среде на доступном оборудовании. В качестве изучаемой была выбрана система $Fe_2(SO_4)_3 - H_6C_7O_6S - NaCl - H_2O$. Процесс комплексообразования изучался методом потенциометрического титрования (1).

Для исследования готовили три реакционные смеси в мерных колбах вместимостью 50,0 см³ в соответствии с таблицей 1. Объем смесей доводили до метки дистиллированной водой.

Таблица 1.

Данные для приготовления реакционных смесей.

№ смеси	V раствора, см ³		
	$H_6C_7O_6S$, 0,1 М	NaCl, 0,2 М	$Fe_2(SO_4)_3$, 0,01 М
1а, 1б	5,0	20,0	-
2а, 2б	5,0	20,0	10,0
3	-	20,0	10,0

Все реакционные смеси титровали потенциметрически рабочим раствором гидроксида натрия 0,1М. Результаты титрования представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты потенциметрического титрования смесей 1-3 раствором гидроксида натрия 0,1М.

V (NaOH), см ³	смесь № 1			смесь № 2			смесь № 3
	pH _a	pH _б	pH _{ср}	pH _a	pH _б	pH _{ср}	pH
0,0	2,45	2,44	2,45	2,44	2,45	2,45	2,64
1,0	2,56	2,58	2,57	2,49	2,50	2,50	2,72
2,0	2,68	2,67	2,68	2,55	2,54	2,55	2,90
3,0	2,80	2,80	2,80	2,61	2,61	2,61	3,02
3,3	2,89	2,88	2,89	2,65	2,66	2,66	3,08
4,0	2,96	2,95	2,96	2,70	2,69	2,70	3,17
4,5	3,05	3,04	3,05	2,75	2,74	2,75	3,54
5,0	3,15	3,13	3,14	2,80	2,80	2,80	5,16
5,5	3,28	3,23	3,26	2,85	2,85	2,85	8,00
6,0	3,44	3,36	3,40	2,92	2,92	2,92	10,04
6,5	3,63	3,56	3,60	2,99	2,98	2,99	10,77
7,0	3,95	3,70	3,83	3,06	3,06	3,06	11,02
7,5	4,79	4,05	4,42	3,15	3,14	3,15	11,27
8,0	10,00	4,96	7,48	3,25	3,23	3,24	
8,5	10,86	10,36	10,61	3,35	3,35	3,35	
9,0	11,27	11,11	11,19	3,45	3,46	3,46	
9,5	11,47	11,38	11,43	3,60	3,61	3,61	
10,0	11,59	11,57	11,58	3,79	3,78	3,79	
10,5				4,02	4,08	4,05	
11,0				4,35	4,29	4,32	
11,5				4,94	4,78	4,86	
12,0				6,35	6,20	6,28	
12,5				7,10	6,94	7,02	
13,0				9,04	7,80	8,42	
13,5				10,61	10,44	10,53	
14,0				11,13	11,05	11,09	
14,5				11,41	11,32	11,37	

На основании анализа справочных данных и кривых титрования (рис. 1) установлено, что в системе $Fe_2(SO_4)_3 - H_6C_7O_6S - NaCl - H_2O$ ион железа образует не только сульфосалицилатные и гидроксокомплексы. Причем гидроксокомплексы образуются в первую очередь (имеют более высокие значения констант устойчивости), а только затем начнется образование сульфосалицилатных комплексов железа при постепенном прибавлении раствора NaOH.

Таким образом, математическая обработка данных титрования усложняется по сравнению с классическим расчетом по методу Кальвина-Мельхиора(1). При расчете объема рабочего раствора щелочи, затраченного на титрование смесей до определенной величины рН необходимо учесть объем рабочего раствора щелочи, затраченного на образование гидросокомплекса железа, т.е. на титрование смеси $Fe_2(SO_4)_3 - NaCl$ до той же величины рН (именно для учета этого процесса титруется смесь 3). Например, для рН=8 $\Delta V(NaOH) = 4,7 - 2,5 = 2,2$ (рис. 1)

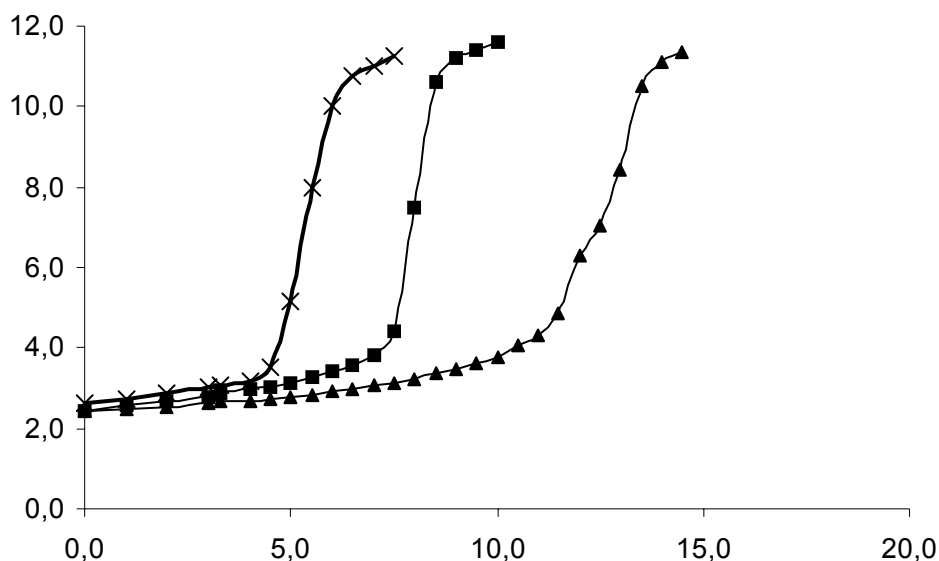


Рис. 1. Кривые потенциметрического титрования смесей 1,2 и 3 0,1М раствором гидроксида натрия: 1, 2, 3 – кривые титрования смесей 1, 2 и 3 , соответственно.

Так как вторая и третья константы диссоциации сульфосалициловой кислоты различаются на 10^9 , то константы устойчивости сульфосалицилатного комплекса железа рассчитывали по точкам, взятым в третьей части кривой титрования. Результаты расчетов приведены в таблице 3 и рисунке 2.

Таблица 3.

Расчет кривой образования сульфосалицилатного комплекса железа (III) по методу Кальвина-Мельхиора на основе кривой титрования

рН	$\Delta V(NaOH), \text{ см}^3$	$[L]_{\text{связ}}$	\bar{n}	$-\lg[L]$
4,0	1,0	$1,81 \cdot 10^{-3}$	1,0	9,8
5,0	1,5	$2,72 \cdot 10^{-3}$	1,5	8,8
6,0	1,8	$3,26 \cdot 10^{-3}$	1,8	7,8
7,0	2,1	$3,81 \cdot 10^{-3}$	2,1	6,9
8,0	2,2	$3,99 \cdot 10^{-3}$	2,2	5,9
9,0	2,5	$4,53 \cdot 10^{-3}$	2,5	5,0

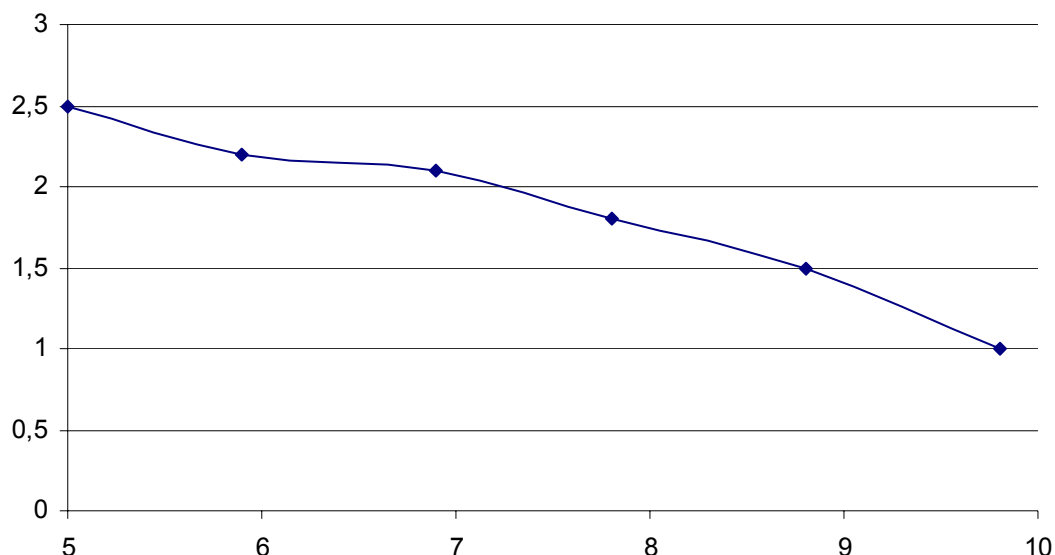


Рис. 2. Кривая образования сульфосалицилатного комплекса железа (III).

Условные константы устойчивости определяли графическим путем по положению точек нейтрализации методом Бьеррума (1).

$\beta_2' = 1,0 \cdot 10^5$ $\beta_3' = 2,63 \cdot 10^9$ ($I = 0,12$), состав комплекса $[Fe(H_5C_7O_6S)_3]^0$.

Предлагаемая методика обладает рядом преимуществ:

Доступное оборудование (рН-метр, электроды водородный стеклянный и хлорсеребряный;

Простая техника выполнения работы;

в результате диссоциации слабой кислоты $H_6C_7O_6S$ концентрация свободного лиганда при титровании изменяется на несколько порядков, степень комплексообразования можно изучить в широком интервале концентраций лиганда без утомительного приготовления больших серий растворов;

Система достаточно сложная, что позволяет студенту-химику использовать в полной мере имеющуюся теоретическую базу для проведения исследования;

Данная работа содержит все элементы законченного научного исследования: постановка задачи, выбор условий проведения исследований, экспериментальная часть, графическая и математическая обработка результатов, возможен перерасчет полученных условных констант на термодинамические.

Таким образом, считаю, что данную методику можно рекомендовать для использования в лабораторном практикуме по дисциплине «Химия комплексных соединений».

Список литературы

1. Инцеди.Я. Применение комплексов в аналитической химии.- М.:Мир,1979.
2. Яцимирский К.Б. и др. Константы нестойкости комплексных соединений.- М.: АН СССР ,1959.
3. Россоти Ф. и др. Определение констант устойчивости и других констант равновесия в растворах.-М.:Мир, 1965..
4. Скорин Н.А. и др. Химия координационных соединений.- М.:Высш. шк., 1975.

Влияние кристаллической структуры и сольватации хитина на кинетику щелочного деацетилирования

Чеботок Е.Н.*, **Новиков В.Ю.****, **Коновалова И.Н.*** (МГТУ, кафедра химии; Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (ПИНРО), лаборатория биохимии и технологии, e-mail: nowit@pinro.ru)

Structural properties of initial and recrystallized samples of chitin and chitosan in dry and wet condition are investigated. It was shown, that degree of crystallinity of the investigated samples has considerably smaller influence on rate of deacetylation, than the formation of hydrated environment around of macromolecules which prevents nucleophilic attack of hydroxyl ion and decreases reaction rate.

Щелочной гидролиз хитина (ХТН) и хитозана (ХЗН) является одним из основных методов деацетилирования этих природных полисахаридов (Kurita, 2001).

Особенность кинетики деацетилирования хитина и хитозана состоит в том, что обычно при однократной обработке этих полисахаридов концентрированной щелочью полное деацетилирование хитина и хитозана практически не достигается (Kurita, 1977; Mima, 1983; Tsaih, 2003). В настоящей статье на основании анализа имеющихся в литературе данных и собственных результатов мы постарались сделать выводы относительно механизма деацетилирования хитина.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Хитин и хитозан были получены в лаборатории по известной технологии (No, 1995) из панциря камчатского краба. Деацетилирование ХТН и ХЗН проводили в 50 % NaOH при 100 °С. Переосажденные образцы ХТН получали переосаждением хитина из 10 % NaOH по методике (Sannan, 1975) и концентрированной HCl. ХЗН переосаждали из 0.1 моль/л HCl. Из переосажденных ХТН и ХЗН были получены влажные и высушенные образцы.

Степень деацетилирования (СД) определяли методом инфракрасной (ИК) спектрофотометрии образцов, таблетированных в KBr. Спектры поглощения записывали на ИК спектрофотометре IR-420 (Shimadzu) в диапазоне частот от 4000 до 400 см⁻¹. Нами установлено, что наиболее подходящей для измерения СД опорной частотой является 2878 см⁻¹. Поглощение на этой частоте обусловлено валентными колебаниями связей С-Н (Wang, 2004), и величина оптической плотности сохраняется постоянной для образцов с разной СД. Измерение СД проводили на частоте 1655 см⁻¹, соответствующей деформационным колебаниям аминогруппы (Амид I) (Казицына, 1979), и рассчитывали по полученному нами калибровочному уравнению регрессии:

$$A_{1655}/A_{2878} = -0.04529 \times \text{СД} + 4.4214,$$

где A_{1655} и A_{2878} – оптические плотности на частотах 1655 и 2878 см^{-1} , -0.04529 и 4.4214 – коэффициенты регрессии.

Исследования структурных свойств образцов ХТН и ХЗН были проведены в ИХТРЭМС Кольского научного центра РАН на дифрактометре рентгеновском общего назначения ДРОН-2 (НПО «Буревестник») методом рентгеновского фазового анализа (РФА) на излучении $\text{CuK}\alpha$ с использованием Ni-фильтра в области углов $2\theta = 6-36^\circ$, напряжении 24 кВ и силе тока 10 мА. Использовали исходные влажные образцы и образцы в виде суспензии в вазелиновом масле, нанесенные на сапфировую подложку.

Степень кристалличности ($\chi_{\text{кр}}$) определяли по отношению интегральной интенсивности сигнала кристаллических областей к общему интегральному сигналу (Hein, 2004; Горбачева, 1988):

$$\chi_{\text{кр}} = \frac{S_{\text{ia}\ddot{\text{u}}} - S_{\text{ai}\ddot{\text{u}}\ddot{\text{o}}}}{S_{\text{ia}\ddot{\text{u}}}} \times 100,$$

где $S_{\text{общ}}$ – общая площадь под кривой рентгенограммы в диапазоне 2θ от 6 до 36° ; $S_{\text{аморф}}$ – общая площадь под кривой рентгенограммы аморфного образца ХЗН в диапазоне 2θ от 6 до 36° .

Математическую обработку рентгенограмм выполняли с помощью программ Graph Digitizer Ver. 1.9 (Nick's Production), PeakFit Ver. 4.12 (SeaSolve Software Inc.) и Microsoft Exel 2002.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Специфику процесса деацетилирования авторы работы (Kurita, 1977) объясняют, прежде всего, кристаллической структурой природного хитина. Обычно, этот полисахарид имеет высокоупорядоченную структуру, названную α -хитином и характерную практически для всех ракообразных и насекомых (Carlstrom, 1957). Хитозан также характеризуется высокой кристалличностью, но его структура отличается от структуры α -хитина (Горбачева, 1988).

В работах (Kurita, 2001; Tsaih, 2003; Горбачева, 1988) отмечается, что существование прочных межмолекулярных водородных связей и кристаллической структуры должно оказывать влияние на скорость химических реакций функциональных групп макромолекул, участвующих в образовании кристаллической структуры.

С целью изучения влияния кристалличности на кинетику деацетилирования ХТН мы изучили исходные образцы и подвергнутые перекристаллизации (рис. 1).

Рассчитанные значения степени кристалличности исследованных образцов приведены в таблице. Результаты показывают, что при переосаждении кристаллическая структура ХТН и ХЗН почти полностью восстанавливается.

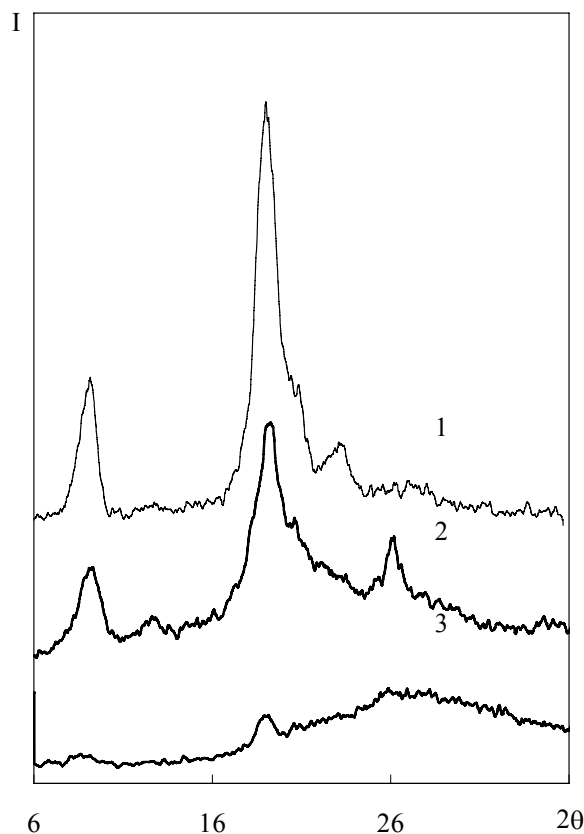


Рис. 1. Рентгенограммы образцов исходного хитина (1) и хитина, переосажденного из NaOH, сухого (2) и влажного (3). I – интенсивность сигнала, θ - угол дифракции.

В образцах ХЗН мы также наблюдали восстановление кристаллической структуры. Положение максимумов основных пиков в образце ХЗН смещено относительно положения этих пиков в образце α -хитина. На рентгенограммах ХТН со СД менее 71 % наблюдаются два пика при 2θ 9.2° и 19.1°. В ХЗН при СД 95 % эти пики располагаются при 2θ 11.2° и 20.1-20.4° соответственно. Полученные нами результаты не противоречат данным, приведенным в работах (Kurita, 1977; Горбачева, 1988, Rege, 1999; Focher, 1992).

Таблица.

Кристалличность образцов хитина и хитозана

Образец	$\chi_{кр}$, %
ХТН исходный, сухой	59.0
ХТН, перекристаллизованный из NaOH, сухой	55.1
ХТН, перекристаллизованный из HCl, сухой	50.6
ХТН, перекристаллизованный из NaOH, влажный	4.0
ХТН, перекристаллизованный из HCl, влажный	9.7
ХЗН исходный, СД 82 %, сухой	51.8
ХЗН, перекристаллизованный из HCl, СД 82 %, сухой	52.0

При изучении кристаллической структуры переосажденных влажных образцов ХТН и ХЗН нами получены рентгенограммы практически аморфных веществ (рис. 1, кривая 3).

Авторами работы (Kurita, 1977) было высказано предположение о том, что скорость деацетилирования ХТН в кристаллических областях протекает медленнее, чем в аморфных. По-мнению Varum с коллегами более достоверные результаты, полученные методами ^1H и ^{13}C ЯМР спектроскопии, свидетельствуют в пользу диффузионного механизма реакции деацетилирования, в котором основную роль играет не деление частиц ХТН на аморфные и кристаллические области, а скорость диффузии щелочи внутрь твердых частиц хитина (Varum, 1991a; 1991b; Ottoy, 1996). В работе (Chang, 1997) показано, что скорость реакции деацетилирования увеличивалась с ростом концентрации NaOH. Авторы этой статьи предполагают, что скорость гетерогенного деацетилирования контролируется как химической реакцией, так и диффузией реагента и продуктов реакции внутри частиц ХТН.

Таким образом, можно предположить, что кинетика деацетилирования сухих переосажденных образцов ХТН и ХТЗ должна быть аналогичной исходным образцам, а влажные перекристаллизованные образцы должны подвергаться деацетилированию с большей скоростью, чем сухие.

Однако, полученные нами кинетические закономерности процесса деацетилирования показали некоторую несостоятельность модели, в которой рассматривается влияние степени кристалличности ХТН на скорость деацетилирования.

Известно, что при увеличении СД кристалличность ХТН снижается, а затем (СД более 90-95 %) формируется новая кристаллическая структура ХЗН (Kurita, 1977; Focher, 1992). Если этот факт имеет место, то с увеличением исходной СД хитина скорость и глубина деацетилирования должны возрастать, из-за увеличения количества аморфных областей. В [18] нами было показано, что скорость деацетилирования ХТН и ХЗН и форма кинетических кривых не зависят от исходной СД полисахарида, вплоть до 95 % (Новиков, 1990; 2003).

По нашему мнению, на скорость реакции деацетилирования оказывает влияние образование сольватированных структур в результате взаимодействия макромолекул полисахаридов и низкомолекулярного электролита с молекулами растворителя. Например, в (Rercot, 2004) предполагается образование гидратов NaOH, которые являются менее активными в реакции деацетилирования ХТН по сравнению с негидратированными молекулами щелочи. В ранее опубликованных нами работах мы предположили образование комплексов OH^- с ХТН (Новиков, 1990; 2003; 2005) и показали, что реакция деацетилирования описывается двумя параллельными реакциями псевдопервого порядка, одна из которых

заключается в деацетилировании, а другая – в образовании комплекса ХТН с гидроксил ионами.

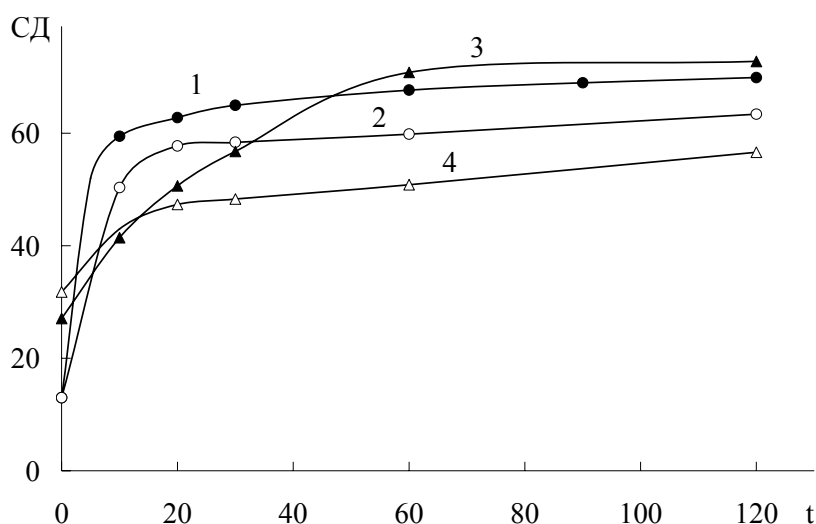


Рис. 2. Кинетические кривые деацетилирования сухого хитина (1) и переосажденного из NaOH влажного хитина (2) в 50 % NaOH при 100 °C. СД – степень деацетилирования (%), t – время (мин).

Из полученных нами данных, приведенных на рис. 2, следует, что скорость деацетилирования исходных образцов ХТН (сухой – кривая 1, влажный – кривая 2) выше, чем переосажденных (сухой – кривая 3, влажный – кривая 4). СД насыщения после 40 мин деацетилирования сухих образцов оказывается выше, чем у влажных. Наименьшая скорость деацетилирования и СД насыщения у влажного переосажденного ХТН (кривая 4), имеющего наименьшую кристалличность ($\chi_{кр} = 4.0 \%$). По-видимому, в растворе NaOH имеет место сольватация (гидратация) молекул полисахаридов. Диполи молекул воды соответствующим образом ориентируются вокруг ацетамидных и гликозидных связей макромолекул ХТН. В соответствии с механизмом реакции деацетилирования в щелочной среде (Шабаров, 1994) гидролиз ацетамидной связи начинается с нуклеофильной атаки ионами OH^- по карбонильному углероду ацетамидной группы. Гидратная оболочка затрудняет эту нуклеофильную атаку, что приводит к снижению скорости реакции деацетилирования.

Снижение скорости деацетилирования на первом участке (0-30 мин) переосажденного сухого ХТН по сравнению с сухим и влажным исходным ХТН, по-видимому, можно объяснить различной плотностью хитиновых частиц. В исходных образцах, полученных последовательным удалением белков и минеральных солей из панциря краба частицы хитина являются, вероятно, более пористыми. После кристаллизации чистого ХТН из

раствора такие поры не образуются за счет более плотной упаковки молекул полисахарида.

Полученные нами результаты позволяют предположить, что степень кристалличности исследованных образцов оказывает значительно меньшее влияние на скорость деацетилирования, чем возможность образования гидратной оболочки вокруг макромолекул полисахарида, которая препятствует нуклеофильной атаке гидроксил ионом и замедляет скорость реакции.

Выводы

1. Исследованы структурные свойства исходных и пересаживаемых образцов хитина и хитозана в сухом и влажном состоянии.

2. Высказано предположение об образовании гидратной оболочки вокруг макромолекул полисахаридов и ее влиянии на скорость деацетилирования.

3. Установлено, что степень кристалличности исследованных образцов оказывает значительно меньшее влияние на скорость деацетилирования, чем возможность образования гидратной оболочки вокруг макромолекул полисахарида, которая препятствует нуклеофильной атаке гидроксил ионом и замедляет скорость реакции.

Список литературы

1. Kurita, K. Controlled functionalization of the polysaccharide chitin // *Progress in Polymer Science*. – 2001. – V. 26, N 9. – P. 1921-1971.

2. Kurita, K. Studies on chitin, 4. Evidence for formation of block and random copolymers of N-acetyl-D-glucosamine and D-glucosamine by hetero- and homogeneous hydrolysis / K. Kurita, T. Sannan, Y. Iwakura // *Makromol. Chem.* – 1977. – V. 178, N 12. – P. 3197-3202.

3. Mima, S. Highly deacetylated chitosan and its properties / S. Mima, M. Miya, R. Iwamoto, S. Yoshikawa // *J. Appl. Polym. Sci.* – 1983. – V. 28, N 6. – P. 1909-1917.

4. Tsaih, M. L. The effect of reaction time and temperature during heterogenous alkali deacetylation on degree of deacetylation and molecular weight of resulting chitosan / M. L. Tsaih, R. H. Chen // *J. Appl. Polym. Sci.* – 2003. – V. 88, N 13. – P. 2917-2923.

5. No, H. K. Preparation and characterization of chitin and chitosan / H. K. No, S. P. Meyers // *J. Aquatic Food Product Technol.* – 1995. – V. 4, N 2. – P. 27-52.

6. Sannan, T. Studies on chitin. 1. Solubility change by alkaline treatment and film casting / T. Sannan, K. Kurita, Y. Iwakura // *Makromol. Chem. Short Commun.* – 1975. – V. 176, N 4. – P. 1191-1195.

7. Wang, T. Selected properties of pH-sensitive, biodegradable chitosan-poly(vinyl alcohol) hydrogel / T. Wang, M. Turhan, S. Gunasekaran // *Polymer International*. – 2004. – V. 53. – P. 911-918.

8. Казицына Л. А., Куплетская Н. Б. Применение УФ-, ИК-, ЯМР- и масс-спектропии в органической химии. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 240 с.

9. Hein, S. Development of analytical protocols for quality assesment of chitin/chitosan: determination of insoluble chitinous material, protein contebt and degree of crystallinity / S. Hein, C.-H. Ng, W. F. Stevens // *Advances in Chitin Science. Vol. VII* / Ed. by I. Boucher, K. Jamieson, A. Retnakaran. Montreal, 2004. – P. 13-18.

10. Горбачева, И. Н. Рентгенографическое изучение структуры хитозана / И. Н. Горбачева, Ю. К. Овчинников, Л. С. Гальбрайх, Н. А. Трофимов, В. В. Мажоров // *Высокомолекул. соедин. Сер. А.* – 1988. – Т. 30, № 12. – С. 2512-2515.

11. Carlstrom, D. The crystal structure of alpha-chitin (poly-N-acetyl-D-glucosamine) // *J. Biophys. Biochem. Cytology.* – 1957. – V. 3, N 5. – P . 669-683.

12. Rege, P. R. Chitosan processing: influence of process parameters during acidic and alkaline hydrolysis and effect of the processing sequence on the resultant chitosan's properties / P. R. Rege, L. H. Block // *Carbohydr. Res.* – 1999. – V. 321, N 3-4. – P. 235-245.

13. Focher, B. Chitosans from *Euphausia superba*. 2: Characterization of solid state structure / B. Focher, A. Naggi, G. Torri, A. Cosani, M. Terbojevich // *Carbohydr. Polym.* – 1992. – V. 18, N 1. – P. 43-49.

14. Varum, K. M. Determination of the degree of N-acetylation and the distribution of N-acetyl groups in partially N-deacetylated chitins (chitosans) by high-field n.m.r. spectroscopy / K. M. Varum, M. W. Anthonsen, H. Grasdalen, O. Smidsrod // *Carbohydr. Res.* – 1991. – V. 211. – P. 17-23.

15. Varum, K. M. ¹³C-N.m.r. studies of the acetylation sequences in partially N-deacetylated chitins (chitosans) / K. M. Varum, M. W. Anthonsen, H. Grasdalen, O. Smidsrod // *Carbohydr. Res.* – 1991. – V. 217. – P. 19-27.

16. Ottoy, M. H. Compositional heterogeneity of heterogeneously deacetylated chitosans / M. H. Ottoy, K. M. Varum, O. Smidsrod // *Carbohydr. Polym.* – 1996. – V. 29, N 1. – P. 17-24.

17. Chang, K. L. B. Heterogeneous N-deacetylation of chitin in alkaline solution / K. L. B. Chang, G. Tsai, J. Lee, W.-R. Fu // *Carbohydr. Res.* – 1997. – V. 303. – P. 327-332.

18. Новиков, В. Ю. Кинетика реакции деацетилирования хитина и хитозана / В. Ю. Новиков, Т. А. Орлова, И. Э. Воронина // *Изв. вузов. Пищевая технология.* – 1990. – № 5. – С. 64-67.

19. Новиков, В. Ю. Химический гидролиз хитина и хитозана // *Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана: Матер. Седьмой Междунар. конф. Санкт-Петербург – Репино 15-18 сент. 2003 г.* – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – С. 38-42.

20. Percot, A. Overall consideration on the evolution of the study of chitosan properties / A. Percot, G. Chaussard, P. Sorlier, C. Schatz, A.

Montembault, C. Viton, A. Domard // *Advances in Chitin Science*. Vol. VII / Ed. by I. Boucher, K. Jamieson, A. Retnakaran. – Montreal, 2004. – P. 1-6.

21. Новиков, В. Ю. Кинетические закономерности химического дезацетилирования хитина и хитозана / В. Ю. Новиков, Е. Н. Чеботок, Г. А. Гизатулина, И. Н. Коновалова // *Вестник МГТУ*. – 2005. – Т. 8, № 1. – С. 179-182.

22. Шабаров, Ю. С. Органическая химия. В 2-х кн. Ч. 1. Нециклические соединения: Учеб. для вузов. – М.: Химия, 1994. – 496 с.

***СЕКЦИЯ:
«ЭКОЛОГИЯ И ЗАЩИТА
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»***

Гибкость талломов фукоидов как регулятор их обтекания

Болдырева К.Л., Завалко С.Е. (МГТУ, кафедра экологии и ЗОС, e-mail: boldyрева_xenia@mail.ru, szavalko@mail.ru)

Abstract

It was shown in previous investigations the water movement is very strong and important regulator of seaweed's metabolism and production. Thin boundary layer is a zone where the main hydrodynamic regulation of algal metabolism happens. According to literature data, hydrodynamic regime of streamline flow near to algal surface can be modified by means of algal body morphology and flexibility. Seaweed's body flexibility influence on water movement intensity in thin near-border layer was investigated by means of special modeling experiment. Method of macro and micro plaster balls was used for water movement registration in different scale of space. It was shown that because flexibility of experimental artificial structures the intensity of water movement was changed along the structure's vertical profile considerably.

Динамично увеличивающаяся антропогенная нагрузка на морские прибрежные экосистемы обуславливает необходимость и актуальность биоэкологических исследований в этой перспективной на биоресурсы зоне. Главной составляющей подобных исследований является поиск сильнодействующих экологических регуляторов, определяющих структуру и функционирование прибрежной биоты. Топическую и трофическую основу прибрежных литоральных экосистем составляют заросли многоклеточных водорослей – макрофитов. В условиях небольших глубин побережья и характерного здесь активного перемешивания можно ожидать, что основные функции массопереноса в прибрежных экосистемах и внешнего обмена веществ водных растений будут определяться, главным образом, разномасштабным движением воды. Заметим, что в прибрежной зоне моря этот фактор наиболее изменчив.

Предварительные исследования показали, что движение воды может существенным образом определять параметры внешнего обмена водорослей: их фотосинтез, ростовые параметры, общее выведение углерода (Ковардаков, 1985; Wheeler, 1980; Завалко, 1983, 1993, 2005, Хайлов, 1992).

Гидродинамическая регуляция метаболизма водорослей связана, прежде всего, с состоянием тонкого пограничного слоя воды, непосредственно прилегающего к поверхности водоросли. Ранее в литературе было показано влияние скорости набегающего потока на структуру талломов водорослей (Ковардаков, 1985; Завалко, 1985), а также - на режим их обтекания (Anderson, Charters, 1982). С другой стороны, водоросли за счет морфологии своих талломов, также могут модифицировать режим обтекания (Завалко 1985; Околограничные...,

1991). Не последнюю роль в регуляции режима набегающего потока может играть гибкость биологических объектов. В частности было показано влияние гибкости колоний гидроидных полипов на режим их обтекания (Harvell C.D., Labarbera M., 1985). Аналогичные эффекты косвенно определялись и для макрофитов (Стоценко, 1984).

Целью настоящей работы является получение количественных оценок модифицирующего влияния гибкости талломов на характер обтекания их поверхности в условиях разнонаправленного набегающего потока.

Материалы и методы.

Работу выполняли в октябре 2006 г. в прибрежной зоне Кольского залива в районе пос. Белокаменка на двух участках литорали. Уровень гидродинамической активности для каждого из выбранных местообитаний количественно оценивали по интенсивности растворения больших гипсовых шаров диаметром 31 мм. Методика таких измерений изложена ранее (Хайлов и др., 1991). Исследование влияния гибкости таллома на его обтекания проводили в специальном модельном эксперименте. Были использованы две категории искусственных структур, моделирующих талломы фукоидов: гибкие капроновые нити и жесткие проволоки, обтекание которых изучали на выбранных участках литорали (А и Б). Для изучения интенсивности обтекания поверхности искусственных структур применяли гипсовые микрошары диаметром 2-3 мм с добавкой клея ПВА. Методика изготовления и применения гипсовых гидродинамических датчиков описана ранее (Хайлов с соавт., 1992). Микрошары прикрепляли к поверхности структуры на разном удалении от ее основания (точки ее крепления к дну) с шагом в 5 см, после чего структуры выставляли для измерения обтекания на выбранные участки литорали. Основанием структуры прикрепляли к дну. Плаваемость структуры создавалась пенопластовым поплавком, прикрепляемым к ее верхнему концу. В эксперименте структуры совершали колебательные движения под действием разнонаправленного движения воды на литорали.

Результаты и обсуждение.

Измерения движения воды в районе проведения работ с использованием гипсовых шаров показали, что выбранные участки литорали (участок «А» и участок «Б») достоверно различались по уровню гидродинамической активности. На участке А подвижность воды составила $0,0045 \pm \dots$ г CaSO_4 см^{-2} час^{-1} , тогда как на участке Б она достигала величин $0,013 \pm \dots$ г CaSO_4 см^{-2} час^{-1} .

Результаты проведенного модельного эксперимента показали, что различие в активности гидродинамического режима выбранных участков литорали в целом отразилось на обтекании искусственных структур (рис. 1). Интенсивность обтекания и гибких нитей и жестких стержней было достоверно выше на участке Б, нежели в условиях спокойного гидродинамического режима участка А.

Эксперимент показал влияние гибкости структуры на ее обтекание. На участке с интенсивным движением воды жесткие и гибкие структуры существенно различались по характеру обтекания. В случае жестких структур интенсивность обтекания возрастала в направлении от основания к верхней части (рис. 1, кривая 1), что представляется закономерным, если учесть, что амплитуда колебательных движений структуры относительно водной массы также увеличивается в этом направлении.

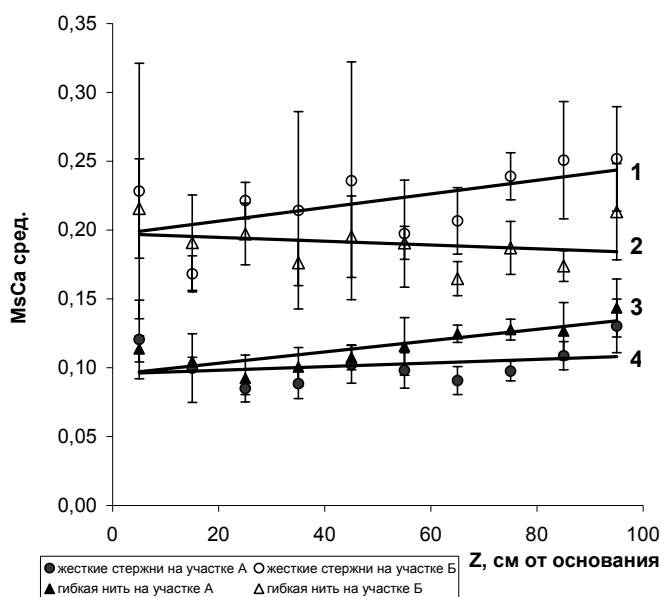


Рис. 1. Распределение величин интенсивности обтекания по вертикальному профилю искусственных структур в условиях различной подвижности воды.

1- жесткие стержни и 2 – гибкие нити в условиях интенсивной подвижности воды; 3- гибкие нити и 4- жесткие стержни в условиях замедленного движения воды.

В случае гибких нитей колебательные движения принимали хлыстообразную форму, в результате чего движение структуры относительно воды закономерно снижалось в направлении от ее основания к верхней концевой части. Данная специфика движения гибкой структуры в разнонаправленном набегающем потоке сказалась и на интенсивности ее обтекания, которая в направлении от основания к верхнему концу не возрастала, как в случае жесткой структуры, но напротив – закономерно снижалась (рис. 1, кривая 2).

Заметим, что различия в характере обтекания искусственных структур проявилось лишь в условиях высокой подвижности воды (участок «Б»). В случае малоподвижной воды участка «А» различия в обтекании структур были несущественными (рис. 1).

Измерения обтекания натурального слоевища фукуса, проведенные ранее (Болдырева, 2006), показали результаты аналогичные варианту гибкой нити на участке с активной гидродинамикой. Интенсивность обтекания слоевища закономерно снижалась в направлении от его основания к верхушечной части.

Можно полагать, что гибкость натуральных слоевищ в условиях набегающего разнонаправленного потока способствует существенной модификации режима обтекания поверхности водорослей. Проведенные ранее морфофизиологические исследования талломов фукоидов (Болдырева, 2006) позволяют определить обнаруженное гидродинамическое влияние гибкости таллома как проявление адаптивной целесообразности. В условиях выраженной подвижности воды местообитания обтекание наиболее тонких, механически непрочных, но физиологически активных апикальных частей слоевища фукусов за счет гибкости таллома проходит в мягком режиме. С другой стороны, уплощенные базальные части таллома, механически наиболее прочные, однако, вследствие невысоких значений удельной поверхности, обладающие малоинтенсивным обменом, находятся в условиях наиболее активного обтекания, способствующего интенсификации метаболизма этих частей таллома.

Список литературы

1. Болдырева К.Л., Завалко С.Е. Распределение гидродинамических и морфофизиологических характеристик по вертикальному профилю слоевища *Fucus vesiculosus* L. как проявление регулятивных свойств [электронный ресурс]/ Мурманск: МГТУ, 2006. – Междунар. науч.-техн. конф. “Наука и образование - 2006”. – с. 816-820.
2. Завалко С.Е. Параметры роста и структуры популяции *Cystoseira crinita* (Desf.) Bory в условиях природного градиента подвижности воды. – Экология моря, 1983, вып. 15, с. 34 – 40.
3. Завалко С.Е. Множественная стабилизация параметров синузии «базифит-эпифит» в морской экосистеме с антропогенным эвтрофированием (экология и прикладные аспекты). – Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. биол. наук. – Севастополь, 1985.
4. Завалко С.Е. Адаптация слоевищ ламинарии к различной подвижности воды. – Биология моря, 1993, №3, с. 88-96.
5. Завалко С.Е. Влияние движения воды на морфофизиологические параметры бурых водорослей баренцевоморской литорали. Наука и образование – 2005: Материалы междунар. науч.-техн. конф. (Мурманск, 6-14 апреля 2005.) – Мурманск: МГТУ, 2005. – Ч. V, с. 354-357.
6. Комплексная адаптация цистозире к градиентным условиям: Научные и прикладные проблемы/ Ковардаков С.А., Празукин А.В., Фирсов Ю.К., Попов А.Е. – Киев: Наук. думка, 1985.

7. Околограничные хемобиогидродинамические процессы в морских экосистемах/ К.М. Хайлов, В.Н. Гринцов, С.Е. Завалко, С.А. Ковардаков, В.Н. Макаров/. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1991.

8. Стоценко А.А. Гидробиотехнические сооружения. – Владивосток, Издательство Дальневосточного университета, 1984. – 136 с.

9. Хайлов К.М., Празукин А.В., Ковардаков С.А., Рыгалов В.Е. Функциональная морфология морских многоклеточных водорослей. – Киев: Наукова думка, 1992.

10. Anderson, Charters (Marine science Just., Univers. of California, Santa Barbara 93106). A fluid dynamics study of seawater flow through *Gelidium nudifrons*. – Limnology and Oceanology, 1982, vol. 27, № 3, p. 399-412.

11. Harvell C.D., Labarbera M. Flexibility: a mechanism for control of local velocities in hydroid colonies. – Biol. Bull. 1985, v. 168, p. 312-320.

12. Wheeler, W.N. Effect of boundary layer transport on the fixation of carbon by the giant kelp *Macrocystis pyrifera*. - Marine biology. 1980, 56, p. 103-110.

Размерный состав естественных субстратов как экологический регулятор структуры фитообрастания в условиях литоральной экосистемы с антропогенным химическим загрязнением

Завалко С.Е., Ходякова А.И. (МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды szavalko@mail.ru)

Characteristic dimensions of natural substrate particles influence on the structure of algal bio-fouling was investigated. Morphology of substrate particle can be considered as strong regulator of algal morpho-physiological parameters.

Серьезные разрушения морских прибрежных биоценозов, возникающие как неизбежное следствие антропогенного воздействия, предполагает необходимость действий по восстановлению прибрежных экосистем – этих наиболее продуктивных зон моря. Применение технологии искусственных рифов обоснованно считается перспективной стратегией восстановления структуры и нормального функционирования прибрежной биоты. Суть технологии искусственных рифов заключается в создании в море дополнительной поверхности обрастания за счет размещения на дне либо в толще воды естественных объектов или искусственных сооружений, предназначенных для естественного поселения или выращивания представителей фито- и зообентоса. Важнейшим моментом подобной технологии является поиск закономерностей влияния морфологии рифов на структурные и функциональные параметры биообрастания. Пренебрежение этими закономерностями значительно снижает эффективность искусственных рифов как технологии (Хайлов с соавт., 1999). Предварительные исследования влияния характерных размеров естественных и искусственных субстратов на структуру фито- и зоообрастания выявили существенные корреляции между этими параметрами (Хайлов с соавт., 1992, Юрченко, 1999). Были обнаружены закономерное изменения морфологии биообрастания в размерных рядах частиц субстрата, что позволяет использовать обнаруженные зависимости в целях инженерной экологии при конструировании искусственных рифов.

Целью настоящего исследования послужили морфометрические измерения макрофитообрастания в размерных рядах естественных твердых субстратов прикрепления водорослей (камни разного размера) в условиях литорали Кольского залива в градиенте химического загрязнения.

Материалы и методы

Работу выполняли на трех участках литорали Кольского залива, различающихся по уровню загрязнения бытовыми и промышленными стоками: в районе нового моста (участок с наиболее высоким уровнем загрязнения) – «Мост»; возле пос. Абрам мыс (средний уровень

загрязнения) – «Абрам мыс» и в районе пос. Белокаменка (относительно невысокий уровень загрязнения) – «Белокаменка». С каждого выбранного участка литорали отбирали размерный ряд камней с прикрепленными к их поверхности многоклеточными бурыми водорослями – фукоидами (*Fucus vesiculosus*, *F. distihus*, *Ascophyllum nodosum*). Регистрировали характерные размеры камней – диаметр (в случае сферической формы) и размеры по трем базовым измерениям (в случае формы близкой к параллелепипеду). Определяли площадь поверхности камня (общую и верхнюю, покрытую водорослями), а также – объем и удельную поверхность – отношение общей поверхности к объему. Водоросли снимали с камней, разделяли по видам и каждую популяцию – на размерно-возрастные группы. Регистрировали величины сырой массы и численность фукоидов как в пределах каждой возрастной группы, так и в целом по популяции и суммарно на камне. Используя методику бумажных контуров, определяли величину площади поверхности слоевищ фукоидов после чего вычисляли значения удельной поверхности слоевищ.

Результаты и обсуждение.

Результаты промеров, прежде всего, показали закономерное возрастание биомассы фитообрастания камней в ряду увеличения их объема, описываемое степенной регрессией (рис. 1).

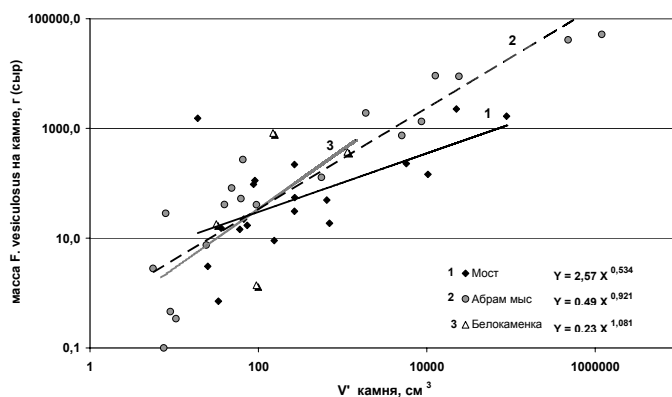


Рис. 1.
Распределение величин массы фитообрастания в размерном ряду естественных субстратов в условиях градиента химического загрязнения местообитания.

В целом полученный отклик по биомассе хорошо воспроизводит аналогичное распределение, полученное ранее (Хайлов с соавт., 1992). В нашем случае данная зависимость имела характерную особенность, связанную с влиянием уровня химического загрязнения местообитания. В условиях относительно чистой воды (Белокаменка) угловой степенной коэффициент регрессии был близок к 1 (1,01). Близость степенного коэффициента данной регрессии к единице означает константность величин биомассы водорослей относительно единицы объема камня в размерном ряду камней, что и отмечалось ранее (Хайлов с соавт., 1992). В условиях загрязненной литорали степенной коэффициент был гораздо менее единицы (0,53), из чего можно предположить, что загрязнение вносит дестабилизирующий эффект в систему фитообрастания камней.

Распределение величин биомассы фитообрастания в расчете на единицу поверхности обрастания в размерном ряду камней в целом носило одновершинный характер, что указывает на существование оптимальных размеров субстрата для поселения водорослей. Однако, в данном случае также можно говорить о модифицирующем влиянии уровня загрязнения среды. Для относительно чистой зоны Белокаменки биомасса фукоидов была наибольшей на самых крупных камнях с наименьшими величинами удельной поверхности. По мере возрастания уровня загрязнения среды (Абрам мыс – Мост), максимум биомассы закономерно смещался в область мелкогабаритной части спектра камней (рис. 2).



Рис. 2. Распределение величин биомассы фитообрастания в размерном ряду естественных субстратов в условиях градиента загрязнения местообитания

Сопоставление размерных характеристик естественных субстратов и фитообрастания выявило наличие между ними определенной аллометрии. Так в ряду уменьшения объема камней отмечали закономерное уменьшение средней массы тела фукоидов фитообрастания (рис.3).

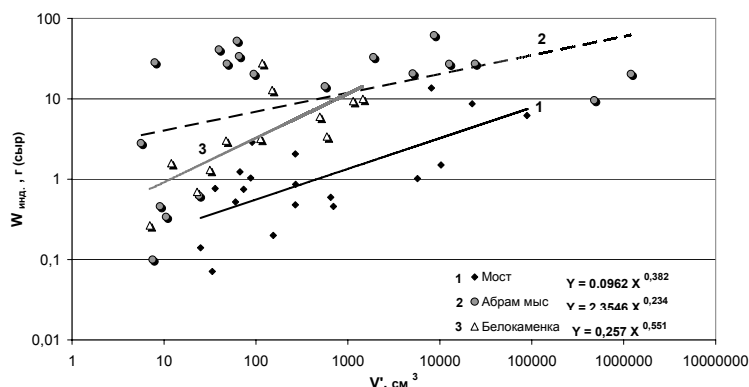


Рис.3. Распределение величин средней массы таллома водорослей фитообрастания в размерном ряду естественных субстратов

Рассмотрение откликов, полученных для различных по загрязнению среды условий, наглядно демонстрирует общее влияние загрязнения на размерный состав фукоидов: их измельчение в ряду возрастания загрязнения. Заметим, что подобный эффект давно и многократно наблюдался ранее на многих биологических объектах и представляется уже классическим (Карпевич, 1981; Хайлов с соавт., 1984; Ковардаков с соавт, 1985).

Определенная пропорциональность между размерным составом субстратов и размерно-возрастной структурой фитообрастания проявилась также на популятивном уровне. Так, в пробах популяции *F. vesiculosus*, обитающей на камнях отмечали закономерное увеличение доли самых молодых возрастных групп в ряду увеличения удельной поверхности субстратов (рис. 4). Заметим, что в ряду увеличения уровня загрязнения среды эта закономерность проявлялась все более характерно. Угловым коэффициентом степенной регрессии, описывающей данную зависимость, закономерно нарастал в ряду: Белокаменка – Абрам мыс – Мост.

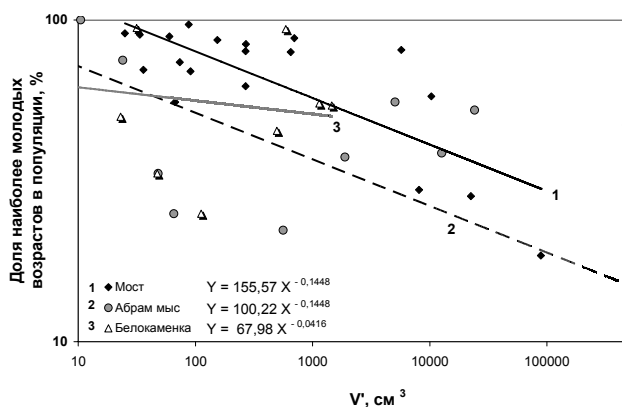


Рис. 4. Доля наиболее молодых талломов в популяции фитообрастания естественных субстратов в условиях различного уровня загрязнения среды

Можно заключить, что как размерный ряд субстратов, так и градиент загрязнения способствуют измельчению и омоложению популяции фитообрастания. Омоложение популяции макрофитов в условиях градиента химического загрязнения – явление давно известное в литературе (Хайлов с соавт., 1984; Ковардаков с соавт., 1985). Интерес в нашем случае представляет обнаруженное регулирующее влияние размеров субстрата прикрепления.

В конечном итоге, структурные изменения фитообрастания, отмечаемые в размерном ряду естественных субстратов, приводят к закономерному аллометрическому соотношению величин удельной поверхности фитообрастания и субстратов прикрепления (рис. 5).

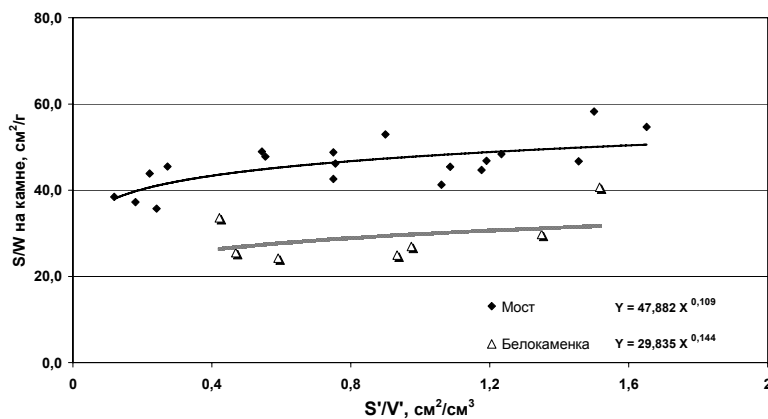


Рис. 5. Распределение величин удельной поверхности фитообрастания в размерном ряду естественных субстратов в условиях различного загрязнения местообитания.

Исходя из полученных результатов, можно полагать, что при организации санитарной марикультуры для очистки морской прибрежной экосистемы наиболее эффективным может оказаться применение мелкоразмерных искусственных субстратов, благоприятных для поселения и обитания преимущественно молодых мелкоразмерных слоевищ водорослей. Последнее представляется важным, если учесть, что в размерно-возрастном ряду слоевищ именно мелкоразмерная часть демонстрирует наиболее интенсивные обмен веществ и рост массы (Хайлов с соавт., 1992).

Список литературы

1. Карпевич А. Ф. Причины изменений в структуре водных экосистем // 4-й съезд Всесоюз. Гидробиол. Об-ва: Тез. Докл, Киев, 4 дек. 1981 г. - Киев: Наук. Думка, 1981. - Т. 4, ч. 1. - с. 75-76.

2. Ковардаков С.А., Празукин А.В., Фирсов Ю.К., Попов А.Е. Комплексная адаптация цистозеры к градиентным условиям (научные и прикладные проблемы). - Киев: Наук. Думка, 1985. - 217 с.

3. Хайлов К. М., Празукин А. В., Завалко С. Е., Рындина Д.Д. Морские макрофиты в градиенте бытового эвтрофирования // Вод. Ресурсы. - 1984. - №5. - С. 88 -103.

4. Хайлов К.М., Празукин А.В., Ковардаков С.А., Рыгалов В.Е. Функциональная морфология морских многоклеточных водорослей. Киев: Наукова Думка, 1992 – 280 с.

5. Хайлов К. М., Бимбад Г. Е., Ковардаков С. А., Празукин А. В., Юрченко Ю. Ю. Экспериментальные конструкции типа "искусственный риф" и экологические требования к ним // Акватории и берега Севастополя: экосистемные процессы и услуги обществу (Спецвыпуск "Экологии моря"). - Севастополь: Аквавита. - 1999. - С. 34-46.

6. Юрченко Ю. Ю. Геометрия искусственных жилищ как фактор, определяющий плотность их заселения морскими беспозвоночными // Экологические проблемы Черного моря.- Одесса: ОЦНТЭИ. - 1999. - С. 317-322.

Повышение эффективности очистки воды р. Лавны за счет использования природных сорбентов

Кальсина Е.Н., Берёза И.Г. (МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды, e-mail: Elena.Kalsina@mail.ru, Irina.Beryoza@mail.ru)

In the present work process of adsorption of organic pollution of potable water by natural materials is investigated, the most effective sorbent is established, the basic technical characteristics on process of the adsorption are received.

Вследствие прогрессирующего ухудшения качества воды водоисточников (повышенное содержание органических веществ), а также вторичным загрязнением транспортируемой воды, проблема поиска наиболее эффективных путей улучшения качества питьевой воды и новых реагентов все также актуальна.

Источником водоснабжения пос.Абрам-Мыс является р.Лавна, вода которой по показателям качества характеризуется как высокоцветная (во все периоды года) и маломутная (за исключением паводкового периода, когда ее мутность возрастает в несколько раз). Одновременно следует отметить и нестабильность качества воды, обусловленную значительными изменениями (не связанные с паводком) таких показателей как цветность, перманганатная окисляемость.

Эффективным методом очистки природных вод от органических загрязнений является адсорбция. Как следует из анализа литературных источников, адсорбция в подавляющем большинстве случаев обеспечивает получение воды требуемого качества при достаточно разнообразном органическом составе воды, поступающей на обработку.

В настоящее время в водоподготовке используются в основном угольные или синтетические сорбенты. Эти сорбенты имеют ряд недостатков: сорбенты обычно одноразового использования, с трудом утилизируются, часто токсичны. Поэтому перспективным является применение в водоподготовке природных сорбирующих материалов. Особый интерес в качестве природных сорбентов представляют шунгит, вермикулит, шлак медно-никелевых руд.

Для проведения исследований на кафедре экологии и защиты окружающей среды МГТУ была смонтирована специальная пилотная установка, позволяющая осуществлять отработку технологических решений на реальной воде водоисточника.

В ходе эксперимента был осуществлен выбор природного сорбента, обеспечивающего максимальное извлечение растворенных органических соединений, проведен сравнительный анализ сорбционных свойств шунгита, вермикулита и шлака медно-никелевых руд. Эффективность

процесса адсорбции оценивалась по перманганатной окисляемости. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Как следует из полученного экспериментального материала (табл. 1) наибольшей сорбционной способностью по отношению к органическим загрязнениям природных вод обладает шунгит. Так, эффективность извлечения органических загрязнений из воды р. Лавны составила 70,3%, цветность обработанной воды при этом - 19,2 град.

Таблица 1

Природный источник	Сорбент	Перманганатная окисляемость, мг/л		Эффективность, %
		до сорбции	после сорбции	
река Лавна	шунгит	3 2,1	9,5	70,3
	вермикулит	3 2,1	12,4	61,3
	шлак медно-никелевых руд	3 2,1	13,3	58,6

Влияние ГМК “Печенганикель” на экологическую обстановку водоемов Печенгского района

Канищев А.А.¹, Даувальтер В.А.^{1,2} (¹*Апатиты, Апатитский филиал Мурманского государственного технического университета, кафедра геоэкологии;* ²*Апатиты, Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН, e-mail: vladimir@inep.ksc.ru*)

Emissions of heavy metals and wastewater from melting furnaces, slime pits, tailing dumps, and mines of the Pechenganikel' Plant are the main sources of increased concentrations of Ni, Cu, Co and Zn in the top layers of sediments of lakes close to the sources. The prevailing southwestern winds spread the emission plume mainly in the north-eastern and southern direction (lake sediments in lakes located 40 km and farther south of Nikel' are contaminated only slightly). Increased concentrations of high-toxic elements (Cd, Hg, Pb and As) were recorded in the upper layers of the sediments in almost all investigated lakes.

Кольский Север в силу уникальности и богатства минерально-сырьевых ресурсов имеет огромный промышленный потенциал. Промышленное освоение территорий Кольского полуострова началось в 30 – 40 гг. XX в. Мурманская область обеспечивает преобладающую часть потребности России в фосфатных рудах, редкоземельных металлах и многих других видах минерального сырья. Кроме этого ведется добыча никеля, меди, кобальта, железных и хромитовых руд и других полезных ископаемых. На базе разведанных месторождений действуют горно-обогатительные предприятия, являющиеся градообразующими для городов Апатиты, Кировск (ОАО “Апатит”), Заполярный, Никель, Мончегорск (ОАО “Кольская ГМК”), Оленегорск (ОАО “Олкон”), Ковдор (ОАО “Ковдорский ГОК”, ОАО “Ковдорслюда”), поселков Енский (ОАО “Чалмозеро”), Риколатва (ОАО “Мусковит”), в которых проживает треть населения области.

В настоящее время на сравнительно небольшой территории Кольского полуострова сосредоточены крупные горно-перерабатывающие и металлургические предприятия, построена АЭС, созданы города и поселки. В последние годы в хозяйственный оборот вовлекаются все новые территории, что приводит к увеличению нагрузки на экосистемы. Следует подчеркнуть, что характерной особенностью северных экосистем является низкая способность к самовосстановлению. Вместе с тем, каждый вид природопользования предъявляет свои требования к качеству и количеству природных ресурсов и оказывает разное по своему уровню негативное воздействие на окружающую природную среду.

Наиболее сильно подвержены воздействию человека и его хозяйственной деятельности водные источники, особенно внутренние

водоемы. Деятельность металлургических комплексов на Кольском Севере приводит к повышенному содержанию ряда металлов, которые поступают как в составе пылевых выбросов, так и в составе сточных вод. В качестве примера в работе рассматривается влияние ГМК “Печенганикель” на состояние поверхностных вод и донных отложений. Установлено, что пылевые выбросы металлургического комбината и стоки плавильных цехов, шламоотвалов, хвостохранилищ и рудников являются главными источниками повышенных концентраций Ni, Cu, Co, Zn, Cd и Hg в поверхностных слоях донных отложений (Даувальтер, 1997).

Металлы поступают в водные экосистемы с территории водосбора и с атмосферными осадками. Содержание растворенных форм в воде озер невелико. Они адсорбируются взвешенными частицами, оседающими на дно и образующими донные отложения озер. Металлы могут также захватываться и непосредственно донными отложениями. Следовательно, донные отложения озер могут рассматриваться как информационная система для оценки экологического состояния окружающей среды, в том числе и для установления степени загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами (Даувальтер, 2002).

Проблема загрязнения поверхностных вод тяжелыми металлами приобретает все большую актуальность вследствие их токсичности, способности длительное время функционировать в экосистемах и накапливаться в телах гидробионтов. Наряду с загрязнением тяжелыми металлами происходит закисление территории водосборов. Это приводит к повышению мобильности тяжелых металлов в экосистеме и увеличению токсичности и биоаккумуляции (Моисеенко и др., 1996). В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы, связанные с изучением закономерности распределения тяжелых металлов в поверхностных водотоках под влиянием сточных вод и атмосферных выбросов горно-металлургических предприятий.

Целью работы является оценка экологического состояния поверхностных вод в районе антропогенного влияния ГМК “Печенганикель” по результатам исследований химического состава донных отложений с учетом коэффициента и индекса экологической опасности.

В работе были использованы данные исследований водных объектов на приграничной с Норвегией территории России в Печенгском районе, проведенных сотрудниками ИППЭС КНЦ РАН в период 2002-2005 гг. Объектами исследований были водные экосистемы (более 20 озер) Печенгского района.

Пробы воды на химический анализ отбирались с поверхностного и придонного горизонтов пластиковым батометром объемом 2 л. Пробы донных отложений отбирались колонкой открытого гравитационного типа (внутренний диаметр 44 мм) с автоматически закрывающейся диафрагмой и в полевых условиях разделялись на 1-см слои. В пробах донных отложений определялись концентрации элементов, в том числе и тяжелых

металлов, методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии после обработки концентрированной азотной кислотой. Пробы доставлялись и анализировались в лаборатории ИППЭС КНЦ РАН. Все аналитические методики определения основных гидрохимических параметров приведены в соответствии международным стандартам.

По результатам анализа данных были сделаны следующие выводы:

- Основным источником загрязнения водных объектов бассейна реки Пасвик является комбинат “Печенганикель”. Атмосферные выбросы Ni, Cu, Co, Cd, Zn плавильными цехами, сточные воды шламоотвалов, хвостохранилищ и рудников комбината обуславливают превышение в настоящее время содержания этих элементов в воде некоторых водоемов Печенгского района принятых условно-фоновых значений.
- Приоритетными загрязняющими веществами в водной толще озер являются Ni, Cu, Al, Fe.
- Ni и Cu являются компонентами сточных вод и воздушных выбросов ГМК “Печенганикель”. Исследования показали, что наибольшие концентрации Ni наблюдались в воде водоемов, расположенных в непосредственной близости к городам Никель и Заполярный (80-340 мкг/л) и пос. Приречный (до 1400 мкг/л). В остальных водоемах содержание Ni в воде изменяется от 0.2 до 34 мкг/л.
- Концентрации Cu в воде исследуемых водоемов составляют 0.2-46 мкг/л. Максимальные концентрации отмечены в озерах вблизи пос. Приречный и озере Куэтсьярви. В весенний период из оз. Куэтсьярви в р. Пасвик Ni и Cu поступает в 2 раза больше, чем в летний и осенний периоды.
- Несмотря на высокие концентрации для Ni и Cu, Hg наиболее опасна для биоты водоемов вследствие крайне высокой токсичности.
- Al и Fe поступают в водоем в составе сточных вод промышленных предприятий и хозяйственно-бытовых стоков, для которых отмечается иная картина распределения. Высокие концентрации Al наблюдаются как на значительном расстоянии, так и вблизи комбината. Максимальные значения отмечены в оз. Куэтсьярви (до 221 мкг/л). В среднем концентрация Al в исследованных водоемах составляет 45.1 мкг/л, что незначительно превышает ПДК для рыбохозяйственных водоемов (40 мкг/л).
- В большинстве водоемов среднее содержание Fe в воде изменяется в пределах 12.7-314 мкг/л. Максимальные концентрации Fe (510-520 мкг/л) отмечены в воде придонных горизонтов оз. Виртуовошъяур и оз. Куэтсьярви.
- Содержание в водной толще таких элементов как Co, Zn, Pb, Cr,

Cd оценивается как незначительное, хотя в донных отложениях отмечается увеличение концентраций этих элементов в поверхностных слоях по сравнению с фоновыми (на глубине более 20 см) слоями донных отложений.

- В исследуемом районе водородный показатель воды изменяется от 4.64 до 7.21 ед. Реакция вод в большинстве водоемов слабокислая.
- Установлены достоверные зависимости снижения концентраций в поверхностных слоях донных отложений исследуемых озер основных загрязняющих тяжелых металлов (Ni, Cu, Co, Zn) по мере удаления от источника загрязнения, а также халькофильных элементов (Cd, As и Hg), говорящие о том, что выбросы плавильных цехов являются источником загрязнения этими высокотоксичными в повышенных концентрациях элементами (Рис.).

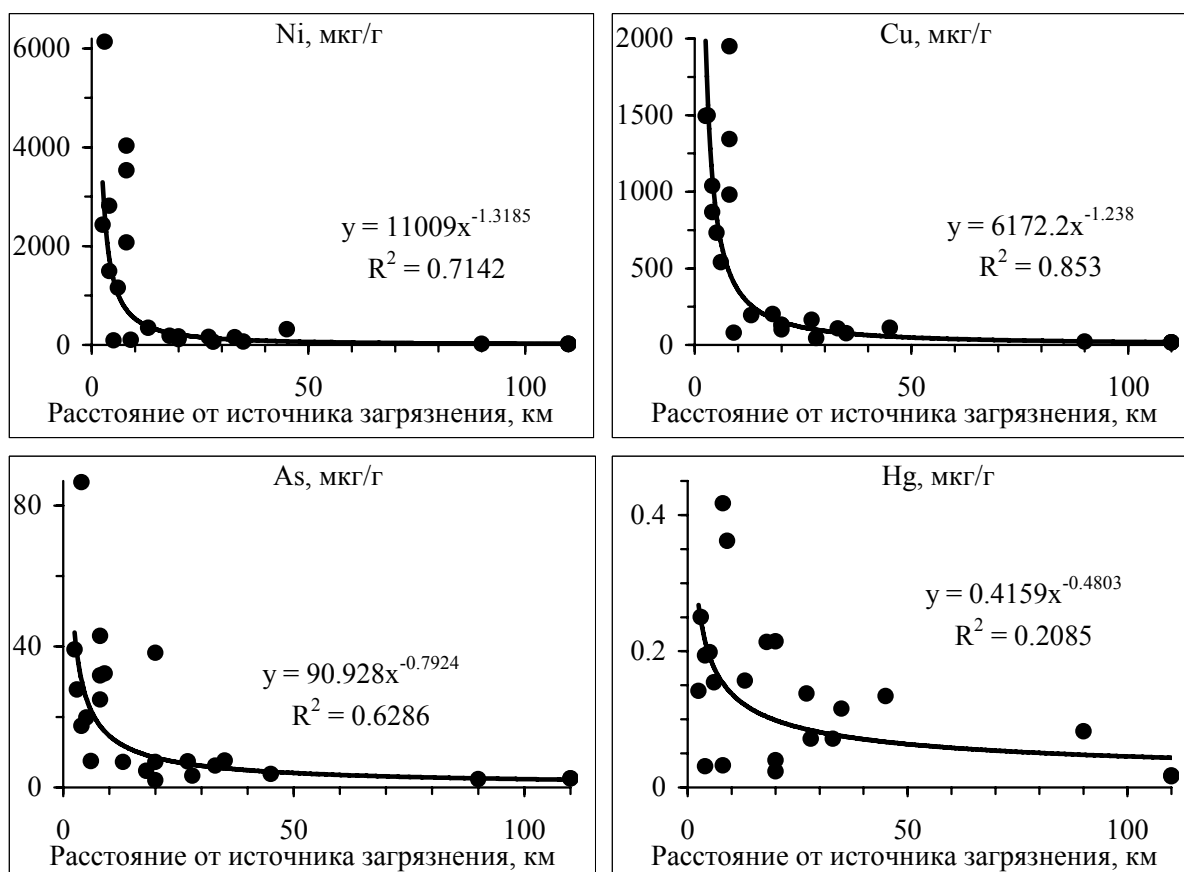


Рис. Распределение концентраций тяжелых металлов и As (мкг/г сух. веса) в поверхностном слое (0-1 см) донных отложений исследуемых озер в зависимости от удаления от источника загрязнения (комбината «Печенганикель»).

- Для воды исследуемых озер, расположенных вне зоны влияния выбросов комбината, типичен следующий порядок распределения главных ионов: $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$; $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ + \text{K}^+$. В озерах,

расположенных вблизи комбината “Печенганикель”, основные ионы по значимости распределяются следующим образом: $\text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^-$; $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$.

- Высокими значениями индекса экологической опасности (RI) характеризуются озера, подверженные влиянию выбросов комбината “Печенганикель”. Наибольший вклад в это значение вносят Ni и Hg. Cu и Cd представляют значительную экологическую опасность в этом районе.
- Высоким значением RI характеризуется оз. Куэтсьярви, наиболее подверженное влиянию выбросов и стоков ГМК “Печенганикель”. Умеренной экологической характеризуется оз. Бьерневатн. Остальные исследованные озера характеризуются умеренными и низкими значениями индекса экологической опасности.

Функционирование горнометаллургического комплекса Мурманской области привело к загрязнению озер сточными водами и атмосферными осадками, содержащими тяжелые металлы в повышенных концентрациях. Анализ антропогенной нагрузки тяжелых металлов на водоемы позволяет выделить три основных блока, влияющих на аккумуляцию тяжелых металлов в донных отложениях:

1. Сточные воды предприятий горнометаллургического комплекса (оз. Куэтсьярви, р. Пасвик). Их поступление в водоемы сопровождается загрязнением хозяйственно-бытовыми стоками, что активизирует адсорбцию и седиментацию тяжелых металлов.

2. Аэротехногенное загрязнение пылеватыми выбросами медно-никелевых производств, содержащих тяжелые металлы. Пылеватые выбросы выпадают вблизи промышленных центров, их растворение в воде сопровождается повышением уровня тяжелых металлов в воде и донных отложениях.

3. Аэротехногенное загрязнение кислотообразующими веществами и ионными формами металлов, распространяющимися на значительные расстояния. Закисление водоемов способствует переходу металлов в ионные наиболее токсичные формы из донных отложений в водную толщу. Несмотря на низкие концентрации, токсичные эффекты тяжелых металлов в кислой среде увеличиваются.

Список литературы

1. Даувальтер В.А. Загрязнение донных отложений водосбора реки Пасвик тяжелыми металлами // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 1997. – № 6. – С. 43-53.

2. Даувальтер В.А. Факторы формирования химического состава донных отложений: Учебное пособие по дисциплине «Геохимия окружающей среды» для направления 511100 «Экология и природопользование». – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2002. – 75 с.

3. Моисеенко Т.И., Родюшкин И.В., Даувальтер В.А., Кудрявцева Л.П. Формирование качества вод и донных отложений в условиях антропогенных нагрузок на водоемы арктического бассейна (на примере Кольского Севера). – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1996. – 263 с.

Гранулометрический контроль группового и молекулярного состава органического вещества пелитовых фракций донных отложений Баренцева моря

Петрова В.И.¹, Коновалов Д.А.², Литвиненко И.В.¹ (¹С-Петербург, ВНИИОкеангеология. Лаборатория органической геохимии; ²Апатиты, Апатитский филиал Мурманского государственного технического университета, кафедра геоэкологии, e-mail: geochem@nw.vniio.ru)

It is a lot of factors depended on concentration and molecular composition of organic matter in marine sediments. The knowledge about them helps to understand geochemical cycles of biogenic elements. And, furthermore, it helps to interpret a data of sediment and organic carbon deposition, paleoproductivity and distribution of organic fossils, like oil and gas deposits. The most common of these factors is the size of mineral grains in bottom sediments.

Введение

Ряд внешних и внутренних факторов определяет масштабы накопления органического вещества (ОВ) и его генетические характеристики. К внешним факторам могут быть отнесены окислительно-восстановительные условия осадконакопления, его локальные скорости и гидродинамические особенности, а также биопродуктивность акватории. Внутренними факторами являются ассоциация ОВ с минеральной матрицей осадков, устойчивость определенных типов биополимеров к деградации, привнос глубоко преобразованного терригенного ОВ и геополимеризация *in situ* реакционноспособных органических соединений.

При этом общей для всех шельфовых осадков является корреляция содержания ОВ и площади сорбционной поверхности минеральных частиц (Hedges, Oades, 1997; Mayer, 1994). Однако, несмотря на важность этой характеристики, влияние гранулометрического состава на композиционное распределение ОВ изучено мало.

Материалы и методы

В результате проведенного ранее статистического анализа (Петрова, 1999) были получены распределения коэффициентов корреляции (r) для $C_{\text{орг}}$, растворимых компонентов ОВ и углеводородных (УВ) компонентов ОВ в зависимости от гранулометрических фракций осадков Баренцева моря. Донные отложения были представлены образцами, отобранными в широком лито-фациальном диапазоне от грубодисперсных прибрежно-шельфовых песков до тонкодисперсных илов центральной Баренцевоморской впадины. Анализ элементного состава ОВ поверхностных осадков показал обогащенность углеродом фракции 50-1 мкм. Аналогии распределения элементов всех изученных образцов в гранулометрических фракциях говорят о единстве определяющих его

факторов, а полное соответствие литературным данным (Bergamaschi et al., 1997; Christensen, 1992, 1996; Harvey, Johnston, 1995; Hedges, Oades, 1997; Jeng, Chen, 1995; Mayer 1994) – позволяет считать данное наблюдение закономерным.

Таким образом, проведенные исследования позволили наметить основные тенденции вариаций содержания и состава ОВ осадков в зависимости от их гранулометрического состава. Подтверждение выдвинутых предположений могло быть получено только путем проведения прямых аналитических исследований.

Из крупнообъемных (массой около 5 кг) проб осадков, отобранных в центральной части Баренцева моря, гидродинамическим фракционированием были выделены тринадцать гранулометрических фракций размером <1-1000 мкм. Четыре пелитовые фракции в диапазоне 50-1 мкм по результатам корреляционного анализа (Петрова, 1999) представляли особый интерес. Для них был выполнен комплекс минералогических и органо-геохимических исследований, вплоть до анализа распределения молекулярных маркеров (н-алканов и полициклических аренов).

Состав глинистых минералов определялся рентгенографически на дифрактометре ДРОН-2. Количественный анализ проводился по (Полуколичественное..., 1984). Для всех изученных образцов минералогический состав пелитовых фракций варьировал незначительно и, более того, был близок к валовому минеральному составу. Минералогическая однородность проб позволила исключить из рассмотрения данный фактор и при дальнейших интерпретациях говорить лишь о текстурном эффекте.

Обсуждение результатов

Результаты прямого аналитического определения показали, что максимальное содержание $S_{орг}$ во всех изученных образцах наблюдалось во фракции 5-1 мкм, вне зависимости от интервала опробования. Распределение основных растворимых компонентов ОВ – битумоидов (Ахл и Асп-б) и гуминовых кислот (ГК) также свидетельствовало об их предпочтительной ассоциации с данной фракцией, однако не столь однозначно. Наименее полярный хлороформный битумоид (Ахл), а в ряде случаев, и Асп-б, и ГК, в равной или большей степени были связаны с фракцией 1-0.5 мкм. Вместе с тем, данное наблюдение не противоречит предположению о преимущественно сорбционном механизме взаимодействия ОВ с минеральными частицами. Напротив, находится в полном соответствии с представлениями об увеличении сорбционной способности частиц с уменьшением их размера.

При рассмотрении распределения и состава н-алканов по гранулометрическим фракциям были выявлены существенные закономерные отличия, свидетельствующие о заметном текстурном эффекте в процессе формирования облика УВ донных осадков.

Наиболее характерной особенностью распределения была очевидная обогащенность фракции 5-1 мкм молекулярными маркерами гумусовой природы (н-С₂₇₋₃₁). Маркеры гидробионтного ОВ (н-С₁₇₋₁₉) в поверхностных осадках были приурочены к наиболее крупной фракции 10-5 мкм, а в погруженных – напротив к фракции 1-0.5 мкм. Отношения С₁₅₋₂₁/С₂₃₋₃₁ и С₁₇/С₂₉ во фракции 5-1 мкм были минимальными. При этом значение ОЕР в этой фракции для н-алканов гумусовой природы был максимальным, что указывает на более низкую степень их преобразования. Устойчивое преобладание длинноцепочечных н-алканов (С₂₃₋₃₁) в сочетании с максимальным значением ОЕР С₂₃₋₃₁, С₂₇, С₂₉ фракции 5-1 мкм позволяет предположить особую роль данной гранулометрической фракции в дальнейшем переносе терригенного ОВ.

В отличие от н-алканов, в основном маркирующих в составе ОВ долю участия гидробионтной и гумусовой составляющих, ПАУ отражают вклад более широкого спектра источников органического материала.

Следует отметить, что геохимические параметры осадка, отобранного на ст.166, были наиболее близки типичным для центральной части Баренцева моря (Петрова, 1999) и свидетельствовали о сингенетичности содержащегося в нем ОВ. Это подтверждается распределениями последовательного ряда углеводородных компонентов. Во всех пелитовых фракциях ст.166 распределение ПАУ согласуется с таковыми для УВ и ароматических углеводородов (Ar), т.е. носит явно унаследованный характер, косвенно указывая на сингенетичность полиаренов.

В других образцах (ст.174, 187, 187-1) данная унаследованность определенно утрачивается, здесь предположительна наложенная углеводородная составляющая, чему свидетельствуют параметры распределение нафтидогенных ПАУ.

В пелитах осадка ст.166 содержание нафтидогенной молекулярной группы 178 варьирует незначительно, составляя 0.02-0.09. В других образцах, эти величины значительно выше. Соотношения 178/178+252 (до 0.53) и варьируют до 2 порядков. Это может быть обусловлено формированием молекулярной композиции ПАУ эпигенной дополнительной составляющей. Это, также подтверждается и симбатным повышением в составе фенантронов голоядерных структур, значительно более склонных к миграции.

Значения указанных параметров для валовой пробы ст.187 были значительно ближе наблюдавшимся на ст.166. в сравнение с пелитовыми фракциями осадка. Возможно, перенос миграционных УВ проходит через тонкодисперсные частицы осадка, что вполне согласуется с сорбционным механизмом флюидных процессов. Но существенное значение имеют также, по-видимому, молекулярный вес, структура и размер сорбированных на минеральной матрице органических молекул, и тип образуемых ими связей.

Так, для полярных компонентов (смолы и асфальтены), склонных к образованию ковалентных связей, наличие сорбционных центров с неспаренными электронами является определяющим. Нейтральные компоненты с вандерваальсовым механизмом сорбции, нуждаются в доступности сорбционной поверхности. Т.о. происходит обогащение грубозернистых фракций разветвленными соединениями УВ, Аг.

Отсутствие закономерной приуроченности ПАУ какой-либо фракции указывает, очевидно, на многообразие физико-химических и литолого-фациальных параметров, регламентирующих процессы сорбции – десорбции и определяющих сорбционное поведение отдельных гранулометрических фракций.

Приуроченность большинства образцов, за исключением ст.166 в прогибе Самойлова, к Штокмановской площади, где в поверхностных осадках и отмечались следы миграции УВ из нижележащих продуктивных горизонтов, делает предположение об эпигенетичной природе ПАУ в изученных образцах весьма вероятным.

Выводы

Соответствие данных прямых аналитических исследований результатам корреляционного анализа позволяет вполне уверенно говорить о статистической значимости и геохимической достоверности последних.

Из характера распределения величины γ и полученных аналитических данных следует вывод о том, что ОВ донных осадков связано преимущественно с минеральными частицами пелитовой фракции, а в ее составе частиц в диапазоне 5-1 мкм размерности. Повышение содержания субколлоидных частиц приводит к резкому снижению сорбционной емкости минеральной матрицы за счет недоступности сорбционной поверхности.

Сорбционное поведение компонентов ОВ определяется их молекулярным весом, структурой и типом образуемых ими связей. Для полярных компонентов, склонных к образованию прочных ковалентных связей, определяющим является наличие на поверхности минеральных частиц сорбционных центров с неспаренными электронами. Для нейтральных компонентов, сорбирующихся за счет вандерваальсовых взаимодействий, критичной является доступность сорбционной поверхности.

Иммобилизация и дальний перенос терригенного ОВ в морские депонирующие системы осуществляется, преимущественно, пелитовыми частицами 5-1 мкм, совокупность сорбционных свойств которых способствует избирательному накоплению в данной гранулометрической фракции углеводородных молекулярных маркеров – продуктов деструкции наземных макрофитов.

Молекулярный состав полициклических аренов в узких гранулометрических фракциях отражает долю участия различных

источников ОВ, что позволяет дифференцировать седиментационные потоки исходного органического материала.

Список литературы

1. Петрова В. И. 1999. Геохимия полициклических ароматических углеводородов в донных осадках Мирового океана. / Автореферат на соискание ученой степени д. Геол.-мин. н. С.-Пб. 1999.
2. Полуколичественное Рентгенографическое Определение Минералов Глинистых Силикатов, ВИМС, М., 1984
3. Bergamaschi A., Tsamakis E., Keil G., Englington I., Montlucon B., and Hedges J. 1997. The Effects of Grain Size and Surface Area on Organic Matter, Lignin and Carbohydrate Concentration, and Molecular Compositions in Peru Margin Sediments. / *Geochemica and Cosmochemica Acta*, V. 61, N. 6, p. 1247-1260
4. Christensen B.T. 1992. Physical Fractionation of Soil and Organic Matter in Primary Particle Size and Density Separates. *Advances of Soil Science*. 20, p. 1-90.
5. Christensen B.T. 1996. Carbon in Primary and Secondary Organomineral Complex. *Advances of Soil Science*. 24, p. 97-165.
6. Harvey H.R., Johnston J.R. 1995. Lipid Composition and Flux of Sinking and Size-fractionated Particles of Chesapeake Bay. *Org. Geochem. Vol. 23*, N. 8, p. 751-764.
7. Hedges J.I., Oades J.M. 1997. Comparative Organic Geochemistries of Soil and Marine Sediments. / *Org. Geochem.*, 27, N. 7-8, p. 319-361.
8. Jeng W.-L., Chen M.-P. 1995. Grain Size Effect on Bound Lipids in Sediments of Northeastern Taiwan. *Org. Geochem. Vol. 23*, N. 4, p. 301-310.
9. Mayer L.M. 1994a. Surface Area Control of Organic Carbon Accumulation in Continental Shelf Sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta*, v.58, N.5, p. 1271-1284.
10. Mayer L.M., 1994b. Relationships Between Mineral Surfaces and Organic Carbon Concentrations in Soil and Sediments. *Chemical Geology* 114, p. 347-363.
11. Yunker, McDonald R.W., and Whitehouse B.G. 1994. Phase Association and Lipid Distributions in the Seasonally Ice-covered Arctic estuary of the Mackenzie Shelf. *Organic Geochemistry. Vol. 22*, N. 3-5, p. 651-669.
12. Yunker M.B. and McDonald R.W., 1995 Comparison and Origins of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Mackenzie River and in the Beaufort Sea Shelf. *Arctic*, Vol. 48, N 2, p. 118-129.

Технологии ликвидации разливов нефти в условиях Арктики

Смирнов Д.В., Станкевич О.И. (МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды)

Важность проблемы ликвидации разливов нефти в условиях Арктики очевидна в связи с нарастающими темпами освоения региона. В то же время стандартные технологии ликвидации разливов нефти не подходят для арктических условий.

В связи с этим в докладе будут отражены возможные стратегии реагирования на разливы нефти в условиях Арктики и их сравнительная эффективность. Важными этапами процесса принятия решений перед одобрением или завершением операции по ликвидации разливов нефти являются оценка практичности, эффективности и осуществимости запланированных работ и положительное воздействие предложенных действий на окружающую среду.

Так как большая часть Арктики труднодоступна, двумя другими ключевыми критериями оценки операции являются безопасность и практичность. Если поставленные задачи могут быть выполнены, но действия могут повлечь риск для безопасности персонала или потребовать непропорционального использования доступных ресурсов, то задачи следует пересмотреть.

При выявлении приоритетов реагирования и защиты процесс принятия решения должен включать знание местных условий и получение информации от местных жителей. Частью общей оценки являются потенциальное воздействие разлива и операций реагирования на жизнеобеспечение и другую экономическую деятельность. Знание местных условий также используется при оценке вопросов охраны окружающей среды, так как часто существует жёсткая связь между окружающей средой и жизнеобеспечением или экономической деятельностью.

Факторы, определяющие целесообразность операций ЛРН, могут включать:

- возможность прохода специализированных судов в ледовых условиях к месту разлива,
- возможность причинения вреда персоналу, населению или дикой природе,
- наличие поблизости удобного района базирования,
- возможность движения техники по берегу,
- образование отходов при проведении операции и возможность их утилизации без прерывания процессов восстановления или обработки,
- экологические и культурные ресурсы, на которые может оказать влияние операция.

Экосистема Арктики очень хрупка, небольшие изменения условий обитания и жизнедеятельности часто имеют большие, а иногда необратимые последствия. Поэтому планы операций по ликвидации разливов нефти должны быть оценены в контексте последствий предлагаемых действий для экологии и экономической деятельности в регионе. Этот компонент оценки признан официальным процессом и включает попытку прогноза скорости естественного восстановления и влияния последствий предлагаемых действий на ее восстановление. Ключевым вопросом анализа является:

Ускорят или замедлят предложенные действия естественное восстановление экосистемы?

Проблема диоксинов при утилизации некондиционных пестицидов

Фурсина А.Б.¹, Репная Л.Ф.², Ларионов К.В.² (г. Краснодар, ¹Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков (авиационный институт), e-mail:fursina74@mail.ru. ²Кубанский государственный университет, e-mail:bukov@chem.kubsu.ru)

The new technique of recycling of chlorine-containing pesticides is offered and tested on laboratory installation. It is shown, that as a result of recycling are not formed dioxins.

Накопление огромного количества некондиционных пестицидов в России и странах СНГ потребовало создания принципиально новых технологий по их утилизации. Разработка таких технологий должна вестись с учетом воздействия на окружающую среду и человека и соответствовать требованиям техногенной безопасности (1).

В мировой практике массовая утилизация твердых углеродистых промышленных и бытовых отходов в основном осуществляется термическими методами (1-4). В тоже время, эти технологические процессы являются экологически опасными из-за образования токсичных и канцерогенных веществ. Самыми опасными веществами, образующимися в этом процессе, являются соединения группы диоксинов (4-8).

Максимально допустимая концентрация диоксинов (в диоксиновом эквиваленте) в воздухе производственной зоны в России не определена, а в странах ЕС в 1994г. принято ПДК в отходящих газах мусоросжигающих заводов (МСЗ) 0.4 нг/Нм³ (5).

Таким образом, технология утилизации некондиционных пестицидов должна решать три основных проблемы:

1. Полнота удаления токсичных соединений из препаративной формы пестицида.
2. Полнота разрушения токсичных соединений до безвредных или представляющих товарную ценность.
3. Предотвращение образования вторичных токсикантов типа диоксинов.

Первые две проблемы обычно решаются повышением температуры или подачей окислителей в реакционную зону печи (4, 9). (Третья проблема легко решается процессом «заковки», т.е. резкого понижения температуры отходящих газов из зоны пиролиза.) Однако при этом возникают дополнительные проблемы, а именно: при утилизации хлорсодержащих пестицидов растет доля фосгена (8), а, главное, приходится затрачивать больше энергии на разогрев некондиционных пестицидов, представляющих собой, как правило,

низкоконцентрированные смеси токсичного действующего вещества (ДВ) и инертных наполнителей типа сажа, силикагель, гипс и проч.

С целью оптимального сочетания экологических и экономических показателей процесса утилизации, была предложена комбинированная схема пиролиза пестицидов (10-12) и собрана лабораторная установка по утилизации пестицидов на основании предлагаемой технологии, блок-схема которой представлена на рис. 1.

Технологическая схема предлагаемого процесса комбинированной утилизации включает следующие этапы: - термическая деструкция препаративных форм пестицидов в печи первичного пиролиза, представляющей собой вращающуюся печь барабанного типа, при температурах ниже 1000 °С; - пиролиз соединений газовой фазы первичного пиролиза в плазменном или плазмохимическом реакторе при температурах выше 1500 °С; - закалка и разделение продуктов деструкции с переводом их в малотоксичные вещества, пригодные для вторичного использования.

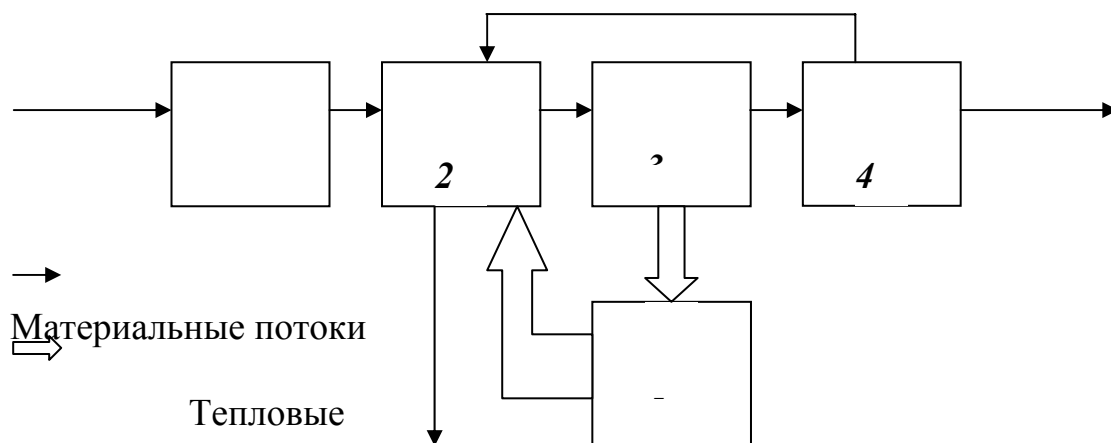


Рис.1 Принципиальная схема комбинированной установки утилизации пестицидов

Где: **1** - система подачи препаративных форм пестицидов; **2** - печь первичного пиролиза; **3** - плазмотрон; **4** - система закалки и сепарации продуктов плазменного пиролиза; **5** - система использования выделяемого тепла для поддержания температурного режима в рабочей зоне печи первичного пиролиза **2**.

Как было выявлено экспериментально, десорбция и перевод в газовую фазу органических соединений препаративных форм пестицидов происходит в интервале температур 400-1000°С. В результате пестициды разделяются на горючие (органические) и негорючие (минеральные) составляющие препаративной формы утилизируемых пестицидов. Минеральные компоненты, освобожденные от токсикантов, могут использоваться в качестве строительных материалов или размещаться на свалке как отходы IV-V класса опасности.

На второй стадии пиролиза, газовый поток, в состав которого входят ДВ и продукты первичного пиролиза, подают в реактор плазмотрона, где происходит окончательное разложение молекул газовой фазы до атомарного состояния. Высокотемпературный пиролиз только газовой фазы значительно упрощает и удешевляет процесс утилизации. (При средней теплоемкости твердых препаративных форм утилизируемых пестицидов, равной 1 кДж/кг·К (5), на каждые 100°С приходится экономия порядка 100 кДж/кг).

Продукты плазменного пиролиза (атомы и двухатомные молекулы) попадают в блоки закалки и сепарации где происходит их последовательное отделение и сбор, с последующим переводом их либо в малотоксичные с дальнейшим захоронением, либо в товарные продукты или вещества, представляющие собой сырье для вторичного использования.

Нами была проведена утилизация некоторых препаративных форм наиболее распространенных некондиционных пестицидов Краснодарского края:

Пример 1.

Проводили процедуру утилизации 5,5% дуста ДДТ. Навеску препарата весом 100 г, через поршневой дозатор вводили в печь первичного пиролиза, предварительно разогретую до температуры 450 °С. Скорость подачи пестицида составляла 1,0 г/с. Минеральные ингредиенты пестицида накапливались в шиберной части печи первичного пиролиза, а газообразные поступали в реактор плазмотрона с температурой плазменного шнура 4200°С. Скорость прохождения газов через плазмотрон регулировалась воздушным насосом и составляла 20-25 л/с. Продукты плазменного пиролиза последовательно пропускали через закалочное устройство в щелочной сепаратор. Затем через угольный фильтр газовая фаза выбрасывалась в атмосферу. Вес огарка составил 94,529г. Результаты анализа (табл.) свидетельствуют о достаточно полном удалении (99,97%) токсичных веществ из минеральной части препарата, и, об отсутствии вторичных загрязнителей в газовой фазе на выходе.

Пример 2.

Аналогично проводили процедуру утилизации 70% смачивающего порошка ДДТ. Вес огарка составил 30,003г. Присутствия в огарках и газовой фазе на выходе токсинов не обнаружено. Исключением является хлористый метилен (CH_2Cl_2) концентрация которого в газовой фазе составила $4 \cdot 10^{-3}$ об. %.

Пример 3.

Аналогично проводили процедуру утилизации 12% дуста ГХЦГ. Вес огарка составил 88,017 г. Присутствия в огарках и газовой фазе на выходе токсинов не обнаружено.

Пример 4.

Аналогично проводили процедуру утилизации 25% порошка на фосфомуке ГХЦГ. Вес огарка составил 68,011г. В газовой фазе обнаруживали CH_2Cl_2 и CH_3Cl в концентрациях $1-3 \cdot 10^{-3}$ об. %.

Пример 5.

Аналогично проводили процедуру утилизации 90% смачивающего порошка Линдана. Огарок не образуется. В газовой фазе обнаруживали CH_2Cl_2 и CH_3Cl в концентрациях до $7 \cdot 10^{-4}$ об. %.

Результаты анализа огарков (твердых отходов печи первичного пиролиза) и газовой фазы (дымовых газов) на выходе представлены в табл.

Результаты пиролиза некоторых препаративных форм ХОП на парах воды ($W=0,5-1,6$ кВт; $T=2200$ °С; $V=1,2$ г/с)

Препаративная форма:	Д	Д	Г	Г	2
Характеристика	ДТ, 5,5% д	ДТ, 70% сп	ХЦГ, 12% д	ХЦГ, 25% пф	М-4ХП, 50% вк
Брутто-формула ДВ	С $_{14}\text{H}_9\text{Cl}_5$	С $_{14}\text{H}_9\text{Cl}_5$	С $_{6}\text{H}_6\text{Cl}_6$	С $_{6}\text{H}_6\text{Cl}_6$	C_{10} $\text{H}_{11}\text{ClO}_3$
Полнота выгорания ДВ, %	9 9,97	9 9,99	9 9,98	9 9,99	10 0
Содержание C_xH_y в огарках, %	0, 01	н е обн.	0 ,01	н е обн.	не обн.
Содержание в газовой фазе, % Cl_2	н е обн.	3 $\cdot 10^{-4}$	н е обн.	5 $\cdot 10^{-3}$	6·1 0^{-3}
HCl	2· 10^{-3}	1 $\cdot 10^{-4}$	0 ,02	2 $\cdot 10^{-3}$	2·1 0^{-4}
CO	1, 1	0 ,7	0 ,4	н е обн.	не обн.
C_xH_y	7· 10^{-4}	3 $\cdot 10^{-4}$	7 $\cdot 10^{-3}$	1 $\cdot 10^{-4}$	4·1 0^{-3}
$\text{C}_x\text{H}_y\text{Cl}_z$	н е обн.	4 $\cdot 10^{-3}$	н е обн.	3 $\cdot 10^{-3}$	7·1 0^{-4}
ПХДД, ПХДФ, БФ и др.	н е обн.	н е обн.	н е обн.	н е обн.	не обн.

Здесь: д – dust; сп – смачивающийся порошок; пф – порошок на фосфомуке; вк – водный концентрат.

Анализ осуществлялся на газовом хроматографе – масс-спектрометре «Shymadzu-LKB-9000», с условиями хроматографирования как описано в (8) по методикам (9,10).

Анализ на содержание диоксинов для образцов ГХЦГ и 2М-4ХП, как наиболее возможных предшественников диоксинов, осуществлялся специалистами Российского научно-исследовательского центра чрезвычайных ситуаций МЗ РФ хромато-масс-спектральным методом по

методикам ПНД Ф 16.1.7-97, с пределом обнаружения 10 нг/кг и ПНД Ф 13.3.10-97, с пределом обнаружения 0.003 нг/Нм³, соответственно. В результате проведенных анализов установлено, что в огарках не содержится диоксинов, а в газовой фазе их содержание на порядок меньше, чем ПДК для МСЗ (0.038 и 0.042 нг/Нм³, соответственно).

Список литературы

1. Термическое обезвреживание промышленных органических отходов / Бернадинер М.Н. // Химич. и нефтегазовое машиностр.- 2001.- №12.- С.34-36.
2. Крупномасштабная комплексная переработка твердых углеродистых промышленных и бытовых отходов / Парфенюк А.С. // Кокс и химия.- 2001.- №5.- С.41-43.
3. Методы, технологии и концепция утилизации углеродсодержащих и твердых бытовых отходов / Бельков В.М. // Хим. промышленность.- 2000.- №11.- С.8-25.
4. Окислительные методы переработки и детоксикации хлорорганических отходов. Курс на ресурсосбережение и экологическую безопасность / Занавескин Л.Н., Комаров О.А. // Хим. пром-сть.- 2002.- №2.- С.3-19.
5. Федоров Л.А. Диоксины как экологическая опасность: ретроспектива и перспективы. - М.: Наука, 1993. - 266с.
6. Daunderer M/ Umweltgifte; Kompendium der klinischen Toxikologie. - Muenchen : Ecomed Verlagsgesellschaft, 1990. - Bd 13, Teil 3.
7. Vehlow J. Thermische Behandlungsverfahren fuer Hausmuellim Vergleich. - Graz.: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Institut fuer Technische Chemie, Bereich Thermische Abfallbehandlung, 1998. - 37S.
8. Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К. Эколого-аналитический мониторинг супертоксикантов. - М. : Химия , 1996. - 319 с.
9. Бернадинер М.Н. Диоксины при термическом обезвреживании органических отходов // Экология и промышленность России . - 2000. - №2. - С. 13-16.
10. Бернадинер М.Н., Шурыгин А.П. Огневая переработка и обезвреживание промышленных и бытовых отходов. – М.: Химия. 1990. 304 с.
11. Абрамов Е.И., Богатов Н.М., Буков Н.Н., Ларионов К.В., Репная Л.Ф., Лактионов А.И., Панюшкин В.Т. Идентификация действующих веществ препаративных форм хлорорганических пестицидов по масс-спектрам низкого разложения // Изв. Вузов Сев.-Кавк. регион. Естественные науки. 2005. №7 С.11-16.
12. Репная Л.Ф., Буков Н.Н., Панюшкин В.Т. Исследование процесса пиролитического разложения некоторых классов пестицидов // Изв. Вузов Сев.-Кавк. регион. Естественные науки. 2005. Приложение №3 С.81-85.

Контроль состояния окружающей среды в районе расположения Кольской АЭС

Чупрунов А.А. (*г. Полярные Зори, Кольская АЭС, кафедра экологии, e-mail: ChuprunovAA@kolatom.murmansk.ru*)

For a period from 1972 till to day the dynamics content of caesium-137 is shown in surface layer of soil at different distance from Kola Nuclear Power Plant. Proper analysis of getting results was held and main factors which influence on changing of content caesium-137 in soil were exposed.

Промышленное освоение северных территорий России сложно представить себе без развития здесь энергетики. Наиболее перспективным направлением в этой области можно считать использование атомной энергии для электрификации северных районов страны. Кроме этого опыт работы предприятий атомной энергетики свидетельствует о том, что в режиме нормальной эксплуатации атомные электростанции – это наиболее экологически «чистое» производство, оказывающее минимальное воздействие на окружающую среду. Несмотря на это, дальнейшее развитие атомной энергетики как отрасли напрямую зависит от решения вопросов связанных с охраной окружающей среды и рациональным использованием природных ресурсов, которые являются одними из важнейших вопросов нашего времени.

На Кольской АЭС вопросы охраны окружающей природной среды решаются в соответствии с экологической политикой концерна «Росэнергоатом», которая направлена, в первую очередь, на охрану здоровья персонала, а также населения, проживающего в зоне воздействия предприятий отрасли, охрану окружающей природной среды от вредного воздействия техногенных факторов и рациональное использование природных ресурсов.

Вопросами охраны окружающей природной среды на Кольской АЭС занимается лаборатория охраны окружающей среды (ЛООС). Основными видами деятельности ЛООС являются обеспечение требований природоохранного законодательства, рационального природопользования и организация эффективного радиационного и химического контроля объектов окружающей среды.

Целью данного исследования послужило изучение динамики содержания цезия-137 в поверхностном слое почвы района расположения Кольской АЭС за все время ее работы. Выбор в качестве контролируемого параметра цезия-137 связан с тем, что изотопы цезия являются одними из основных дозообразующих техногенных радионуклидов, присутствующих в почве района расположения станции.

Краткая характеристика района расположения КАЭС

Кольская АЭС размещается на полуострове, отделяющем оз. Иокостровская Имандра от оз. Бабинская Имандра на расстоянии 15 км к северу от города Полярные Зори. Местность расположения атомной станции по характеру рельефа грядово-холмистого типа, моренные гряды в ней чередуются с заболоченными низинами, глыбовыми свалами скальных пород и скоплениями валунов. Территория сложена четвертичными отложениями, представленными моренными валунно-галечниковыми грунтами с песчаным и супесчаным заполнителем, и насыпными грунтами. В основании четвертичных отложений, местами на поверхности, залегают коренные породы. Мощность моренных отложений изменяется от 1 до 10 м, в среднем 4-5 м. Мощность насыпных грунтов от 0,5 до 3 м (2).

Объекты и методы исследования

Объектом исследования послужила почва, отбор которой производился на различном удалении от Кольской АЭС: на территории промплощадки КАЭС, в пределах санитарно-защитной зоны (СЗЗ), зоны наблюдения (ЗН) и в контрольном пункте – пос. Зеленоборский, расположенном на расстоянии 75 км от Кольской АЭС. Отбор проб осуществлялся персоналом лаборатории охраны окружающей среды Кольской АЭС ежегодно, начиная с 1972 года. Пробы почвы отбирались в 16-ти точках отбора проб и анализировались на содержание в них радионуклидов техногенного и природного происхождения. Гамма - спектрометрические исследования проводились на спектрометрическом комплексе CANBERRA с автоматизированной обработкой гамма - спектров, помимо этого, использовался также и 3-канальный бета/гамма - спектрометр “ПРОГРЕСС-БГ”.

Отбор проб почвы проводился в постоянных пунктах наблюдения на ровном участке открытой местности.

В точке отбора пробы производилось удаление травяного покрова с выбранного участка, и осуществлялся отбор поверхностного слоя почвы размером 10*10 см на глубину 5 см (монолитным куском).

В каждом пункте наблюдения пробу составляли из пяти образцов, собранных методом "конверта" с участка размером 25*25 м. После отбора пробы упаковывали в пластиковые мешки, маркировали и доставляли в лабораторию.

Затем, пробу почвы, освобожденную в лаборатории от растительного покрова, корней и посторонних включений, высушивали при комнатной температуре или в сушильном шкафу при температуре 100 °С и взвешивали для определения сухо - воздушной массы пробы. После чего сухую почву измельчали и просеивали через сито с отверстиями размером 0,1-0,2 мм, а затем путем квартования отбирали среднюю пробу массой 100 г, переносили ее в кассету и направляли на радиометрический анализ.

Часть просеянной почвы объемом 1 дм³ (в сосуде Маринелли, V = 1 л) взвешивали и передавали на гамма - спектрометрический анализ для определения радионуклидного состава, а затем всю просеянную пробу

прокаливали при температуре 300-400 °С и направляли на радиохимический анализ (3).

Результаты исследования

Расчет поверхностной активности проб почвы производился по следующей формуле:

$$A = \frac{(J_{пр} - J_{ф}) * f * P_1 * 10^{10}}{2,22 * 10^{12} * P_2 * S} \quad (\text{Ки/км}^2 \text{ или Бк/км}^2)$$

где:

A – удельная бета-активность пробы почвы;

$J_{пр}$ – скорость счета от пробы и фона, имп/мин;

$J_{ф}$ – скорость счета от фона, имп/мин;

f – коэффициент пересчета;

P_1 – вес пробы почвы, взятой с площади S, г;

P_2 – вес навески, идущей на измерение, г;

S – площадь, с которой отобрана проба, см² (3).

В процессе проведенных исследований были получены следующие результаты. Динамика содержания цезия-137 в почве района расположения Кольской АЭС по времени показана на рис 1.

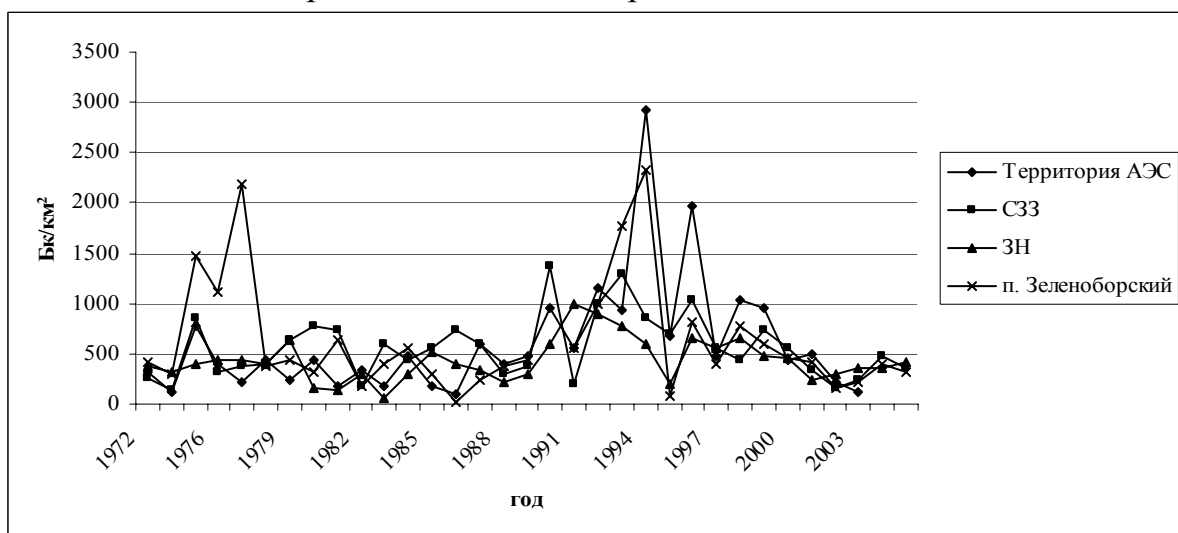


Рис. 1. Динамика содержания цезия в верхнем слое почвы на различном удалении от КАЭС.

На рисунке видно, что в 1972 году содержание цезия в почве находилось на достаточно низком уровне. Некоторое повышение содержания цезия наблюдается в конце 70-х начале 80-х годов, и связано с проведением испытаний ядерного оружия и ядерными взрывами в КНР, проводившимися в данный период времени. После этого наблюдается понижение содержания цезия, вплоть до 1986 года. Начиная с этого периода времени и по 1996 год, происходит постепенное увеличение содержания цезия в почве района расположения КАЭС, которое связано с аварией, произошедшей на Чернобыльской АЭС в ноябре 1986 года. Но, уже с 1997 года и по сегодняшний день, отмечается устойчивое снижение поверхностной активности цезия за счет истощения его запасов в

атмосфере и вымывания из поверхностного слоя почвы под действием атмосферных выпадений.

Расчетные значения вкладов каждого источника загрязнения в общий запас цезия в почвенном слое в 20-ти километровой зоне вокруг КАЭС, полученные путем усреднения результатов анализа по трем пробным площадкам в зоне и на фоновой площадке приведены в таблице 1. Вклад выбросов Кольской АЭС в загрязнение указанной территории цезием-137 весьма невелик и составляет 2-4% (1).

Таблица 1.

Вклад различных источников загрязнения почвы цезием в 20-ти километровой зоне вокруг КАЭС и на «фоновой» площадке, %.

Район	КАЭС		ЧАЭС		Ядерные испытания	
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
20-ти км. зона	4	2	96	23	-	75
«Фон» (п. Зеленоборский)	2	2	98	42	-	56

Для выявления зависимости между рассматриваемыми значениями содержания цезия по разным точкам отбора проб проводился корреляционный анализ полученных результатов. Для этого использовали графический метод (построение точечного графика в прямоугольных координатах), для определения наличия либо отсутствия связи и линейный коэффициент корреляции (r), для определения тесноты связи. В качестве оценки существенности линейного коэффициента корреляции, дающего возможность распространить выводы по результатам выборки на генеральную совокупность, применяли t-критерий Стьюдента (для малого объема выборочной совокупности).

Корреляционный анализ содержания цезия в поверхностном слое почвы при сравнении его значений между рассматриваемыми точками отбора проб, дал следующие результаты: наблюдается средняя степень взаимосвязи при сравнении между собой промплощадки КАЭС и пос. Зеленоборский ($|r| = 0,582$), промплощадки КАЭС и СЗЗ ($|r| = 0,519$) и слабая степень взаимосвязи для промплощадки КАЭС и ЗН ($|r| = 0,422$), СЗЗ и ЗН ($|r| = 0,334$), СЗЗ и пос. Зеленоборский ($|r| = 0,420$), ЗН и пос. Зеленоборский ($|r| = 0,400$). Результаты получены для числа степеней свободы 0,05.

Построение точечных графиков с целью подтверждения существования связи между различными точками отбора проб показало, что для точек характеризующихся наличием средней степени взаимосвязи графики имеют линейный вид, что в свою очередь подтверждает присутствие связи между ними, т.е. изменения во времени содержания цезия в этих точках носят аналогичный характер. Для точек отбора со слабой степенью взаимосвязи графики имеют нелинейный характер, что говорит об отсутствии какой-либо связи между точками отбора проб.

Такие результаты могут зависеть от типа почвы взятой из разных точек отбора проб и особенностей поведения цезия в различающихся микроклиматических условиях.

Для оценки существенности линейного коэффициента корреляции при сравнении между собой различных точек отбора проб применялся t -критерий Стьюдента с уровнем значимости 5 %. Использование данного критерия позволило полностью подтвердить результаты анализов, полученных при использовании линейного коэффициента корреляции и при построении графиков.

Результаты радиационного контроля динамики содержания цезия в поверхностном слое почвы на различном удалении от Кольской АЭС показали следующее:

- Радиационный контроль, действующий на Кольской АЭС, полностью обеспечивает оценку состояния окружающей природной среды и динамики контролируемых параметров.
- Радиационная обстановка на различном удалении от КАЭС определяется радионуклидами естественного и космогенного происхождения, а также радионуклидами глобального загрязнения атмосферы продуктами деления, образовавшимися при испытаниях ядерного оружия, и продуктами аварийного выброса Чернобыльской АЭС.
- Тщательный анализ радионуклидного состава показал, что лишь до 2-4% от полного запаса цезия в почве можно отнести на счет атомной станции.
- Содержание цезия в районе расположения Кольской АЭС не превышает установленных допустимых пределов и имеет устойчивую во времени тенденцию к снижению, что свидетельствует об отсутствии негативного влияния оказываемого Кольской АЭС на окружающую природную среду.
- Корреляционный анализ динамики содержания цезия во времени при сравнении разных точек отбора проб между собой указал на отсутствие каких-либо связей для большинства из них, что полностью подтвердилось при использовании статистических методов обработки данных.

Это позволяет говорить о том, что в режиме нормальной эксплуатации выбросы Кольской АЭС не приводят к обнаруживаемым изменениям естественного радиационного фона в районе ее расположения.

Список литературы

1. Ветров В.А. Отчет по хоздоговорной теме “Разработка системы долговременного радиологического мониторинга в районе Кольской АЭС”, Москва, 1990г.

2. Купецкая К.Н. Климатическая характеристика отдельных районов Кольского полуострова. Озера различных ландшафтов Кольского полуострова. Ленинград, 1974г., с.111-125.

3. Система радиационного контроля. Методика радиометрического анализа проб внешней среды. №0-06-33ИП (производственная инструкция).

Влияние стоков горнорудных предприятий на содержание халькофильных элементов в озере Умбозере

Ящишина С.И.¹, Даувальтер В.А.^{1,2} (¹Апатиты, Апатитский филиал Мурманского государственного технического университета, кафедра геоэкологии; ²Апатиты, Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН, *e-mail*: vladimir@inep.ksc.ru)

The Umbozero lake – the largest (after the Imandra lake) and deepest lake of the Kola Peninsula – is subject to the intensive influence of the global character and also polluted by waste waters of mines “Vostochny” and “Umbozersy”, that affects increase of concentrations of highly toxic chalcophile elements Cd, Pb, Hg and As in the surface layers of lake sediments.

Озеро Умбозеро – второй по величине водоем Мурманской области: общая площадь озера составляет 319.4 км², площадь водного зеркала 313.4 км², наибольшая длина 43.3 км, наибольшая ширина 12.0 км. Высота уровня озера над уровнем моря – 151.6 м. По максимальной глубине (115 м) озеро стоит в ряду наиболее глубоких озер европейской части России. В этом отношении его превосходят лишь Онежское и Ладожское. Южная и юго-западная части мельче северной. Общая площадь водосбора озера Умбозеро 2130.8 км². Вытекает из озера река Умба, впадающая в Белое море. Озеро расположено на восток от Хибинского массива. Северная, сравнительно узкая часть лежит между Хибинским и Ловозерским массивами. Здесь ширина озера 5-6 км. С запада в озеро впадают две большие реки: Тулийок и Мойквальтайок, с севера – озерно-болотные реки Большая и Малая Чуда, Умбозерская и Сура, с запада стекают реки Ловозерского горного массива – Тавайок, Паргайок, Кувтуай и другие. С востока впадают реки Пунче и Кица – против острова Сорванова в губу Тульилухт-Сейда. В юго-восточной части оз. Умбозеро находится самый большой остров Сорванов, его площадь около 2 км². Следующий по величине – Большой Еловый, расположен почти на середине озера. Общая площадь всех островов не превышает 6 км². С севера, в направлении продольной оси тянется широкий подводный хребет. Посередине этого хребта лежат три небольших островка: Высокий, Малый, Голодный.

Озеро Умбозеро расположено на восток от промышленного центра Мурманской области. Антропогенное воздействие на него происходит в значительно меньших размерах, чем на крупнейшее озеро Кольского полуострова – Имандра.

Освоение Коашвинского апатитового месторождения с 1978 г. повлекло загрязнение юго-западной части оз. Умбозера взвешенными веществами и соединениями азота. Сточные воды рудника "Восточный" поступают в реку Вуоннемйок, далее через систему озер Китчяевр, Китчехах и реку Умболка вносятся в Умбозеро. В первые годы освоения

рудника из-за отставания строительства очистных сооружений в водную систему поступили огромные количества взвешенных веществ, что привело к заилению дна южной части Умбозера. В настоящее время внедрение системы очистки на руднике "Восточный" и снижение объемов производств позволило резко сократить сброс загрязняющих веществ. Кроме сточных вод рудника "Восточный" в эту же систему поступают хозяйственно-бытовые воды поселка Коашва.

Северо-восточная часть Умбозера испытывает воздействие сточных вод рудника "Умбозерекий" Ловозерского ГОКа. Состав сточных вод фторидно-гидрокарбонатно-натриевый. Основными коллекторами сточных вод являются ручьи Азимут и Лопаритовый, вбирающие в себя шахтные воды, откачиваемые на рельеф местности, а также стоки промышленной площадки. По этим ручьям загрязняющие вещества; фтор, взвеси, минеральные соли поступают в Умбозеро.

В апреле и июле 2005 г. была проведена гидрохимическая съемка оз. Умбозера, во время которой было отобраны пробы воды с 9 станций и колонки донных отложений с 5 станций. В пробах помимо основных ионов и главных компонентов были определены концентрации микроэлементов, в том числе и халькофильных элементов.

В воде в количествах, превышающих предел определения аналитических приборов, из хальфильных элементов обнаруживались только Pb и Cd. В распределении содержания Pb в толще воды в предвесенний подледный период в апреле 2005 г. были обнаружен поверхностный максимум. Возможно, этот максимум связан с началом деятельности фитопланктона, когда солнечные лучи проникают сквозь толщу льда. В пробах воды, отобранных в июле, т.е. в период вегетации и интенсивного развития фитопланктона, отмечаются два максимума концентраций Pb – поверхностный и придонный. Эти два максимума могут быть связаны с развитием фитопланктона в поверхностных слоях и с осадением отмерших организмов и механических взвесей в придонных слоях. Вероятно, фитопланктон интенсивно сорбирует соединения Pb в результате жизнедеятельности, о чем говорит довольно высокий коэффициент корреляции ($r=0.31$, $n=42$) концентраций Pb с содержанием органического материала воде. В общем, средняя концентрация Pb в водной толще оз. Умбозеро (0.45 ± 0.40 мкг/л) оказалась больше среднего значения для воды озер таежной зоны (<0.1 мкг/л), определенного Моисеенко и др. (2006).

Подобная ситуация отмечается и в распределении валовой концентрации Cd в толще воды оз. Умбозера – поверхностный максимум содержания наблюдается как в предвесенних, так и в летних пробах. Кроме того, отмечено увеличение концентраций Cd в придонных слоях воды в летний период. В общем, средняя концентрация Cd в водной толще оз. Умбозеро (0.085 ± 0.065 мкг/л) оказалась больше среднего значения для воды озер таежной зоны (0.04 ± 0.05 мкг/л), определенного Моисеенко и др. (2006).

В самых глубоких частях колонок донных отложений оз. Умбозеро концентрации Cd на порядок меньше, чем среднее значение фоновых концентраций Cd в донных отложениях малых озер Кольского полуострова (Даувальтер, 1999). В донных отложениях всех исследуемых станций к поверхности донных отложений происходит увеличение концентраций Cd (рис.). Коэффициенты загрязнения Cd находятся в пределах от 4.5 до 8.4, т.е. относятся к значительным и высоким по классификации Л. Хокансона (Håkanson, 1980). Наибольшее значение коэффициента загрязнения Cd (классифицируемое как высокое) отмечено в донных отложениях станций 8 и 9 ($C_f^{Cd}=8.4$ и 8.3 соответственно), наиболее близкорасположенных к месту поступления сточных вод Восточного рудника ОАО «Апатит» (через р. Вуонемйок). Значительные значения коэффициента загрязнения Cd отмечены на станциях 3 и 4 Умбозера. Концентрации Cd в донных отложениях исследуемых озер имеют высокие значения коэффициента корреляции со всеми исследуемыми халькофильными элементами и с содержанием органического материала.

Среднее значение фоновых концентраций Pb для малых озер Кольского полуострова в среднем в 2 раза больше, чем содержание Pb в самых нижних слоях колонок донных отложений исследуемых станций оз. Умбозера (Даувальтер, 1999). По направлению к поверхности донных отложений концентрации Pb постепенно увеличиваются и в верхних слоях достигают максимальных содержаний (рис.). Значения коэффициента загрязнения Pb также высокие (по классификации Л. Хокансона), как и Cd, и находятся в пределах от 5.5 до 11.9. Максимальное значение коэффициента загрязнения Pb отмечено в донных отложениях станции 8, близко расположенной к устью р. Вуонемйок, по которой в озеро поступают стоки Восточного рудника ОАО «Апатит». Также установлена достоверная отрицательная корреляционная связь концентраций Pb с глубиной слоев в донных отложениях исследуемых озер, что говорит о загрязнении этим элементом поверхностных современных слоев донных отложений. Следовательно, можно также сделать вывод, что Pb является одним из основных загрязняющих тяжелых металлов. Концентрации Pb в толще донных отложений исследуемых озер имеют высокие значения коэффициента корреляции со всеми исследуемыми халькофильными элементами, а также с содержанием органического материала.

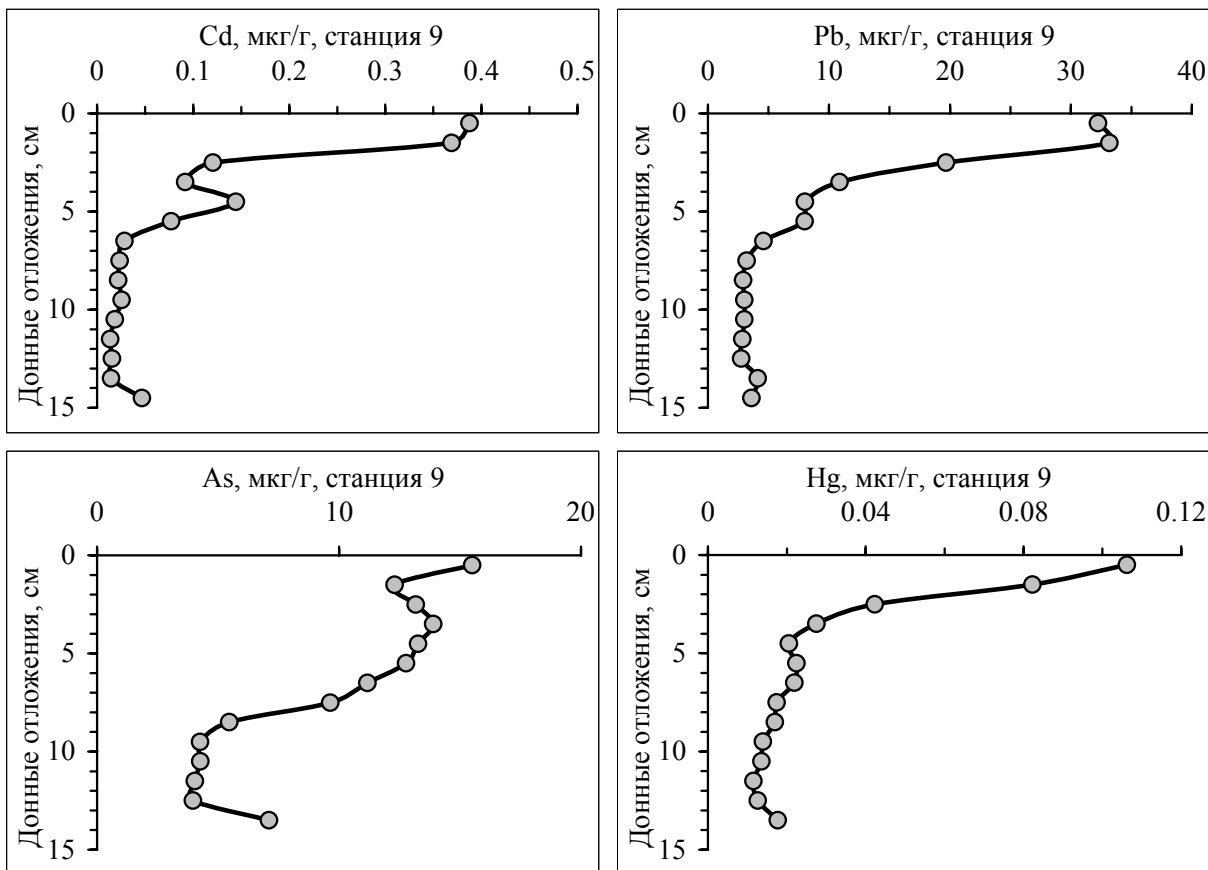


Рис. Вертикальное распределение халькофильных элементов (мкг/г) в донных отложениях станции 9 оз. Умбозеро.

Концентрации As в самых глубоких частях колонок донных отложений исследуемых озер меньше, чем среднее значение фоновых концентраций As в донных отложениях озер бассейна р. Печоры (Даувальтер, 1999). Во всех исследуемых станциях Умбозера к поверхности донных отложений происходит увеличение концентраций As, ранее отмеченное для Cd и Pb (рис.). Коэффициенты загрязнения As донных отложениях станций Умбозера находятся в пределах от 2.0 до 4.6, т.е. относятся к умеренным и значительным по классификации Л. Хокансона, причем наибольшие значения отмечены не только на станциях расположенных около устья р. Вуонемйок, но и в северной части озера, испытывающей влияние стоков рудника «Умбозерский». Также как и для концентраций Cd и Pb, концентрации As в толще донных отложений исследуемых станций Умбозера имеют высокие значения коэффициента корреляции со всеми исследуемыми халькофильными элементами и с содержанием органического материала.

Концентрации Hg в самых глубоких частях колонок донных отложений исследуемых станций Умбозера в среднем в 5 раз меньше, чем среднее значение фоновых концентраций Hg в донных отложениях малых озер Кольского полуострова (Даувальтер, 1999). Во всех исследуемых станциях Умбозера к поверхности донных отложений происходит увеличение концентраций Hg, ранее отмеченное для остальных

халькофильных элементов (рис.). Коэффициенты загрязнения Hg донных отложений находятся в пределах от 3.2 до 6.0, т.е. относятся к значительным по классификации Л. Хокансона. Наибольшие значения коэффициента загрязнения Hg отмечены в донных отложениях станций 8 и 9 ($C_f^{Hg}=5.8$ и 6.0 соответственно), близко расположенных к устью р. Вуонемйок. Отмечена достоверная отрицательная корреляционная связь концентраций Hg исследуемых озер с глубиной слоев донных отложений, что подтверждает вывод о росте концентраций Hg по направлению к поверхности донных отложений. Следовательно, можно сделать вывод, что Hg относится к одному из загрязняющих тяжелых металлов вследствие его чрезвычайной токсичности. Наблюдаются также высокие значения коэффициента корреляции содержания Hg в толще донных отложений исследуемых озер со всеми исследуемыми халькофильными элементами, а также с содержанием органического материала.

Судя по материалам изучения донных отложений Умбозера, исследуемое озеро испытывает антропогенное воздействие, в первую очередь рудников (Восточный и Умбозерский), расположенных на берегах этого самого глубокого озера Мурманской области. В первую очередь, это воздействие сказывается в повышении концентраций в поверхностных слоях донных отложений таких элементов, как тяжелые металлы. Среди тяжелых металлов наибольшие коэффициенты загрязнения зафиксированы для Cd и Pb, т.е. металлов, которые в последние десятилетия относятся учеными-экологами к одним из глобальных загрязняющих элементов, особенно в арктической и субарктической зонах Северного полушария. Коэффициенты загрязнения по этим элементам достигают 8.4 и 11.9 (на станции 8).

К этим глобальным загрязнителям относятся также и Hg и As. Концентрации Hg увеличиваются в поверхностных слоях донных отложений практически всех исследуемых станций. Коэффициенты загрязнения Hg находятся в пределах от 3.2 до 6.0. Ртуть является чрезвычайно токсичным металлом, поэтому даже эти величины коэффициента загрязнения могут оказать значительное отрицательное влияние на жизнедеятельность гидробионтов. Мышьяк характеризуется умеренным и значительным загрязнением в донных отложениях исследуемых станций Умбозера. Коэффициенты загрязнения As в них находятся в пределах от 2.0 до 4.6.

Наибольшие значения степени загрязнения, рассчитанная как сумма коэффициентов загрязнения 4 элементов (Cd, Pb, Hg и As), отмечена на станциях 8 и 9 Умбозера – 28.1 и 25.5 соответственно. По классификации Л. Хокансона станции Умбозера характеризуется как сильно загрязненные по исследуемым 4 халькофильным элементам, на остальных станциях Умбозера также отмечены высокие значения степени загрязнения.

Следовательно, можно сделать вывод, что оз. Умбозеро испытывает интенсивное воздействие глобального характера, а также загрязняется стоками рудников, что сказывается на повышении концентраций

высокотоксичных халькофильных элементов Cd, Pb, Hg и As в поверхностных слоях донных отложений озер.

Список литературы

1. Даувальтер В.А. Закономерности осадконакопления в водных объектах Европейской субарктики (природоохранные аспекты проблемы) // Автореф. диссерт. на соиск. уч. степ. докт. геогр. наук. – Апатиты: изд-во КНЦ РАН, 1999. – 52 с.
2. Моисеенко Т.И., Кудрявцева Л.П., Гашкина Н.А. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши : Технофильность, биоаккумуляция и экотоксикология. – М.: Наука, 2006. – 261 с.
3. Hakanson L. An ecological risk index for aquatic pollution control – a sedimentological approach // Water Res. – 1980. – V. 14. – P. 975-1001.

***СЕКЦИЯ:
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
БИОЛОГИИ»***

Различия глубины вынужденного покоя двулетних побегов *Betula czerepanovii* Orlova в различных орографических условиях в начале вегетационного периода и их адаптационная роль

Белоногов К.А. (МГТУ, кафедра биологии)

Abstract. The article considers the question on connection between orographical conditions and forced dormancy depth of wood plant in the beginning of the vegetative period on an example of the representative of sort *Betula*. It is shown that the difference of physiological status of plants' organisms (forced dormancy depth) was not proportional to the difference of intensity of external conditions. The author makes the conclusion about possible adaptation role of difference in forced dormancy depth in conditions of soft winter with often thawing weather.

Годичный цикл многолетнего растения может включать в себя помимо периодов видимого и скрытого роста еще и периоды глубокого и вынужденного покоя в качестве адаптивных механизмов к критическим для жизни условиям (засухе или зиме). Глубокий покой – состояние сниженной активности ростовых процессов – можно рассматривать как стадию подготовки растения к длительному периоду неблагоприятных условий (например, отрицательных температур). Глубокий покой растений умеренного климата обычно наступает в середине-конце лета, индуцируется эндогенным ритмом, либо укорочением длины светового дня и связан с накоплением такого ингибитора роста, как абсцизовая кислота. При наступлении периода низких положительных температур абсцизовая кислота постепенно переходит в неактивную форму и гормональный баланс организма смещается в сторону активаторов роста. Но так как растение к этому моменту времени находится в не готовом к началу ростовых процессов состоянии (недостаточно свободной воды в клетках, низкая температура окружающей среды), то оно существует в состоянии *вынужденного* покоя. Начало периода видимого роста связывается с подъемом температуры окружающей среды выше некоторого видоспецифичного порога (для некоторых видов +10° С) [1,2].

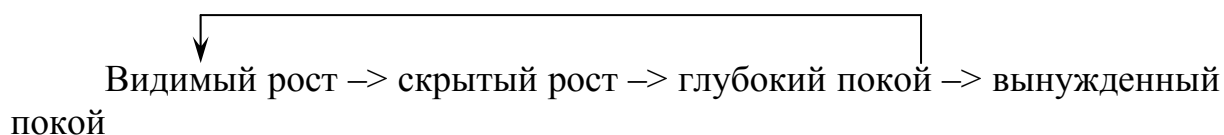


Схема 1. Годичный цикл многолетнего растения.

В состоянии вынужденного покоя обмен веществ снижен до минимума [1]. Чем сильнее заторможен метаболизм, тем больше шансов сохранить клетки и ткани в условиях отрицательных температур. В этом

смысле показателем зимостойкости в пределах одного вида можно считать глубину вынужденного покоя: чем она больше, тем растение более устойчиво к сезону длительных отрицательных температур, особенно с перемежающимися оттепелями [3].

Климатические условия Мурманской области характеризуются относительно мягкой зимой с частыми оттепелями. Это может играть неблагоприятную роль для растений, так как несвоевременный выход из покоя и начало вегетации с последующим наступлением отрицательных температур могут вызвать гибель отдельных органов и тканей или даже всего организма. Также рельеф Мурманской области в значительной мере представлен моренами. Это создает разнообразие и мозаичность орографических условий, а следовательно, и мезо- и микроклиматических условий что, как известно, влияет на сроки начала вегетации и динамику роста.

Исследование вариаций глубины вынужденного покоя, обусловленных различными орографическими условиями должно способствовать лучшему пониманию значения вынужденного покоя и адаптационных механизмов растений вообще. И конкретно, это понимание должно помочь выработке оптимальной стратегии по адаптации дендроинтродуцентов в условиях Мурманской области.

Основные различия по орографическим условиям, значимые для процесса перехода в состояние вынужденного покоя и выхода из него – это различия по освещенности и температуре [1,2].

Целью работы являлась характеристика связи внутреннего состояния организма растения (глубины покоя) с конечным результатом (скоростью выхода из покоя *in vivo* в различных условиях).

Объектом исследования была выбрана береза Черепанова - *Betula czerepanovii* Orlova. Этот вид распространен более или менее по всей территории Кольского полуострова и обладает значительной экологической пластичностью. Область исследования – морена, прилегающая к юго-восточному берегу оз. Питьевого, г. Мурманск.

Основной метод работы – метод определения глубины покоя, основан на скорости выхода из покоя побега, помещенного в благоприятные для него условия по температуре и освещенности. Скорость выхода из покоя *in vitro* оценивалась по данным фенологических наблюдений. Эти наблюдения представляли собой регулярную регистрацию фенологических фаз. Методологический принцип соответствия глубины вынужденного покоя и скорости выхода из него: *чем выше скорость выхода из покоя in vitro, тем меньше его глубина* [3]. Скорость выхода из покоя *in vivo* также оценивалась по данным фенологических наблюдений.

Результаты исследования:

1) глубина покоя растений, находящихся в более благоприятных условиях по освещенности и температуре больше, чем у произрастающих в менее благоприятных.

2) растения, находящиеся в более благоприятных условиях, выходят из покоя быстрее.

3) Как показало исследование, физиологическое состояние организмов *обратно пропорционально, но не соразмерно* воздействию внешних факторов. Если бы различие внешних факторов компенсировалось различием внутренних (глубиной покоя), то различия в скорости выхода из покоя в разных условиях *in vivo* не было. Однако результаты заставляют сделать вывод о том, что внешние факторы оказывают большее влияние на процесс выхода из покоя в начале вегетационного периода, чем вариации глубины вынужденного покоя. Возникает вопрос о том, зачем растению иметь различие в физиологическом состоянии, если оно не компенсирует воздействия внешних факторов? Несоразмерность адаптивных различий внутреннего состояния растений – глубины покоя – и внешних факторов может быть обусловлена тем, что *внутренние факторы направлены на компенсацию небольших по интенсивности и нестойких во времени* изменений в условиях существования. Реально это может означать приспособление к коротким оттепелям, характерным для климата прибрежных частей Мурманской области. Например, кратковременная оттепель ранней весной может создать вполне благоприятные условия для начала вегетации, когда вероятность выхода из покоя для обитателей южной части будет выше, чем для растений на северной части. Наличие выявленной закономерности, возможно, позволяет компенсировать подобные различия в мезоклиматических факторах (определяемых орографическими различиями), понижая вероятность выхода из покоя растений, находящихся в более благоприятных условиях, путем увеличения глубины их вынужденного покоя.

Список литературы

1. Тюрина М.М. Развитие представлений о состоянии покоя у древесных растений // Физиология растений. - М., 1979., т. 26, № 5 – С. 899-906.

2. Гэлстон А. Жизнь зеленого растения: Пер. с англ. / Гэлстон А., Девис П., Сэттер Р. – М.: Мир, 1983. С. 318-322.

3. Сергеев Л.И. Морфофизиологическая периодичность и зимостойкость древесных растений / Л.И. Сергеев, К.А.Сергеева, В.К.Мельников. – Изд. Башк. филиала АН СССР, Уфа., 1961. – 280 с.

Определение минимального частотного интервала между двумя разными звуковыми сигналами, распознаваемыми представителями семейства настоящие тюлени

Березина И.А.^{1,2}, Калинин А.М.^{2,3}, Кавцевич Н.Н.⁴ (¹-МГТУ, кафедра биологии; ²-г. Мурманск, ООО "Арктиксервис – Мурманский океанариум"; ³-г. Мурманск, МГПУ, кафедра биологии; ⁴-г. Мурманск, ММБИ, отдел морских млекопитающих и птиц, e-mail: Dolphin2000@pochta.ru)

There are presented the results of the experiments for the development of the differentiation motor conditioned reflexes in the representatives of the Phocidae family on the auditory stimuli. A significant role of the precedent experience of the animals and direction of their attention during the formation of the reaction to the auditory stimuli is revealed. Investigations carried out testify to a high level of the generalization in these seals species.

Миллионы лет назад, предки современных ластоногих, освоив сушу вынуждены были вновь вернуться вводу и естественно, что в процессе эволюции их слуховой аппарат, как и весь организм должен был адаптироваться к восприятию звуков как на суше так и в воде. На большой глубине, куда не проникает солнечный свет, полагаться на зрение не приходится, поэтому возможно предположить, что большую часть информации морские животные получают от слуховых анализаторов. Тем более, что в воде, по сравнению с воздухом, звуковые колебания поглощаются в 700 раз меньше (9,13). Звуковая сигнализация ластоногих изучена слабо. Систематические исследования в этой области проводятся лишь на ушастых тюленях – морских котиках и морских львах. В то же время несомненно, что звук играет важную роль в жизни как ушастых, так и настоящих тюленей. При помощи звуковых сигналов передаются сообщения о месте пребывания животного, осуществляется предупреждение и вызов соперников на борьбу, призыв самки, партнеров по группе (1,9,11,13). Полагают, что ластоногие могут использовать подводные крики для ориентации, однако неопровержимые доказательства существования у них эхолокации не получены. Исследования в области акустических способностей ластоногих важны и при решении вопросов их охраны, для рационального ведения промысла, при разработке систем управления их поведением.

Целью настоящей работы является определение минимального частотного интервала между двумя разными звуковыми сигналами, распознаваемыми представителями семейства настоящие тюлени.

В данном эксперименте в качестве раздражителей использовали звуки чистых тонов, которые находятся в пределах частотного диапазона 200 - 700 Гц. Эксперимент проводился на двух представителях семейства

настоящие тюлени: самец морского зайца 6 лет по кличке "Дик" и самке гренландского тюленя 2,5 лет по кличке "Марго".

Первоначально у тюленей были выработаны условные рефлексы: на звук 200 Гц - "стыдно", на звук 700 Гц - "ладушки". Затем, в сериях экспериментов частоту первого сигнала увеличивали, а второго уменьшали.

В эксперименте участвовали два сотрудника: один - в радиорубке через акустическую систему для музыкального сопровождения представлений в океанариуме подавал звуки в заранее определенной последовательности. Другой сотрудник находился недалеко от животного, чтобы после правильного выполнения животным соответствующего сигналу действия дать пищевое подкрепление.

Звуки предъявляли попарно в псевдослучайном порядке. Один звук в опыте предъявлялся 15 раз, не более трех раз подряд. Всего за одно занятие тюлень получает 30 предъявлений. Первоначально была выбрана пара звуков 200 Гц и 700 Гц. Затем, когда в ходе экспериментов достигался 95%-ный уровень правильных ответов в двух опытах подряд, переходили к следующей паре звуков, отличающихся от предыдущих на 20 Гц. На заключительных этапах эксперимента этот интервал уменьшали.

Таким образом, методом двигательных условных рефлексов установлено, что самец морского зайца уверенно распознает звуки, различающиеся по частоте до 8 Гц, как различные сигналы, а самка гренландского тюленя распознает звуки, различающиеся по частоте до 20 Гц.

Морской заяц Дик

Пара звуков 200 Гц и 700 Гц выбрана не случайно, т.к. предыдущие эксперименты (2,7,8) позволяют нам: во-первых не тратить время на выработку новых двигательных навыков, которые животное должно выполнять при предъявлении звукового раздражителя; а во-вторых позволяют говорить о том, что эту пару звуков морской заяц способен дифференцировать с высокой частотой правильных ответов.

На последующих занятиях (опыты с 18 по 33), тюлень стал определять звуки по относительному признаку "выше – ниже" уже при первом предъявлении новых пар звуков, что может свидетельствовать о высоком уровне установки на обучение и способности тюленя дифференцировать звуки не только по абсолютному, но и по относительному признаку (6).

Спад правильных реакций на звуки 420 Гц и 480 Гц, можно объяснить возможным наличием отклонений в здоровье животного. Подобные спады, вплоть до отказа работать, встречаются при обучении всех тюленей в океанариуме. Определить их причины, как правило, бывает трудно, за исключением случаев, когда явно присутствует отвлекающий фактор (например, сильный необычный запах, шум и т.п.), симптомы заболевания (5,10,12,14). А также может быть связано с наличием других отвлекающих факторов (различные шумы, производимые другими

животными, содержащимися в океанариуме), т.к. во время проведения занятий остальные животные находятся в своих вольерах и могут быть привлечены наличием работающих с ними тренеров, а следовательно животные будут стремиться к получению корма.

Однако следует отметить, что при дифференцировки животным пары звуков 420 Гц 480 Гц было замечено, что самец морского зайца в зависимости от уровня своей пищевой мотивации, может в опыте применять различные стратегии получения подкрепления в частности стратегию "50 x 50", т.е из 30 предъявлений на 15 все равно будут даны правильные ответы, а следовательно и получено подкрепление.

Снижение пищевой мотивации наблюдается у животных, которые активно участвуют в представлениях океанариума (2,3,4,7,8,11) . Если во время первого эксперимента (2,8,11) заяц не участвовал в представлениях, то сейчас это происходит постоянно.

В опытах 54 – 59 частотный интервал между двумя основными звуками составляет 5 Гц. И животное их уверенно дифференцирует (с 95%-ым уровнем правильных ответов в двух опытах подряд(опыт 58-59)). И было принято решение изменить частотный интервал между двумя близкими звуками до 1 Гц. Минимальный интервал между звуками которые уверенно дифференцирует морской заяц составил 8 Гц, т.к. результаты опытов 69 – 78, где частотный интервал между звуками составил 6 Гц, показали что морской заяц дифференцирует эти звуки с уровнем ниже 50% правильных ответов в двух опытах подряд. При этом было замечено, что животное просто предъявляет одно из двух движений на предъявление звуковых раздражителей. Во время опытов 69 - 77, между предъявлениями звуковых раздражителей животное вело себя беспокойно: двигалось по помосту, переворачивалось на спину, стараясь дополнительным предъявлением движений компенсировать получение пищевого подкрепления.

Гренландский тюлень Марго

Работа с гренландским тюленем началась с отработки команд "стыдно" и "ладушки" на голосовую команду тренера. Ранее животное было уже обучено этим командам по жестовым командам тренера.

Перед отработкой команд провели несколько занятий на "усидчивость", т.е. обучали животное сидеть и дожидаться команды тренера, а не предлагать все что умеет делать.

Первые три занятия предъявление звуков 200 и 700 Гц сопровождалось голосовой командой тренера. Два занятия животное уверенно дифференцировало эти две команды, на третьем занятии голосовая команда подавалась выборочно и животное дифференцировало звуки с уверенностью 76.6 %. С занятия №9 гренландский тюлень со 100%-ой уверенностью дифференцировал эти два звука.

В процессе выполнения эксперимента нами была отмечена особенность работы гренландского тюленя, ранее на других животных

такого явления отмечено не было. В ответ на предъявляемый звук животное не выполняет ни один из известных ей двигательных навыков

У гренландского тюленя также был отмечен спад правильных реакций на предъявляемые звуки. У животного наступил период линьки, что оказало, по-нашему мнению, существенное влияние на уровень физиологической активности и пищевой мотивации. Животное стало более вялое, менее подвижное и существенно снизился уровень пищевой мотивации: животное практически перестало потреблять корм (5,10,12,14). Это отразилось на полученных результатах, т.к. при работе используется двигательно-пищевая методика. Также следует отметить, что на снижение процента правильных реакций могут влиять и внешние факторы, как например в опыте №62, когда при занятиях с Марго присутствовали дети художники из детской художественной школы, которые рисовали тюленей (2,3,4,7,8).

При предъявлении пары звуков 425 –475 Гц у гренландского тюленя Марго в отличие от морского зайца не отмечено резкого снижения правильных реакций. Но также следует отметить, что животное уверенно дифференцирует пару 440 –460 Гц, тогда как при предъявлении пары 445 – 455 Гц 95%-ый уровень правильных реакций достигнут не был, а в опытах № 97, 104 и 105 составил 53.33%. При предъявлении пары звуков 445 – 455 Гц животное на стимул выполняет одну из двигательных реакции стараясь получить подкрепление.

Таким образом можно сделать вывод, что, уровень дифференцировки звуков чистых тонов, может зависеть не столько от возраста, уровня обученности животного и длительности его нахождения в условиях неволи, сколько от разницы в образе жизни представителей семейства настоящие тюлени в естественных условиях среды обитания. Так морской заяц является бентофагом, а гренландский тюлени – хищником. Также морские зайцы активно используют звуковую коммуникацию (звуковые трели разной длительности и меняющегося диапазона частоты в одной трели) в период размножения, что может свидетельствовать о том, что они способны различать звуки, находящиеся по частоте очень близко друг к другу.

Список литературы

1. Белькович В.М., Щекотов М.Н. Поведение и биоакустика ластоногих в естественной среде. Москва, 1990. 156 с.
2. Березина И.А., Кавцевич Н.Н. Распознавание тюленями зрительных и слуховых стимулов. // Ученые записки МГПУ. Серия биологические науки.2004. Вып.1. с.24-30
3. Березина И.А., Михайлюк А.Л. Распознавание зрительных образов серыми тюленями. Естественнонаучные проблемы арктического региона: Труды Второй региональной научной студенческой конференции. Мурманск, 15-16 мая 2001. – Мурманск 2001г с. 80-83

4. 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, 2002г с.10-11
5. Ерохина И.А. Проблемы кормления тюленей в условиях океанариума. Апатиты, 1994. 46 с.
6. Зорина З.А., Полетаева И.И. Зоопсихология. Элементарное мышление животных. – М.: Аспект Пресс, 2001. – 320 с.
7. Михайлюк А.Л., Березина И.А., Степахно Г.В., Кавцевич Н.Н. Экспериментальное изучение поведения серых тюленей при различении зрительных стимулов. Морские млекопитающие Голарктики. Тез. докл. Второй международной конференции. Байкал, Россия 10-15 сентября 2002. – Москва 2002г. с.188-189
8. 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, 2003г.
9. Свиженко В.А. Анализ структурных характеристик звуковых сигналов ластоногих // Вестник зоологии. – 1983. - №2.- с. 63-67.
10. Содержание в неволе некоторых видов морских млекопитающих Арктики. Апатиты, 1987. 68 с.
11. Трошичев А.Р. Кавцевич Н.Н. Распознавание простых и сложных звуковых сигналов морским зайцем (*Erignathus barbatus*) Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных трудов по материалам международной конференции. Коктебель, Крым, Украина 11-17 октября 2004. Москва 2004. с. 546-550
12. Тюлени Мурманского океанариума / Мурманск, 1994. 33 с.
13. Уолкер Р. Подводные шумовые импульсы большой интенсивности биологического происхождения // Морская биоакустика. Л., 1969. с.124-143.
14. Федоров А.Ф., Деревщиков В.И. Основы обучения морских млекопитающих для использования в народном хозяйстве. Апатиты, 1989. 49 с.

Изучение способностей серых тюленей к формированию зрительной дифференцировки по принципу ахроматичности

Березина И.А.^{1,2}, Кавцевич Н.Н.³ (¹-МГТУ, кафедра биологии ;²-г. Мурманск, ООО "Арктиксервис – Мурманский океанариум"; ³-г. Мурманск, ММБИ, отдел морских млекопитающих и птиц, e-mail: Dolphin2000@pochta.ru)

The capacity to forming visual differentiation by a principle achromatic of figures was studied on two young grey seals (*Halichoerus grypus*). At work with seals the reference the motor food-procuring method with simultaneous presentation two stimuli (map of simple geometrical figures) was used. At the beginning of learning for positive stimulant the figure of white colour was chosen, and the figure of black colour - for negative.

67 expertises with male and 100 with female demonstrate, that the grey seals are capable to be trained to select stimulant by a principle of achromatic with a split-hair accuracy (more than 90 %), irrespective of the form and dimensions of figures.

Тюлени проводят ночь в воде, плавая в темноте в поисках рыбы, а в течение дня часто выходят на берег полежать на солнце. Здесь же на берегу раз в год появляются на свет их детеныши. Такое распределение времени не случайно: подобно другим представителям отряда ластоногих (к которому кроме тюленей принадлежат еще морские львы и моржи), тюленям пришлось приспособиться к двум различным комплексам физических условий – водной среде обитания и наземной. Так как звук и свет распространяются в воде и в воздухе по-разному, органы чувств, адаптированные к одному место обитанию, иначе функционируют в другом (4,7).

Для ориентации в окружающей обстановке и приспособления животных к различным изменениям среды обитания большое значение имеет их способность различать качества, параметры, локализацию внешних раздражителей. Зрительные стимулы играют важную роль при выработке приспособительного поведения у наземных и водных животных. При экспериментальном изучение поведения животных используется, как правило, "моторная" дифференцировка. В этом случае каждый раздражитель сигнализирует различный моторный акт, ведущий к удовлетворению одной и той же мотивации (8). Звуковые и зрительные раздражители, сопровождающие деятельность человека, способны неблагоприятно воздействовать на поведение животных в природных условиях. Поэтому экспериментальное исследование поведения серых тюленей может иметь значение и для обоснования мер по их охране.

В настоящей работе представлены результаты одного из этапов исследования, целью которого является возможность оценить уровень

элементарной рассудочной у представителей семейства настоящие тюлени при формировании условных рефлексов на зрительные раздражители.

В основе работы, методики и программы исследования лежат методические приемы, разработанные ранее для дельфинов афалин (9,10), а также для иний (11).

При работе с тюленями применялась стандартная двигательно-пищевая методика с одновременным предъявлением двух раздражителей: круг, треугольник, крест. Положительным считается фигура белого цвета, фигура черного цвета - отрицательным. Все пары фигур различаются между собой по площади: 314 см^2 , $176,6 \text{ см}^2$ и $78,5 \text{ см}^2$.

Фигуры располагались на металлической сетке на расстоянии 40 см друг от друга, на высоте примерно 5-10 см от уровня воды (при дифференцировке фигур на воздухе), и на 5-10 см ниже уровня воды (при дифференцировке фигур в воде). Сторона предъявления положительного и отрицательного стимула менялась псевдослучайно от опыта к опыту (но не более трех опытов подряд). Число предъявлений стимулов в одном опыте составляла 15 раз над водой и 15 под водой. Серия опытов заканчивается при достижении животным принятого как достаточный 95-ти% уровня в двух опытах подряд. Но одновременно сама серия не может составлять менее чем 4 опыта.

Работа проводилась на двух молодых серых тюленях (по 3,5 года), самке по кличке «Фея» и самце по кличке «Проша».

В опытах участвовало, как правило, 2 человека: один предъявлял животному раздражители и давал животному пищевое подкрепление, второй - вел протокол занятия.

Предварительное обучение заняло у тюленей различное количество занятий: одно занятие ознакомительного плана у Проши, т.к. данное животное в представлениях океанариума не участвует, и он менее всего реагирует на движения рук тренера, сосредотачивая свое внимание на предъявляемых ему зрительных стимулах. С Феей проведено два предварительных занятия, т. к. ее внимание больше сосредоточено на работающем с ней тренере. Оба животных ранее уже участвовали в экспериментах (1,2,3,5,6).

Всего за время проведения опыта самец Проша получил 540 предъявлений фигур над водой и 465 – в воде. Самка Фея получила по 750 предъявлений над водой и в воде.

В процессе проведения эксперимента животные получили разное количество предъявлений одних и тех же фигур. И обучение распознаванию заняло у животных разное количество занятий в серии. И это по нашему мнению связано с разным уровнем обученности у этих двух животных, как уже говорилось выше, самка принимает участие в представлениях океанариума, а самец принимает участие только в различных экспериментах.

При проведении серий опытов, когда варьировался не только размер фигур, но и их форма, было замечено, что никаких необычных

поведенческих реакций животное не проявляло, а наоборот уровень правильных ответов только возрастал.

При анализе проведенного эксперимента видно, что чем дольше происходит процесс обучения, тем выше процент правильных ответов. Полученные нами результаты позволяют говорить о том, что тюлени способны обучаться выбирать стимул, за которые следует подкрепление по принципу ахроматичности (белое – черное) не зависимо от их размеров и формы, но при этом они могут задействовать различные стратегии поведения: выбор наиболее часто подкрепляемого стимула, отказ от не подкрепляемого стимула или выбор нового непохожего на не подкрепляемый стимул. При проведении этих экспериментов был задействован комплексный раздражитель: цвет и сторона предъявления стимулов, и это не позволяет нам говорить о том, что тюлени способны дифференцировать зрительные стимулы по принципу ахроматичности. Дальнейшее усовершенствование методики проведения эксперимента: подбор большего числа стимулов, отличающихся друг от друга по форме, варьирование стороной предъявления стимулов не от опыта к опыту, а внутри каждого опыта позволит нам говорить о способности серых тюленей к зрительной дифференцировке фигур по принципу ахроматичности.

Список литературы

1. Березина И.А., Кавцевич Н.Н. Распознавание тюленями зрительных и слуховых стимулов. // Ученые записки МГПУ. Серия биологические науки. 2004. Вып.1. с.24-30

2. Березина И.А., Михайлюк А.Л. Распознавание зрительных образов серыми тюленями. Естественнонаучные проблемы арктического региона: Труды Второй региональной научной студенческой конференции. Мурманск, 15-16 мая 2001. – Мурманск 2001г с. 80-83

3. 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, 2002г с.10-11

4. Лисицина Т.Ю. Сравнительное поведение ластоногих // Поведение животных в сообществах: Материалы III Всесоюзной конференции по поведению животных, Т.2 – М., Наука – 1983. – С. 206-208.

5. Михайлюк А.Л., Березина И.А., Степахо Г.В., Кавцевич Н.Н. Экспериментальное изучение поведения серых тюленей при различении зрительных стимулов // Морские млекопитающие Голарктики. Тез. докл. междунар. конф. Байкал, Россия, 10-15 сентября 2002г. – Москва, 2002. – С. 188-189.

6. 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, 2003г.

7. Ренуф Д. Сенсорные способности обыкновенного тюленя // В мире науки. – 1989. №6. – С. 50-55.

8. Стародубцев Ю.Д., Кулагин В.В., Надолишняя А.П., Стародубцева Е.М. Выбор дельфинами афалинами двух одинаковых предметов из трех предъявленных // Морские млекопитающие Голарктики. Материалы междунар. конф. Архангельск, 21-23 сентября 2000г. – Архангельск, 2000. – С. 372-376.

9. Фокина В.В. Способность черноморских афалин дифференцировать зрительные раздражители по форме // Сравнительная физиология ВНД человека и животных: Материалы Всесоюз. Конф. М., 1988. Ч.1. С.236-237.

10. Фокина В.В., Москвина-Тарханова И.А. Факторы, влияющие на точность дифференцирования черноморскими афалинами зрительных раздражителей // Морские млекопитающие: Тез. Докл. IX Всесоюз. Совещ. Архангельск, 1986. С. 411-412.

11. Фокина В.В., Шмелев Н.Н. Способность амазонских дельфинов к формированию зрительных дифференцировок // Амазонский дельфин. – М., 1996. С. 270-284.

Зависимость содержания гуанина и цитозина в отдельных положениях кодона от общей ГЦ-насыщенности экзонов генов алкогольдегидрогеназ человека

Бутвиловский А.В.¹, Барковский Е.В.¹, Бутвиловский В.Э.², Давыдов В.В.², Ефимов Д.Ю.², Линник Ю.И.² (г. Минск, Белорусский государственный медицинский университет, ¹кафедра общей химии, ²кафедра биологии, e-mail: alexbutv@rambler.ru)

We studied nucleotide composition of human alcoholdehydrogenase classes 1-5 gene's exons. The GC-saturation and guanine's and cytosine's content in each codon's position of investigated gene's exons was defined. We determined that human alcoholdehydrogenase class 1B, 1C, 3 and 5 genes encoded the evolutionary "perfect" proteins and the human alcoholdehydrogenase class 1A and 4 genes were in stage of active evolutionary changes.

Пристальное внимание исследователей, которое уделялось алкогольдегидрогеназной системе на протяжении многих лет, было связано исключительно с тем, что она является главным метаболическим путем этанола.

За последние двадцать лет представления о функции представителей алкогольдегидрогеназной системы существенно расширились. Стало очевидным ее значение как защитника организма против ряда эндо- и экзогенных токсических агентов (в частности формальдегида) и канцерогенов (никотина, дериватов 1,3-бутадиена, бензохинонов, аминоазокрасителей и ряда гликолей). Одновременно выяснилось, что в определенных процессах алкогольдегидрогеназы, напротив, продуцируют повреждающие соединения (например, окисляя метанол). Затем было установлено участие алкогольдегидрогеназ в синтезе и катаболизме ряда ретинолов, ω -гидроксигирных кислот, нейромедиаторов (норадреналина, серотонина, дофамина), стероидных гормонов и других соединений. Столь разнообразные функции, выполняемые алкогольдегидрогеназами, послужили причиной проведения большого количества фундаментальных исследований.

Алкогольдегидрогеназа (алкоголь:НАД⁺ оксидоредуктаза, АДГ) является цитозольным цинксодержащим НАД⁺-зависимым димерным ферментом.

В фундаментальных работах Х. Эденберга и Г. Дуэстера все существующие алкогольдегидрогеназы позвоночных разделены на 7 классов, основываясь на гомологии последовательностей мРНК и аминокислотных последовательностей, электрофоретических и ферментативных свойствах (3, 4). В настоящее время не известно ни одного вида, у которого есть гены, кодирующие все 7 классов АДГ. Так, например,

у человека описаны только АДГ 1-5 классов, у мыши – 1-4 классов, класс 6 АДГ встречается только у крыс и диких мышей, а класс 7 – только у птиц. Следует отметить, что у человека к алкогольдегидрогеназам первого класса относятся 3 изофермента – А, В, С.

Гены алкогольдегидрогеназ человека расположены в 4-й хромосоме и включают 9 экзонов и 8 интронов. Изучение нуклеотидных последовательностей экзонов генов важно в аспекте их общей насыщенности гуанином и цитозином (ГЦ-насыщенности) как фактора, обуславливающего термодинамическую стабильность соответствующих участков ДНК и устойчивость к действию большинства мутагенов. Еще одним из актуальных аспектов является анализ содержания гуанина и цитозина (ГЦ-содержания) в отдельных положениях кодона в связи с общей ГЦ-насыщенностью, что позволяет получить биологически важную информацию.

Цель исследования: определить зависимость содержания гуанина и цитозина в различных положениях кодона от общей ГЦ-насыщенности экзонов генов алкогольдегидрогеназ человека.

Материалы и методы. Проанализированы взятые с сервера NCBI (National Center for Biotechnology information) последовательности экзонов генов АДГ классов 1 (А, В, С), 2, 3, 4 и 5 человека.

Нуклеотидный состав изучен с помощью пакета программ MEGA 3 (5). Полученные результаты обработаны с помощью пакета программ Microsoft Excel 2000. Работа выполнена в рамках гранта Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований №Б06М-060 от 01.04.2006 г.

Результаты. Определено общее содержание гуанина и цитозина, а также содержание гуанина и цитозина в первом, втором и третьем положениях кодонов для каждого из экзонов изучаемых генов. Установлена зависимость содержания гуанина и цитозина в каждом из положений нуклеотида в кодонах от общей ГЦ-насыщенности экзонов генов АДГ человека (табл. 1).

Проанализируем полученные данные на примере экзона гена АДГ3 человека (рис.).

Общий характер взаимосвязи между сопоставляемыми значениями указывает на то, что с увеличением общей ГЦ-насыщенности наблюдается различной степени линейный рост содержания гуанина и цитозина во всех положениях нуклеотида в кодоне. Наибольший рост характерен для значений ГЦ3 (наклон тренда 1,61), что свидетельствует о выраженном влиянии на замены в данном положении кодона мутационного давления и слабом влиянии отрицательного отбора. Это можно объяснить тем, что 72% замен по третьему положению не приводят к изменению кодируемой аминокислоты (1). Меньший наклон тренда по значениям ГЦ1, равный 0,99, связан с меньшей долей синонимичных замен (5%). Несмотря на то, что все замены по второму положению несинонимичны, наклон тренда по значениям ГЦ2 является положительным (0,39). Объяснить этот факт можно

тем, что часть замен аминокислот является нейтральной, то есть не приводит к изменению функции белка. В этом случае отрицательный отбор не оказывает никакого влияния на данную мутацию, и она закрепляется, отражая основное направление нуклеотидных замен. Следует подчеркнуть, что данный график является классическим, поскольку он был ранее получен многими исследователями по генам, кодирующим различные белки.

Таблица 1.

Зависимость ГЦ-содержания в каждом из положений кодона от общей ГЦ-насыщенности экзонов генов АДГ классов 1 – 5 человека

Ген АДГ	Наклоны линейных трендов		
	по значениям ГЦ и ГЦ1 (R^2)	по значениям ГЦ и ГЦ2 (R^2)	по значениям ГЦ и ГЦ3 (R^2)
1A	1,43 (0,46)	0,61 (0,14)	0,96 (0,47)
1B	0,86 (0,20)	0,72 (0,15)	1,41 (0,69)
1C	0,99 (0,27)	0,67 (0,15)	1,34 (0,63)
2	0,39 (0,04)	0,52 (0,14)	2,09 (0,49)
4	-0,40 (0,07)	1,94 (0,60)	1,47 (0,70)
3	0,99 (0,66)	0,39 (0,10)	1,61 (0,49)
5	1,12 (0,34)	0,71 (0,11)	1,17 (0,70)

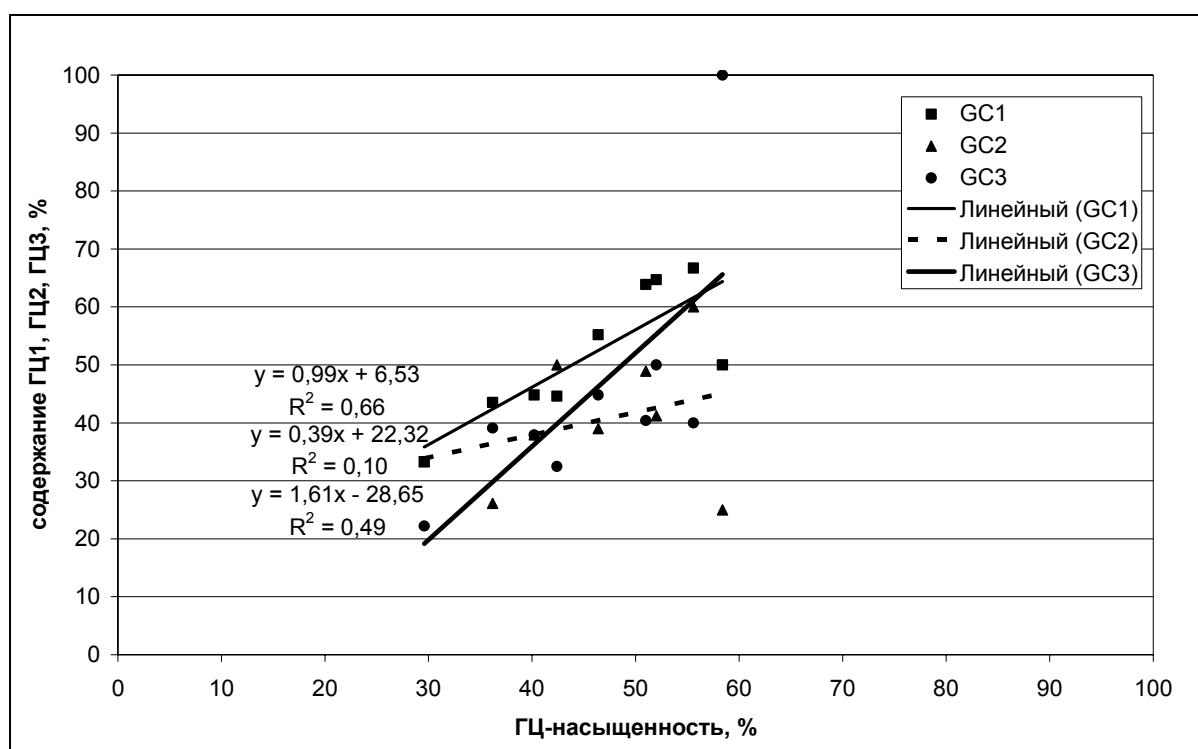


Рисунок - Зависимость содержания гуанина и цитозина в отдельных положениях кодона от общей ГЦ-насыщенности экзонов гена АДГ класса 3 человека

Таким образом, можно утверждать, что в экзонах данного гена алкогольдегидрогеназы “разрешены” преимущественно замены в третьем положении кодона, в меньшей степени – в первом, а в наименьшей степени – во втором, что связано с вероятностью синонимичных и несинонимичных замен. Выраженное предпочтение синонимичных замен свидетельствует о структурно-функциональных ограничениях, налагаемых на молекулу, а получение такого графика может выступать в качестве одного из критериев ее эволюционной сформированности.

Установлено, что закономерности зависимости ГЦ-содержания в каждом из положений кодона от общей ГЦ-насыщенности экзонов генов АДГ классов 1В, 1С и 5 человека сходны с таковой для алкогольдегидрогеназы третьего класса. Это позволяет утверждать, что гены АДГ 1В, 1С, 3 и 5 кодируют эволюционно “совершенные” белки.

Данные, полученные для АДГ классов 1А, 2 и 4 человека, значительно отличаются по наклонам трендов. Так для АДГ 4 максимальный наклон тренда характерен для значений ГЦ2, меньший – для ГЦ3 и минимальный – для ГЦ1 при низком значении R^2 для последнего. Это означает, что замены нуклеотидов во втором положении кодона не ограничиваются отрицательным отбором и следуют мутационному давлению. Для АДГ 1А характерна иная закономерность: максимальный наклон тренда характерен для ГЦ1, меньший для ГЦ3 и минимальный для ГЦ2. Данный факт свидетельствует о том, что в экзонах данного гена замены по первому положению нуклеотида не ограничиваются отрицательным отбором и следуют мутационному давлению. Обнаруженные отличия графиков, построенных по генам АДГ 1А и 4, от классического варианта наводят на мысль, что данные гены находятся в стадии активных эволюционных изменений, то есть кодируют эволюционно “несовершенные” белки. Что касается гена АДГ класса 2 человека, то степень его эволюционной сформированности следует определять с помощью других критериев, поскольку при малых значениях R^2 наклон тренда по значениям ГЦ2 выше такового ГЦ1.

Проверить данную гипотезу возможно путем установления более высокой скорости эволюции по сравнению с остальными изоферментами АДГ. Определить скорость эволюции гена АДГ 1А не представляется возможным, так как пока он секвенирован только у человека и макаки, дивергировавших относительно недавно друг от друга.

Скорость эволюции нуклеотидных последовательностей мРНК, кодирующих АДГ 4 мыши и человека, действительно высока и составляет $0,72 \times 10^{-9}$ замен на сайт в год (2).

Выводы:

С увеличением общей ГЦ-насыщенности экзонов генов АДГ человека классов 1В, 1С, 3 и 5 наблюдается линейный рост содержания гуанина и цитозина во всех положениях кодона (наибольший – в третьем, а наименьший – во втором положении).

Гены алкогольдегидрогеназ классов 1В, 1С, 3 и 5 человека кодируют эволюционно “совершенные” белки, а гены АДГ классов 1А и 4 человека находятся в стадии активных эволюционных изменений.

Список литературы

1. Барковский Е.В., Бутвиловский А.В., Бутвиловский В.Э., Давыдов В.В., Хрусталеv В.В., Казюлевич С.Р. Методы молекулярной эволюции и филогенетики: учеб.-метод. пособие. – Мн.: БГМУ, 2005. – 63 с.

2. Бутвиловский, А.В. Эволюционные дистанции и скорости молекулярной эволюции алкогольдегидрогеназ класса 1-4 мыши и человека / А.В. Бутвиловский // V Всероссийская университетская научно-практическая конференция молодых ученых и студентов по медицине: сборник материалов. Под общ. ред. проф. В.Г. Сапожникова. – Тула, 2006. – С. 44–45.

3. Duester G. [et al] Recommended nomenclature for the vertebrate alcohol dehydrogenase gene family // *Biochem. Pharmacol.* – 1999. – Vol. 58 (3). – P. 389–395.

4. Edenberg H.J. Regulation of the mammalian alcohol dehydrogenase // *Prog. Nucleic Acid Res. Mol. Biol.* – 2000. – Vol. 64. – P. 295–341.

5. Kumar S., Tamura K., Nei M. MEGA3: Integrated software for molecular evolutionary genetics analysis and sequence alignment // *Brief. Bioinform.* – 2004. – Vol.5. – P.150–163.

Распределение морских звезд (*Asteroidea*, *Echinodermata*) в восточной части Баренцева моря по данным экосистемной съемки ПИНРО 2005 года

Голяк И.В., Любин П.А. (Мурманск, ПИНРО)

Морские звезды составляют неотъемлемую часть морских экосистем. Они обитают в широком диапазоне глубин от 0 до нескольких тысяч метров. Звезды во многих отношениях весьма выносливы, но подобно другим иглокожим крайне чувствительны к степени солености воды и нуждаются в воде с нормальной океанической соленостью - 35‰. Звезды могут достигать больших размеров, до 70 см в диаметре и нередко ярко и пестро окрашены. Количество видов в мировой фауне звезд — более 1700 (Догель, 1975). В арктических водах известно 53 вида морских звезд из них в Баренцевом море обитает 40 видов (Дьяконов, 1950). Процессы жизнедеятельности морских звезд характеризуются интенсивным синтезом большого количества метаболитов, многие из которых обладают исключительными свойствами биологической активности (Ажгихин, Шпаков, 1983). Таким образом, звезды могут быть ценным источником высоко активных биологических веществ, а также биологически активных добавок, широко используемых в медицинских, и животноводческих целях. В связи с этим добыча морских звезд может стать одной из экономически выгодных статей рыбохозяйственной деятельности. Целью данного исследования было изучить видовой состав морских звезд, прилавливаемых донными ихтиологическими тралами, дать количественную характеристику их уловов.

Материалом для исследования послужили приловы морских звезд в донных ихтиологических тралениях, выполненных за время Российско-Норвежской экосистемной съемки Баренцева моря в августе-сентябре 2005 г. Сбор материала производился на борту НИС «Смоленск» в восточной части Баренцева моря (Anon, 2005). Лов производился донным тралом «Сампелен» с мелкочаистой вставкой из 12 мм дели в кутовой части трала и шириной раскрытия 15 м. Время траления составляло 15 минут, скорость траления – 3 узла, соответственно длина траления составляла в среднем 1389 м, а площадь траления 20835 м². Прилов морских звезд сортировался по видам и для каждого вида определялась масса его улова в трале. Далее морские звезды замораживались в пергаменте при –18°С для изучения их химического состава. Всего в районе исследования было выполнено 154 донных траления.

Морские звезды присутствовали в уловах 93 донных тралений на глубинах от 34 до 447 м. Всего за время экспедиции было определено 20 видов, морских звезд относящихся к 9 семействам: *Ctenodiscus crispatus* (сем. Porcellanasteridae), *Psilaster andromeda* (сем. Astropectinidae),

Pontaster tenuispinus (сем. Bentepectinidae), *Hippasteria phrygiana* (сем. Goniasteridae), *Poraniomorpha tumida*, *P. hispida* (сем. Poraniidae), *Lophaster furcifer*, *Solasler endeca*, *S. glacialis*, *S. syrtensis*, *Crossaster papposus* (сем. Solasteridae), *Pteraster militaris*, *P. pulvillus*, *P. obscurus*, *Hymenaster pellucidus* (сем. Pterasteridae), *Urasterias lincki*, *Icasterias panopla*, *Asterias rubens*, *Leptasterias mulleri* (сем. Astreriidae), *Henricia sanguinolenta* (сем. Echinasteridae).

Максимальный улов морских звезд в районе исследования достигал 0,862 кг, минимальный 0,004 кг. Средний улов за 15 минут траления составил 0,218 кг. Общая масса выловленных звезд составила 20,180 кг. Наиболее обильным по массе уловов и по видовому разнообразию морских звезд оказались северный и северо-восточный участки района исследования (рис. 1). Вероятно, это обусловлено относительно благоприятными гидрологическими параметрами, более разнообразным грунтом, а также меньшей интенсивностью промысла. Наиболее распространенным видом оказался *Ctenodiscus crispatus*, который встречался практически по всему маршруту следования. Данный вид обитает преимущественно на илистых и песчаных грунтах. Питается, заглатывая ил. Значительную долю в улове составили: *Urasterias lincki*, *Icasterias panopla*, *Pontaster tenuispinus*, а также морские звезды семейства *Solasteridae*. Суммарный объем вылова морских звезд по наиболее массовым видам за время рейса представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Суммарный объем вылова морских звезд за время рейса

Морские звезды	Общий вес (кг)
<i>Ctenodiscus crispatus</i>	9,543
<i>Urasterias lincki</i>	5,176
<i>Icasterias panopla</i>	2,658
<i>Pontaster tenuispinus</i>	1,016
<i>Crossaster papposus</i>	0,796
<i>Solaster sp.</i>	0,466
<i>Pteraster sp.</i>	0,115
<i>Lophaster furcifer</i>	0,102
<i>Hymenaster sp.</i>	0,099
<i>Leptasterias sp</i>	0,061
<i>Hypasteria phrygiana</i>	0,052
<i>Poraniomorpha tumida</i>	0,020
Other (другие виды)	0,076

Список литературы

1. Ажгихин И.С., Шпаков Ю.Н. Перспективы использования непромысловых морских гидробионтов. Баку: Азернешр. 1983. 315с.
2. Догель В.А., Зоология беспозвоночных. Учебник для ун-тов. М., «Высшая школа», 1975. 560 с.
3. Дьяконов А.М., Морские звезды морей СССР. Л., Изд-во АН СССР, 1950. 204 с.
4. Anon. Survey report from the joint Norwegian/Russian ecosystem survey in the Barents Sea, August-October 2005. IMR/PINRO Joint Report Series, No. 3/2005.

Выращивание хвойных растений в ботаническом саду МГТУ

Горбунова С.И. (МГТУ, зав. дендрарием)

Abstract. Modern state of introduction science shows that bad variety of the northern flora is caused not only by climatic conditions but other reasons as well. It makes it possible to conclude that it is perspective and necessary to introduce new plant species into the northern flora. The article covers the issue of increase in the types of coniferous plants by means of introduction from other regions. The first seedlings are grown from the seeds of coniferous plants bedded out in the open ground.

Современное состояние интродукционной науки показывает, что бедность видового состава северной флоры определяется не только климатическими факторами, но и историческими, географическими, экологическими и другими причинами.

Всё это позволяет сделать вывод о перспективности и необходимости введения в северную флору новых видов растений с целью увеличения видового разнообразия, повышения его устойчивости, декоративности, производительности, сохранения исчезающих видов.

В условиях Кольского Севера интродукция растений служит практически единственным способом решения следующих практических и научных задач:

- увеличения разнообразия сравнительно бедного набора местных растений, применяемых в озеленении и лесном хозяйстве;
- повышения продуктивности коренных биоценозов;
- улучшения генетического разнообразия природы Кольского полуострова;
- исследования возможности приспособляемости растительного организма;
- ликвидации локальных зон, разрушенных вследствие деятельности людей, биоценозов;
- восстановления нарушенного эколого-биологического равновесия растительных систем;
- сохранения редких исчезающих растений (Пестова, 2000).

Декоративные формы хвойных растений значительно повышают художественный эффект садово-парковых композиций. Многие из этих пород долговечны, устойчивы против дыма, газа и копоти, что позволяет рекомендовать их для широкого использования в городах, на территориях промышленных предприятий и в прилегающим к ним посёлкам. В озеленении формы хвойных растений используются как самостоятельно, так и в сочетании с другими растениями.

Класс хвойных насчитывает около 55 родов, 560 видов, объединяемых в 5 современных порядков: араукариевые, сосновые, кипарисовые, подокарповые, тиссовые (Биологический словарь, 1989). Семейство сосновые среди голосеменных растений наиболее богато по видовому составу – 11 родов и не менее 250 видов. В этом семействе среди родов есть богатые и бедные видами: в роде сосна их более 100, в роде пихта – 50, в роде ель – 40, в роде лиственница – 20 видов, а некоторые роды представлены всего несколькими или одним видом (например, в роде кедр – 4 вида, в роде лжелиственница всего 1 вид – лжелиственница Кемфера). В семействе таксодиевые 10 родов с 14 видами и 5 из них имеют по одному виду (секвойя, глибтостробус и спиадопитис), а остальные роды невелики (по 2 - 5 видов). В наиболее богатом по количеству родов семействе кипарисовые 19 родов и около 130 (154) видов, причём несколько родов имеют по 1 виду (тетраклинис, туевик, микробиота), а несколько по 5 - 6 видов и только 3 рода состоят из многих видов (от 15 до 55), например в роде можжевельник содержится 55 (70) видов (Гроздова, 1991).

Почти у всех растений хвойных пород единственный способ размножения – семенами. В теплицу под плёнкой в 2001 - 2004 годах были высеяны семена 80 образцов семян растений хвойных пород, поступивших из Архангельска, Норвегии, Исландии, Чехии, Финляндии, Швеции, Калининграда, Адыгеи, Хабаровского, Приморского, Красноярского краёв, Берentakского лесничества, Хакасского и Чемальского лесхозов, Сочи, Майкопа, Калининграда, Владивостока, Марий Эл, Кабардино-Балкарии. Семена высевались в почвенный субстрат, состоящий из низинного торфа. Посев семян проводился дважды в зависимости от вида семян: весной, когда теплица закрывалась плёнкой, а второй раз, когда вегетация заканчивалась. Летние всходы семян и осенние их посеы уходили под снег, что способствовало снижению отрицательного влияния низких температур зимнего периода.

Значительная часть равнинной лесной зоны в Европе и Азии составляет ареал 2 видов ели: европейской, ранее называемой высокой, или обыкновенной, и сибирской. Ель аянская покрывает склоны горных хребтов Сихотэ – Алия и Центрального Сахалина (Гроздова, 1991).

В теплицы под плёнкой дендрария МГТУ было высеяно 8 образцов 4 видов ели: европейской (*abies*) из Чехии, Финляндии, Адыгеи, Марий Эл; по одному образцу – сибирской (*sibirica*) из Тывы, гибридной, и аянской из Владивостока. Семена всех образцов семян ели взошли. Наибольшая всхожесть наблюдалась у европейской из Финляндии и Адыгеи. Высота полученных сеянцев в первый год достигла 2...5 см, во второй – 5...10, в третий – 12...23, в четвёртый – 20...23 см. Наблюдался отпад сеянца сибирской из Тывы, а сеянцы обыкновенной из Чехии и Финляндии высажены в открытый грунт.

Кроме пихты сибирской, в нашей стране растёт ещё 9 видов пихты, а всего в горах и на равнинах умеренного и субтропического поясов

Северного полушария произрастает около 50 видов пихты. В Приморском крае, в южной части Хабаровского края и в во-сточных районах Амурской области растёт близкая по признакам к пихте сибирской пихта белокорая. Пихта цельнолистная растёт на юге Приморья. Самая крупная пихта, растущая в России, – пихта Нордмана или кавказкая. Она растёт в западной части Главного Кавказского хребта и по Малому Кавказу, а вне России – в Турции. Из более морозостойких иностранных видов интересны пихта бальзамическая и пихта одноцветная (Гроздова, 1991).

Из 13 высеянных образцов 11 видов пихты (*Abies*) всхожесть наблюдалась у шести: двух образцов сибирской (*sibirica*) из Турачакского лесхоза и Марий Эл, цельнолистной из Приморского края, белой из Владивостока, кавказкой (*nordmanniana*) из Адыгеи, сикорианской (*sikotiana*) из Швеции. Не наблюдалась всхожесть у одноцветной (*concolor*) из Норвегии, корейской (*coreana*) из Швеции, белой (*alba*) из Чехии, двух образцов *perhrolepis*, *procera*, бальзамической (*balsamea*) из Норвегии. Наблюдения за всхожестью семян пихты показали, что она находилась в пределах 4...14 %. Произошёл отпад пихты кавказкой, сикорианской. В открытый грунт высажены сибирская из Турачакского лесхоза и Марий Эл. В 2004 году их высота достигла 20 см, а у цельнолистной и белокорой высота – 4 см.

Лиственница – самая распространенная порода на огромной территории нашей страны. Из 20 видов лиственницы, найденных в Северном полушарии, у нас встречаются 6 видов и 3 - 4 гибрида. В европейской части в горах Центральной Европы (в Карпатах, Альпах, Судетах) произрастает на высоте 1000 - 2500 м над уровнем моря лиственница европейская. Большие площади в России (главным образом в азиатской части) занимает лиственница сибирская. С названием лиственницы даурской произошли изменения, её стали называть лиственницей Гмелина, выделив две географические разновидности лиственницы Гмелина и лиственницы Каяндера. Из интродуцированных видов представляют интерес лиственница западная, распространённая на северо-западе Северной Америки, и лиственница тонкочешуйчатая, или японская (происходит из Японии с острова Хонсю) (Гроздова, 1991).

Семена лиственницы (*Larix*) представлены 15 образцами 5 видами: сибирская (*sibirica*), европейская (*decidua*), даурская (*dahurica*), американская (*laricina*), японская (*caempferi*), Каяндера (*kajanderii*). Если рассматривать всхожесть лиственниц, то можно заметить, что наибольшую всхожесть дали семена даурской из Хабаровского края – 76 %. Средний процент всхожести лиственницы составил 2,7... 32. Высота полученных сеянцев достигла 4...10,5 см в первый год, во второй – 6...35, в третий – 12...41 см, в четвёртый – 45...50 см у сеянцев, которые были высеяны в 2001 году. Наибольшей высоты достигла лиственница сибирская из Берentakского лесничества, а из Чемальского лесхоза в 2004 году погибла в открытом грунте, произошёл отпад лиственницы европейской из Чехии и из Калининграда. В открытом грунте продолжают расти высаженные

сеянцы лиственницы сибирской из Берентакского лесничества и даурской из дендрария Архангельского университета.

Сосна – наиболее распространённая и хозяйственно ценная хвойная порода Европы, Азии, Северной и Центральной Америки. Необыкновенность сосны обыкновенной – в обширнейшем районе произрастания в Европе и Азии. Кроме сосны обыкновенной в нашей стране в естественных насаждениях можно встретить ещё 11 видов сосны. В горах Южного Кавказа и Крыма образует леса сосна Палласа, или крымская. В горах Крыма, а также по склонам Кавказских гор растёт одиночно или небольшими группами сосна Коха или крючковатая. На Кавказе произрастают эльдарская и пицундская сосны. В группу пятихвойных сосен, растущих в нашей стране, входят три высокоствольных вида: сосна кедровая европейская (кедр европейский), – жительница Карпат, сосна кедровая корейская (кедр корейский), украшающая леса Дальнего Востока, сосна кедровая сибирская (кедр сибирский), распространённая на просторах сибирских лесов. Встречаются и другие виды сосны.

Высеянные семена сосны (*Pinus*) представлены 23 образцами: шестью обыкновенной (*sylvestris*) из Финляндии, Чехии, Марий Эл, Адыгеи, Амурской области, двумя – крючковатой (*hamata*) из Приэльбрусья и Кабардино – Балкарии, пятью – кедровой сибирской (*seabra sibirica*) из Берентакского лесничества, Тывы, Красноярского края, одним – горной (*mugo mughus*) из Чехии, крымской (*pallasiana*) из Адыгеи, кедровой европейской (*seabra L*) из Норвегии, реликтовой из Майкопа, Тунберга (*thunbergii*) из Чехии, кедровой корейской, четырьмя образцами кедрового стланика (*pumila Regel*) из Норвегии, Саха Якутии, Сибири, Магаданской области. Дали всходы семена 19 образцов из 23 высеянных. Всхожесть от 2 % у кедровой из Берентакского лесничества до 60 % у обыкновенной из Адыгеи. Разные виды сосны достигли 2...9 см в первый год посева, 9...20 см - во второй, в третий – 12...24 см, в четвёртый – 21...35 см. Хотя семена сосны Тунберга из Чехии дала хорошую всхожесть (97 %), полученные из них сеянцы погибли. На третий год произошёл отпад у сосны обыкновенной из Финляндии и горной из Чехии в открытом грунте, а также крючковатой из Приэльбрусья, крымской из Адыгеи, сибирской кедровой из Берентакского лесничества, кедровой корейской неизвестного проис-хождения. Было установлено, что сеянцы горной и обыкновенной из Чехии отличались окраской хвои, которая варьировала от тёмно – зелёного цвета до светло – зелёного. В 2004 году погибли сеянцы сосны реликтовой из Майкопа. В открытый грунт высажены сеянцы обыкновенной из Чехии, Адыгеи, Марий Эл.

Можжевельник принадлежит к семейству кипарисовых, как туя и кипарисовики. Это один из немногих хвойных кустарников наших лесов. Правда, иногда он имеет вид настоящего деревца высотой 5 - 6 м с хорошо выраженным тонким стволом и длинной узкой кроной. У нас можжевельник обыкновенный встречается в лесной зоне, в подлеске сосновых, еловых и хвойнолиственных лесов, часто образует заросли на

вырубках и пожарищах. Для размножения семенами собирают не вполне зрелые (зеленоватые) плоды. Извлечённые плоды сразу высевают на подготовленную грядку с рыхлой почвой на глубину около 2 см. Всхожесть семян невысока. Каждую осень сеянцы необходимо мульчировать, иначе после нескольких чередований промерзания и оттаивания почвы их выпирает из земли. Через 3 - 4 года растения можно сажать на постоянное место (Цветоводство, №1, 1999, с.44).

Из 11 образцов высеянных семян трёх видов можжевельника (*Juniperus*): зеравшанского (*seravschanica*) из Таджикистана, обыкновенного (*communis*) из Исландии, Швеции, Норвегии, Варзуги, *phoenicia* из Чехии взошли семена трёх образцов обыкновенного из Финляндии и одного из Исландии. Всхожесть проявилась через два года после посева семян.

Наблюдалась всхожесть семян лжетсуги (*Pseudotsuga*) Мензиса (*menziesii*) из Чехии, но полученные сеянцы в условиях открытого грунта не выжили.

Не наблюдалась всхожести семян у четырёх видов кипарисовиков (*Chamaecyparis*): погребального (*funebries*), Лосона (*lawsoniana*) из Сочи, нутканского (*nootkatens*), горохоплодного (*pisifera*) из Калининграда; метасеквойи (*Metasequoia*) глиб-тостробовидной (*glubtostroboides*), таксодиума (*Taxodium*) обыкновенного (*distichum*), головчатотиса (*Cephalotalus*) *harringtonia* из Чехии; туи (*Thuja*) корейской (*koreana*) из Сочи, но семена туи западной из Архангельска взошли.

Проведённые исследования за всхожестью семян древесных и кустарниковых растений в почве Мурманска показали, что не все семена обладают всхожестью. Это зависит от целого ряда причин. Для каждого растения имеется свой способ хранения и срок сохранения всхожести семян. Так семена, сосны горной при хранении в помещении за два года потеряли всхожесть с 96 % до 8, а сосны обыкновенной – с 48 до 36 %. Семена должны правильно храниться, чтобы не терялась их всхожесть. Оптимальная влажность мелких и средних семян (липы, клёна, яблони, сосны, ели, лиственницы и др.) – 10 -12 %, Крупные семена (дуб, орех, бук, лещина) должны содержать значительно больший процент влаги, чем семена мелкие; например жолуди дуба сохраняют всхожесть при содержании влаги 55 – 60 %. Большое влияние на продолжительность сохранения семенами всхожести оказывают влажность и температура воздуха. Многочисленные опыты показали, что наиболее благоприятной для хранения семян является равномерная температура от 0 до 5 °С. Резкие колебания температуры в помещениях для хранения приводят к снижению всхожести. Семена ели, сосны, лиственницы хранят в закрытых сосудах.

Семена разных растений высеваются в разные сроки (весной или осенью). Для большинства растений при посеве весной нужны разные сроки стратификации. Семена с коротким периодом покоя прорастают в год посева и без стратификации, но появление всходов при этом задерживается, поэтому для получения более ранних всходов, а также

повышения грунтовой всхожести их стратифицируют в течение 2 - 3 недель. Сюда относятся следующие породы: ель, лиственница, пихта сибирская, пихта Дугласова, сосна, туя западная и др. Стратификация может быть неодинаковой для одной и той же породы и может зависеть от срока сбора семян, их состояния, температурного режима стратификации. Важным условием для всхожести семян рододендрона и других семян семейства вересковых является состав почвы.

Первые результаты дают возможность убедиться в том, что можно найти те растения, которые успешно приживутся в условиях Мурманска и пополнят ассортимент растений для озеленения.

Список литературы

1. Пестова Т. М. Анализ результатов интродукционных исследований древесных растений в условиях Севера /Науч. доклад препринт, МГТУ, Мурманск, -2000 – С. 9.

2. Гроздова Н. Б. Занимательная дендрология /Предис. акад. ВАСХНИЛ Н. А. Моисеева. – М.: Лесн. пром-сть, 1991. – 208 с.

3. Маланкина Елена Можжевельник обыкновенный, Цветоводство, 1999, №1, С. 44.

Всхожесть семян многолетних цветочно-декоративных и травянистых растений, собранных в дендрарии МГТУ

Горбунова С.И. (МГТУ, зав дендрарием)

Abstract. The article covers the possibility of germination of seeds of perennial flower and ornamental and herbaceous plants gathered at the MSTU dendrarium. It focuses on the fact that almost all the seeds gathered at the dendrarium have germination and can be used for plant growing.

Многолетние цветочно-декоративные и травянистые растения можно размножать вегетативным путём и семенами. Посев семян многолетников в открытый грунт производится в два срока – весной и осенью. Осенний посев имеет ряд преимуществ перед весенним, особенно для растений, у которых семена покрыты плотной, трудно разбухающей кожурой (аконит, борщевик и др.). При осеннем посеве они хорошо набухают, подвергаются промораживанию и следующей весной дают дружные равномерные всходы; при весеннем же посеве без стратификации эти семена не прорастают и дают всходы только на следующий год. Многолетники с быстро прорастающими семенами – гипсофилу, мак, люпин, синюху, горицвет следует высевать поздно осенью (октябрь – ноябрь), после устойчивого похолодания с таким расчётом, чтобы семена не успели в эту осень прорасти. С наступлением потепления, весной, они быстро дадут дружные всходы. Ранний весенний посев для этой группы многолетников даёт также хорошие результаты (Тавлинова, 1970).

У многих раноцветущих растений семена быстро теряют всхожесть, поэтому их высевают сразу же после сбора или стратифицируют, помещая в ящик с влажным песком, и хранят до весны в прохладном месте. Чтобы получить дружные всходы, семена промораживают. Для этого их в холстяном или марлевом мешочке закапывают в снег. Весной их откапывают. Наклюнувшиеся семена несколько дней держат при температуре 4...5 градусов, а затем высевают.

Большинство многолетников сеют под зиму, после устоявшихся лёгких заморозков, на заранее подготовленные гряды, расходуя в 1,5 раза больше семян, чем весной (Тавлинова, 1990).

В условиях Мурманска проводились исследования по прорастанию семян многолетников, собранных в дендрарии МГТУ в открытом и закрытом грунте. В ёмкости с почвой 5 декабря 2005 года были высеяны семена таких многолетних цветочно-декоративных и травянистых растений, как синюха голубая, арника горная, аконит клубочковый, примула высокая, дрёма двудомная, лилейник гибридный, фиалка трёхцветная, чистотел большой, валериана лекарственная и бузинолистная, буквица крупноцветковая, дороникум восточный,

мелколепестник розовый, гравилат коралловый и речной, собранные в дендрарии МГТУ в 2004 – 2005 годах.

Вначале ёмкости с семенами были поставлены в неотапливаемое помещение. Здесь они стояли до 20 февраля 2006 года (средняя температура почвы в данный период была в пределах 0,4...4,7 °С). В отдельные дни декабря и января наблюдалось промерзание почвы. После 20 февраля ёмкости были перенесены в отапливаемое помещение. Температура почвы для семян разных растений в период их прорастания в данном помещении была градусов на десять выше, чем в первом.

1. Синюха голубая

Семена синюхи голубой в условиях средней полосы по литературным данным высевают в грунт под зиму или ранней весной (Тавлинова, 1970; Справочник цветовода, 1996; Пастушенков, 1990; Рабинович, 1998). Прорастают они при температуре 2...3 °С. Растение холодоустойчиво, всходы появляются при температуре 3...4 °С. При весеннем посеве семена должны проходить стратификацию. Семена синюхи голубой, собранные в дендрарии в 2005 году, были посеяны в ёмкость с почвой 5 декабря 2005 года (средняя температура почвы в первом помещении была 4,7 °С, а во втором – 11,2). Всхожесть семян составила 63,6 % через 85 дней после посева. Семена сбора 2004 года, не прошедшие стратификацию, были посеяны в почву открытого грунта под плёнку в конце мая 2005 года. Всхожести не наблюдалось.

2. Арника горная.

При прорастании семян арники горной, собранных в дендрарии в 2005 году, средняя температура почвы в первом помещении была 0,4 °С, а во втором – 10,0. Прорастание семян наблюдалось через 3 месяца после посева. Всхожесть семян арники горной может достигать 80 %, если они посеяны в ёмкость с почвой, которая стоит в помещении. В конце марта 2005 в ёмкость с почвой были посеяны семена арники горной 2004 года сбора (средняя температура почвы в период прорастания семян составила 14,2 °С). Они дали всхожесть. Эти же семена, посеянные в открытом грунте 31 мая 2005, не проросли. В литературных данных имеется рекомендации по промораживанию семян для лучшей всхожести (Иванова, 2004) и времени посева семян – осенью (Рабинович, 1998).

3. Аконит клобучковый

Высеянные семена аконита клобучкового 2004 года сбора всхожести не дали, что подтверждает литературные данные о том, что аконит нужно высевать свежесобранными семенами поздней осенью (Тавлинова, 1970).

4. Примула высокая

Семена примулы высокой, собранные в 2005 году, были посеяны в ёмкости с почвой 5 декабря 2005 года. Проросли они через 3 месяца после посева. Семена находились в почве при средней температуре в первом помещении 3,7 °С, а во втором – 14,3. В условиях средней полосы семена примулы высокой рекомендуют высевать осенью в грунт на глубину не

более 0,5 см (Приходько, 1995). Лихарёв рекомендует высевать семена примулы или в ящики, или прямо в открытый грунт поздней осенью (Лихарёв, 1993).

5. Дрёма двудомная

В ёмкости с почвой 5 декабря 2005 года были посеяны семена дрёмы двудомной, собранные в 2005 году. Всхожесть семян наблюдалась через три месяца. Средняя температура почвы в период прорастания семян в первом помещении была $3,7^{\circ}\text{C}$, а во втором – $11,9$. Ранее было установлено, что семена растения, посеянные в открытом грунте в конце мая, могут прорасти.

6. Фиалка трёхцветная

В ёмкости с почвой 5 декабря 2005 года были посеяны семена фиалки трёхцветной, собранные в 2005 году. Ранее было установлено, что семена фиалки, посеянные в открытом грунте в конце мая, могут прорасти. По литературным данным рекомендуется высевать семена фиалки свежесобранными под осень (Рабинович, 1998).

7. Валериана лекарственная и бузинолистная

В условиях средней полосы валериану рекомендуют высевать осенью в бороздки без заделки на глубину 3 – 4 см. Весной их заделывают на глубину 1 – 2 см. Всхожесть сохраняется не более года (Пастушенков, 1990). Семена валерианы лекарственной и бузинолистной, собранные в 2004 - 2005 годах, были посеяны в ёмкости с почвой 5 декабря 2005 года, которые стояли вначале в неотапливаемом помещении, а затем их перенесли в обогреваемое помещение. Прорастание семян наблюдалось через 3 месяца после посева семян.

8. Лилейник гибридный

У лилейника гибридного возможно размножение путём посева свежих семян осенью (Тавлинова, 1970). В ёмкость с почвой 5 декабря 2005 года были посеяны 16 штук семян лилейника гибридного, которая стояла вначале в неотапливаемом помещении, а затем была перенесена в отапливаемое. Через 3,5 месяца половина семян дала всхожесть.

9. Чистотел большой

Семена чистотела большого высевают свежесобранными осенью или весной прямо в грунт (Гринкевич, 1998). Растения чистотела из Карелии в дендрарии были получены из семян, поступивших из Карелии в 2002 году. Каждый год чистотел цветёт в открытом грунте дендрария, образует семена, которые обладают всхожестью как в открытом грунте, так и в закрытом. Их можно высевать весной и осенью. 5 декабря 2005 года были посеяны семена чистотела в ёмкость, которая стояла вначале в неотапливаемом помещении, а затем была перенесена в отапливаемое. Наблюдалась их всхожесть.

10. Мелколепестник гибридный

Растение мелколепестника гибридного было получено из семян, которые были посеяны согласно этикетке 13 июня 2003 года в почву теплицы под плёнкой, а летом 2004 года в открытый грунт дендрария.

Полученные семена мелколепестника гибридного в 2005 году были высеяны в ёмкость с почвой 5 декабря 2005 года, которая стояла вначале в неотапливаемом помещении, а затем была перенесена в отапливаемое помещение. В конце апреля наблюдалась их всхожесть.

11. Буквица крупноцветковая

Семена буквицы крупноцветковой по данным книги «Северное цветоводство» могут созревать не каждый год. Семена буквицы крупноцветковой, собранные в дендрарии в 2004 и 2005 годах, были высеяны в ёмкость с почвой 5 декабря 2005 года, которая стояла вначале в неотапливаемом помещении, а затем была перенесена в отапливаемое помещение. В конце апреля наблюдалась их всхожесть.

12. Дороникум восточный

Семена дороникума восточного, собранные в дендрарии в 2004 году, были высеяны в ёмкость с почвой 15 февраля 2005 года. Всхожесть составила 65 %. Высеянные в открытый грунт 31 мая 2005 года эти же семена всхожести не дали.

Высеянные семена дороникума восточного, собранные в дендрарии в 2004 и 2005 годах, в ёмкости с почвой 5 декабря 2005 года (ёмкости находились в двух помещениях: вначале в неотапливаемом до 20 февраля 2006, а затем были переставлены в отапливаемое) дали всхожесть.

13. Гравилат коралловый и речной

Семена гравилата по литературным данным рекомендуется высевать весной (Лихарёв, 1993). Высеянные семена гравилата кораллового и речного, собранные в дендрарии в 2004 и 2005 годах, в ёмкости с почвой 5 декабря 2005 года (ёмкости находились в двух помещениях: вначале в неотапливаемом до 20 февраля 2006, а затем были переставлены в отапливаемое) дали всхожесть конце апреля.

Получены первые результаты при исследовании всхожести семян, которые собраны в дендрарии. Семена исследованных многолетних цветочно-декоративных и травянистых растений, собранных в дендрарии, обладают всхожестью, и из них могут быть получены новые растения, обладающие запасом свойств, необходимых в условиях Севера.

Список литературы

1. Тавлинова Г.К. Цветоводство / Г.К. Тавлинова. – Л.: Лениздат, 1970. – С. 113, 227, 248, 249.
2. Справочник цветовода: / сост. Н.П. Николаенко. – 2-е изд. – М.: Колос, 1996. – 362 -363.
3. Тавлинова Г.К. Ранние весенние цветы / Г.К. Тавлинова. – Л.: Лениздат, 1990. – С. 12..
4. Рабинович А.М. Лекарственные растения на приусадебном участке / А.М. Рабинович. – М: Издат. дом МСП, 1998. – С. 32, 196 – 200, 234.
5. Приходько С.Н. Знахарь в доме. Цветы, которые лечат. / С.Н. Приходько, М.В. Михайловская. – М.: Русская книга, 1995. – С. 33.

6. Пастушенков Л.В. Лекарственные растения / Л.В. Пастушенков, А.А. Пастушенков, В.Л. Пастушенков. – Лениздат, Человек, 1990. – С. 45, 238, 239 .

7. Лихарев В.С. Лекарства с огорода / В.С. Лихарев. – Саратов: Детская книга, 1993. – С. 84, 110 -112.

8. Гринкевич Н.И. Легенды и быль о лекарственных растениях / Н.И. Гринкевич, А.А. Сорокина. – М.: Наука, 1986. – С. 6.

9. Иванова Л. А. Северное цветоводство /Л. А. Иванова, Е.А. Святковская, Н.Н.Тростенюк. – Кольский научный центр. Полярно – альпийский ботанический сад – институт им. Н.А. Аврорина, 2004, - С.72.

Древесные и кустарниковые растения лиственных пород, выращенные из семян, в ботаническом саду МГТУ

Горбунова С.И. (МГТУ, зав. дендрарием)

Abstract. The article covers the issue of increase in the types of aboreal and bush plants of leaf – bearing species to plant in Murmansk by means of introduction from other regions because it is due not only to climatic conditions but other reasons as well. It focuses on the way of growing them from seeds.

Видовой состав растений, применяемых в настоящее время для озеленения Мурманска, относительно беден. Это связано не только с климатическими условиями, но и рядом других причин. Бедность видового состава растений даёт возможность исследования увеличения ассортимента растений путём интродукции из других регионов. Лучший способ выращивания новых растений в условиях Мурманска – получение их из семян.

В теплицу под плёнкой в 2001 - 2004 годах были высеяны семена 283 образцов 213 видов семян древесных и кустарниковых растений лиственных пород, поступивших из Архангельска, Норвегии, Исландии, Чехии, Финляндии, Швеции, Калининграда, Адыгеи.

Семейство жимолостных было представлено 53 образцами семян таких растений, как жимолость, смородина, бузина, калина, снежноягодник.

Из семейства розоцветных было высеяно 128 образцов семян растений: розы, кизильника, малины, ирги, рябины, боярышника, ежевики, афлатунии, миндальника, вишни, персика, рябинника, сабельника, курильского чая, сибирки, лавровишни, спиреи, сливы, пузыреплодника, яблони, черёмухи, дриады.

В теплицу под плёнкой было высеяно по 8 образцов семян из семейств бобовых (карагана, гледичия, дрок, ракитник) и жостеровых (жостер); 12 образцов из семейства маслиновых (сирень, ясень, магония, бирючина); по 4 образца семян из семейств бересклетовых (бересклет) и лоховых (лох, облепиха); 15 образцов семян из семейства кленовых (клён); 6 образцов из семейства барбарисовых (барбарис, подофилл); 14 образцов из семейства берёзовых (берёза, граб, ольха); 9 образцов из семейства кизиловых (дёрен, свидина); 5 образцов семян из семейства липовых (липа); по 2 образца из семейства ореховых (орех маньчжурский, фундук) и из семейства диапенсиевых (диапенсия); по одному образцу семян из семейств: ивовых (ива); губоцветных (тимьян); магнолиевых (тюльпанное дерево); вязовых (каркас); волчниковых (волчье лыко); буддлеевых (буддлея); 3 образца из семейства норични-ковых (бартсия).

Не все семена проявили всхожесть в почве теплицы. Это может быть связано со сроками и условиями хранения семян, их специфическими

особенностями, непрохождением стратификации, составом почвы и другими причинами. У части семян (112 образцов) наблюдалась всхожесть, были получены сеянцы растений. Некоторые не выжили в теплице. Часть полученных сеянцев из теплицы была высажена в открытый грунт, где прижились не все. Но полученные из семян в открытом грунте растения дают возможность убедиться в том, что ассортимент растений, применяемых в озеленении Мурманска, можно увеличить.

Из 8 высеянных образцов семян берёзы: 2 – пушистой, 4 – карликовой, 2 – вишнёвой всхожесть наблюдалась у одного образца пушистой. Полученное растение за 5 лет с момента посева семян достигло высоты 170 см.

Было высеяно 4 образца семян бересклета бородавчатого, 2 образца европейского и один – *alatus*. Всхожесть наблюдалась у европейского и бородавчатого. Сохранившееся в теплице растение бересклета европейского достигло высоты 50 см, и в 2006 году высажено в открытый грунт.

Из 14 образцов 12 видов семян боярышника: однопестичного из Швеции и Норвегии, *laevigata* из Швеции, туркестанского с Памира, *glauglasii*, *donglasii*, вееролистного, Русанова, алмаатинского, полумягкого, *touernefortii* из Архангельска, *pinnatifida* из Чехии, полумягкого из Калининграда всхожесть наблюдалась у семян *clauglasii*, *donglasii*, *pinnatifida*, алмаатинского. Полученные растения боярышника *glauglasii* достигли в открытом грунте в 2006 году высоты 120 см с момента посева семян в 2001 году, как и боярышника *donglasii*, семена которого были высеяны в 2002 году. Растения боярышника *pinnatifida* достигли в 2006 году высоты 60 см (семена были высеяны в 2002 году).

Из 13 образцов семян бузины обыкновенной, камчатской, канадской, чёрной, сибирской, *laevigata* всхожесть не наблюдалась у 4 образцов обыкновенной и образца камчатской. Высаженные растения бузины чёрной из Швеции (семена высеяны в 2001 году) достигли в открытом грунте в 2006 году высоты 130 см, а бузины сибирской из Архангельска – 200 см.

Из 9 образцов семян дёрна 5 видов: *mas* из Чехии и Абхазии, двух образцов *beileyi* из Архангельска, *florida* из Чехии, двух образцов *stolonifera* и двух образцов *tatarica* из Архангельска всхожесть не наблюдалась у семян флоридского и мужского из Чехии. Полученные из семян растения дёрна отпрыскового, татарского из Архангельска в 2006 году достигли в открытом грунте высоты соответственно 60 и 90 см. Татарский дёрн цвёл и образовал плоды.

Хорошую всхожесть дали семена ежевики сизой из Чехии. Полученные растения ежевики в открытом грунте цветут, но плодов не образуют.

В почву теплицы были высеяны семена ирги *alnifolia* из Исландии, *spicata* и *florida* из Архангельска. Всхожесть наблюдалась у

семян из Архангельска. Высаженные в открытый грунт растения ирги колосистой (*spicata*) в открытый грунт в 2006 году достигли высоты 90 см.

Из 18 образцов 15 видов семян жимолости: *xylosteum*, *alpigena*, *nigra*, *caucasica*, *chamissoi*, *stepanta*, *ferdinandii*, *chrysa*, *ramosissima*, *deflexicalyx*, *vebbiana*, *prostrata*, *sibirica*, *alpina*, *altaica* всхожесть наблюдалась у кавказской и *prostrata* из Швеции, Фердинанда из Норвегии, золотистой из Архангельска, алтайской с Украины. Жимолости алтайская и золотистая высажены в открытый грунт. В 2006 году первая достигла высоты 150 см, цвела, образовала плоды голубого цвета.

Дали всхожесть семена жостера слабительного (в открытом грунте высаженное растение жостера достигло высоты 40 см).

Высаженные в открытый грунт растения караганы древовидной достигли высоты в 2006 году 60 и 80 см, караганы *buassi* – 60 см; калины *foetens* из Швеции достигли высоты соответственно 130 см. Проросли из 5 образцов 4 видов семян ольхи семена серой. Полученные из её семян растения в открытом грунте в 2006 году набрали высоту 160 см.

Высаженные в открытый грунт растения облепихи крушиновой растут очень медленно и достигли высоты 20 см. Магония падуболистная, высаженная в открытый грунт, набрала высоту в 2006 году 70 см, а пузыреплодник калинолистный – 110 см. У пузыреплодника наблюдалось цветение и образование семян.

Было высеяно 40 образцов 33 видов розы: мягкая, *pulverulenta*, *pendulina*, якутская из Исландии; *dumalis* из Швеции, Чехии, Финляндии; *villosa*, *dahurica*, *giraldi*, *marginata*, *maretii*, *moyesii*, *nutkana*, *pratta*, *setipoda*, *roxburgii*, *sisula*, *soulieana*, *spaldingii*, *tuscetica*, *rubiginosa*, сизая, гороплодная, *horrida*, *spaldingii*, уссурийская, Вудса, виргинская, горохоплодная, *santi-andrede*, *rugosa* из Швеции; *blanosa* из Архангельска; майская из Финляндии; иглистая из Архангельска и Норвегии; *huntiga* из Памира. Всхожесть наблюдалась у 17 образцов. В открытый грунт были высажены полученные из семян растения 12 образцов: майской (*majalis*), *dumalis* из Финляндии; *soulieana*, *pratta*, *setipoda*, *sisula*, *rugosa*, *dumalis*, сизой, мохнатой из Швеции, иглистой из Архангельска. Высота полученных растений от 90 до 120 см. Все розы цвели и образовали плоды.

Из семи видов высеянных семян сирени: Генри, бархатистой, мохнатой, венгерской, Эмоди из Архангельска; Звегинцева из Норвегии; Вольфа из Калининграда не взошли семена бархатистой и Вольфа. Сирень Звегинцева и мохнатая в открытом грунте набрали высоту 60 и 120 см, а слива *spinosa* – 40 см.

Из 12 образцов девяти видов высеянных семян смородины: альпийской из Финляндии и двух образцов из Архангельска, *villosum* из Памира, гудзонской из Норвегии, *brachteosum*, *stenocarpum*, *laxiflorum* из Исландии двух образцов *altissimum*, золотистой, чёрной из Архангельска всхожесть наблюдалась у чёрной, *laxiflorum*, *villosum*, редкоцветной. Смородины: чёрная, гудзонская, редкоцветная (их высота соответственно 50, 90, 60 см) в открытом грунте цвели, образовали плоды.

В почве теплицы взошли семена шести видов спиреи: японской, двух образцов Бумальда, ниппонской, *virgata*, *salicifolia* из Архангельска, а белой из Швеции всхожести не дали. Полученные растения спиреи дубравколистной и ниппонской в открытом грунте очень красиво цветут и образуют семена.

В почву теплицы были высеяны семена 5 видов яблони: маньчжурская, сливолистная, *Zumi* из Архангельска, *bassata*, *hyperbensis* из Норвегии. Яблони маньчжурская и сливолистная получены из семян, которые поступили из Архангельска, достигли высоты 90 и 150 см.

Из высеянных десяти видов семян рябины: американской, *borbasii*, *kewensis*, *koehneana*, *reducta*, *mougeotii*, *erubescens* из Исландии; обыкновенной из Финляндии; гибридной из Норвегии; кашмирской из Швеции всхожесть наблюдалась у *erubescens*, гибридной, кашмирской. Высаженные в открытый грунт растения рябины гибридной, *cashmeriana* достигли высоты 120, 100 и см.

Рябинник рябинолистный, полученный из семян, достиг высоты 100 см, цветёт и образует плоды.

Из 17 образцов высеянных семян 10 видов кизильника: цельнокрайнего из Исландии и Архангельска; блестящего из Исландии, Норвегии, Архангельска; розового из Исландии; *hissaricus* из Чехии; заострённого из Норвегии и Архангельска; пузырчатого из Норвегии; черноплодного из Чехии, Петрозаводска; Дильса из Норвегии; тёмного из Чехии всхожесть наблюдалась у *hissaricus* из Чехии, заострённого из Норвегии и черноплодного из Архангельска. Последний высажен в открытый грунт. Его высота достигла 120 см, у него наблюдалось цветение, и образовались плоды. У двух других видов произошёл отпад.

Из четырёх образцов трёх видов семян пузыреплодника: калинолистного, промежуточного, трицветкового из Архангельска всхожесть наблюдалась у калинолистного. В открытом грунте кизильник калинолистный достиг высоты 110 см, наблюдалось его цветение и образование семян.

Семена черёмухи виргинской и *grayana* взошли в почве теплицы. Черёмуха виргинская, полученная из семян, достигла высоты 120 см, цвела, образовала плоды.

В почву теплицы были высеяны семена 15 образцов 11 видов клёна: ложно-зибольдова, *spigasavanum* из Швеции; круглолистного из Норвегии; туркестанского из Чехии; ложноплатанового из Чехии и Адыгеи; два образца жёлтого, *barvinerve*, *tataricum*, *ginnala*, *californicum* из Архангельска. Не наблюдалось всхожести у образцов ложноплатанового, круглолистного, *barvinerve*, *negundo*. Растение клёна голого, полученного из семян, поступивших из Норвегии, набрало в открытом грунте высоту 50 см.

При выращивании растений из семян необходимо учитывать их особенности и условия, способствующие их прорастанию. Важным условием для посева семян является способ их обработки. Например,

семена гледичии перед посевом необходимо обдавать кипятком. Намачивание семян в воде перед весенним посевом применится для семян с коротким периодом покоя для набухания их, что способствует более дружному появлению всходов и повышению всхожести. Можно использовать и химические растворы для замачивания семян.

Семена разных растений высеиваются в разные сроки (весной или осенью). Для большинства растений при посеве весной необходимы разные виды стратификации. Продолжительность стратификации различна для разных пород. Даже для одной породы она неодинакова и зависит от сроков сбора семян, их состояния, температурного режима во время стратификации.

Все породы по продолжительности стратификации можно разделить на 4 группы:

1. Семена с очень длительным периодом покоя требуют стратификации с осени (со времени сбора до следующей осени. Сюда относятся все виды кизильника и боярышник однокосточковый).

2. Семена с длительным периодом покоя требуют стратификации с осени (со времени сбора) и до следующей весны. Сюда относятся следующие породы: бересклет, боярышник сибирский, гордовина, граб, дёрен, ирга, калина, клён, крушина, лещина, липа, орех маньчжурский, шиповник и др.

3. Семена с менее длительным периодом покоя можно подготовить за 3 - 4 месяца до весеннего посева. К этой группе относятся: бархат амурский, бирючина, клён остролистный, татарский, гиннала и явор, лох, рябина, яблоня ягодная и лесная, ясень пушистый и др. В течение 1,5 – 2 месяцев стратифицируют семеноклёна ясенелистного, сирени, ясеня зелёного, смородины. Осенние посевы пород этой группы и без стратификации дают хорошие всходы следующей весной.

4. Семена с коротким периодом покоя прорастают в год посева и без стратификации, но появление всходов при этом задерживается, поэтому для получения более ранних всходов, а также повышения грунтовой всхожести их стратифицируют в течение 3 -4 недель. Сюда относится жимолость татарская.

Собранные семена должны правильно храниться, чтобы не потерялась их всхожесть

В результате проведённых наблюдений за выращиванием древесных и кустарниковых растений лиственных пород из семян получены первые результаты, которые показали, что количество лиственных растений, применяемых для озеленения Мурманска, можно увеличить. Установлено, что здесь можно вырастить из семян те растения, которые раньше выращивались только вегетативным путём или не выращивались вообще: берёзу, ольху, боярышник, дёрен, ежевику, иргу, жимолость, бузину, магонию, спирею, смородину, карагану, кизильник, сирень, пузыреплодник, розу, рябину. Проведённые исследования дают возможность убедиться в том, что ассортимент применяемых для

озеленения растений в Мурманске можно увеличить, если учитывать при их выращивании особенности семян и условия, способствующие их прорастанию.

Репродуктивный цикл исландского гребешка

Дубровин Н.С. (МГТУ, кафедра биологии)

Изучение репродуктивного цикла исландского гребешка Святоносского поселения (Баренцево море, побережье Восточного Мурмана) проводилось ежегодно, начиная с начала 90-х годов.

В исследуемые годы первые нерестующие особи обнаруживались в марте-апреле, а нерест последних осуществлялся в июле-августе-начале сентября. Массовый нерест гребешка (подразумевается участие в процессе размножения значительной части половозрелых особей) обыкновенно занимает около 2 месяцев. Время его протекания в разные годы может существенно различаться. В 1990-1993 гг. это были май-июнь; в 1994 г. он ожидался в июне-июле, в 1995 г. – в конце апреля-июне; в 1996 г. массовый нерест завершился в середине июля, в 1997-1998 гг. – в конце июля. В 1999 и 2000 гг. сроки массового нереста, который продолжался соответственно с мая (предположительно со второй декады) по середину июля и с конца апреля по середину июля, были наиболее растянуты во времени. Установлено, что у исландского гребешка в ацинусах яичников одновременно присутствуют ооциты разной степени зрелости. По этой причине вымет происходит не одновременно, а порционно. В период нереста в пробах присутствуют не только впервые нерестящиеся в этом году самки, которые отличаются относительно большой массой и плотностью яичника, но и особи, находящиеся в межпорционной паузе. Для последних характерны небольшая масса и уменьшение плотности яичника.

После окончания нереста в яичнике проходят восстановительные процессы, и начинается новая волна гаметогенеза. У различных особей вымет последней порции зрелых ооцитов происходит неодновременно, поэтому и последующее восстановление также протекает в разные сроки. В районе Святоносского поселения эти процессы наблюдаются преимущественно во второй половине лета-осенью. В сентябре-октябре у большинства самок в гонадах начинается интенсивный гаметогенез. В первой половине этой стадии в ацинусах преобладают пристеночные ооциты. Происходит их пролиферация и постепенный выход в просвет ацинуса. К началу ноября первые этапы интенсивного гаметогенеза обычно регистрируется в яичниках более половины моллюсков. Интенсивный гаметогенез является наиболее длительной стадией развития и может продолжаться по март-апрель. Преднерестовое состояние, переходящее в нерестовую готовность, обычно достигается гребешками в апреле-мае.

В конце зимы-весной, в условиях недостаточной обеспеченности пищей, организм моллюска начинает использовать запасные питательные вещества, накопленные преимущественно в мускуле и других органах, что

сопровождается уменьшением веса мускула и моллюска в целом, приводит к общему истощению организма, а иногда и к его гибели. Половые продукты, развивающиеся в гонадах гребешка (яичниках и семенниках) также при необходимости могут быть использованы моллюсками как источником питания. Так, в яичниках самок в феврале-апреле неоднократно отмечалась резорбция половых клеток, часто принимавшая в марте-начале апреля массовый характер. При этом в яичниках наблюдались группы расположенных рядом ацинусов, в которых резорбции подвергалась большая часть ооцитов, уменьшалась масса яичников и ГСИ. Во второй половине апреля – в мае, в связи с улучшением кормовых условий за счет массового развития фитопланктона и планктона, наблюдалось постепенное затухание резорбции, продолжался рост оставшихся половых клеток и подготовка к нересту.

Пробы для исследования состояния репродуктивной системы самок исландского гребешка собирали в Святоносском поселении (Баренцево море, побережье Восточного Мурмана) в феврале-ноябре 2001г. Для исследований была выбрана центральная часть поселения (квадрат 988), где собрано 467 экземпляров.

В период с конца февраля по начало апреля 2001г. в яичниках самок проходил начальный этап интенсивного гаметогенеза. Созревание половых продуктов происходило медленно, что должно было привести к позднему нересту.

Анализ данных свидетельствует о более позднем, по сравнению с предыдущими годами, созревании яичников. В 2001г. начало нереста можно было ожидать не ранее конца мая-начала июня. В предшествующие годы самки гребешка значительно раньше достигали нерестовой готовности. Так, в конце апреля 1999 г. отнерестились 6 % самок, около 33 % находились в преднерестовой готовности, начало массового нереста ожидалось во второй декаде мая. В 2000 г. нерест начался в конце второй декады апреля, в конце апреля отнерестились около 30 % самок.

Окончание массового нереста гребешка было зарегистрировано нами в начале августа 2001 г. К этому моменту полностью отнерестились 70 % самок, остальные находились в завершающей стадии.

В период от середины июля к середине августа в яичниках происходили обычные для этого времени года процессы. У большей части особей, закончивших нерест, в яичниках наблюдалось восстановление и начальные этапы созревания, остальные находились в межпорционной паузе и готовились к завершению нереста. В конце второй декады августа последние составляли всего 26 % от общей численности исследованных самок.

К концу ноября состояние яичников также было обычным для этого времени года: наблюдалось развитие половых продуктов. К этому моменту большая часть самок (65 %), завершив восстановление яичников, сопровождавшееся новой волной гаметогенеза, приступило к интенсивному гаметогенезу.

Таким образом, было установлено, что развитие яичников гребешка в 2001 г. в целом соответствовало литературным данным о годовом цикле их развития в Святоносском поселении. Вместе с тем нами выявлены некоторые особенности репродуктивного цикла гребешка в 2001 г., касающиеся сроков возможного начала и фактического завершения массового нереста. Так, в зимне-весенний период 2001 г. развитие половых продуктов происходило медленнее, чем в предыдущие годы (1999 и 2000), что должно было привести к более позднему нересту. Начало нереста в 2001 г. ожидалось, по состоянию яичников, не ранее конца мая-начала июня 2001 г., тогда как в 2000 г. его начало зарегистрировано в конце апреля, а в 1999 г. – ожидалось во второй декаде мая. Окончание массового нереста гребешка было зарегистрировано нами в начале августа 2001 г. – на две недели позднее, чем в 1999 и 2000 гг.

Биоэкономический мониторинг промысловых районов северо-восточной Атлантики. Состояние и перспективы

Жук В.А. (г. Мурманск, ООО "Морское информационное агентство",
e-mail: zhuk-v@mail.ru)

Strategic problem - increase in trade efforts due to the open areas of the World ocean and zones of the trade states. Efficient control fleet should be based on constant bioeconomic monitoring. NEA – nature-commercial range for rational operation of bioresearches. It is offered to develop a subsystem of diagnostics of a condition of a craft and to include in system monitoring of fishery, providing a basis of rational operation marine bioresearches on a long-term basis.

В настоящее время одной из стратегических задач, стоящих перед рыбной промышленностью России, является задача снижения промысловых усилий в российской экономической зоне и увеличение их за счет открытых районов Мирового океана и зон иностранных государств. Это позволит более рационально использовать сырьевые ресурсы, укрепить позиции страны в международном рыболовстве и, в целом, повысить ее экономическую и продовольственную безопасность.

В этом плане сырьевые ресурсы Северо-Восточной Атлантики (СВА), одного из самых продуктивных районов Мирового океана, позволяют организовать и вести практически круглогодичный промысел массовых пелагических рыб (путассу, скумбрия, сельдь, окунь, мойва) значительным по численности крупнотоннажным флотом. При этом очевидно, что эффективное управление таким флотом должно базироваться на постоянном океанологическом, рыбохозяйственном и экономическом мониторинге и вырабатываемых на его основе разномасштабных прогнозах районов и сроков образования, перемещения и распада промысловых скоплений, а также на экономических оценках рыбохозяйственной деятельности. Более того, регион СВА, являясь ближайшим важнейшим районом промысла для флотов Северного и Западного бассейнов, представляет собой природохозяйственный полигон или модель для наработки опыта рациональной (оптимальной) эксплуатации промысловых запасов на многолетней основе.

В тоже время, если говорить о морских экосистемах на языке экономики, то они вместе с обитающими в них гидробионтами и возможностью оказывать другие экологические услуги (сохранение биоразнообразия и генетической библиотеки, регенерация разного рода загрязнений, влияние на климат и т.п.) представляют своего рода капитальный вклад, дарованный природой, который, как любой капитал, при желании можно выразить в денежной форме. Доходы в виде процентов от этого вклада, т.е. рыбопромысловая рента, а также

разнообразные социальные и экологические выгоды, выражаемые в иных критериях, нежели рента, будут поступать до тех пор, пока есть, сам вклад.

От адекватной оценки природного капитала, используемого на рыбных промыслах, во многом зависит решение проблем, связанных с устойчивостью рыболовства. Причем, эта задача актуальна даже не столько с позиций выявления текущего рентного дохода на промыслах, что само по себе, безусловно, важно, сколько с позиций наличия насущной потребности создания действенного экономического механизма для защиты гидробионтов в условиях комплексного природопользования.

В последние годы быстро растут объемы добычи и перевозок углеводородов и другие виды деятельности в арктических и дальневосточных морях, нанося огромную потенциальную угрозу живым ресурсам гидросферы. Поэтому практика требует более совершенных подходов к методам оценки ущерба, наносимого гидробионтам от антропогенных воздействий. Они должны включать не только денежное измерение прямого воздействия промысла на уровень запасов биоресурсов, но и стоимостную оценку множества услуг, предоставляемых морскими экосистемами. Поэтому при комплексном природопользовании правильнее говорить не об управлении рыболовством, а об интегрированном управлении морскими экосистемами, одной из функций которого должна стать стоимостная (экономическая, денежная) оценка морских биоресурсов как природного капитала на основе биоэкономического мониторинга.

Результаты ряда НИР, проведенных в последние годы научно-исследовательскими организациями Северного бассейна, позволили сформулировать экономически значимые задачи и обосновать необходимость построения и эксплуатации системы биоэкономического мониторинга промысловой деятельности судов, основой которой является непрерывная диагностика океанологических процессов, биологических характеристик морских экосистем, промысловых, производственных и экономических показателей деятельности промысловых судов.

Полученные результаты являются основанием для разработки и совершенствования необходимых средств поддержки управленческих решений на промысле и развития самой системы биоэкономического мониторинга рыболовства.

В первую очередь необходимо разработать и внедрить единый стандарт судовых отчетов, расширив состав используемой системы ведения нормативно-справочной информации. Также необходимо актуализировать конкретно для каждого из типов судов нормы, нормативы и справочники, достаточные для расчета требуемых экономических показателей и оценок по заданным алгоритмам или методике на бассейновом и отраслевом уровне.

Проведенный комплекс предложенных мероприятий позволит в ближайшей перспективе разработать подсистему оперативной диагностики экономического состояния промысла и включить ее в состав действующей в отрасли системы мониторинга рыболовства, обеспечивая тем самым основу рациональной эксплуатации морских биоресурсов на долгосрочной основе.

Эпизоотическая ситуация некоторых рыбохозяйственных водоемов Мурманской области

Головкина О.А. (Мурманская областная станция по борьбе с болезнями животных); **Калинина Н.Р.** (Управление Россельхознадзора по Мурманской области)

Abstract. Now there are natural centers inner diseases of fishes in fish reservoirs of Murmansk area. The epizootical condition of fish-breeding facilities testifies about epizootical situations of a corresponding reservoir. The state veterinary service carries out supervision for the enterprise-importer in case of import of a landing material for the purposes aquaculture.

Эпизоотическая обстановка, сложившаяся в водоемах Мурманской области, контролируется Комитетом по ветеринарии и охране животного мира Мурманской области. Многолетними наблюдениями за рыбохозяйственными водоемами, рыбоводными заводами по воспроизводству атлантического лосося и хозяйствами по товарному выращиванию рыбы выявлены и существуют в настоящее время природные очаги инвазионных заболеваний рыб: на Верхнетуломском и Нижнетуломском водохранилищах - костииоз, дифиллоботриоз, на реке Умба – костииоз, хлоромиксоз, на озере Имандра – дискокотилез, гиродактилез.

Все предприятия, осуществляющие деятельность в области рыбоводства, используют воду естественных водоемов и эпизоотическое состояние рыбоводных хозяйств опосредованно свидетельствует об эпизоотической ситуации соответствующего водоема.

В случае ввоза посадочного материала для целей аквакультуры, государственная ветеринарная служба осуществляет надзор за предприятием- импортером в соответствии с действующим законодательством. Так, в ноябре 2006г. при проведении ветеринарно-санитарного обследования Верхнетуломского рыбоводного завода (ООО «Северный Форпост») выявлен сверхнормативный отход личинки из икры, завезенной из Адлерского форелевого хозяйства в октябре 2006 г.

В лаборатории ихтиопатологии ВИЭВ им. Я.Р. Коваленко были проведены вирусологические, бактериологические и микологические исследования личинки радужной форели. Результаты исследований по выявлению возбудителей особо опасных и карантинируемых болезней лососевых рыб - отрицательные.

В апреле 2006 г. при проведении ветеринарно-санитарного и эпизоотологического обследования на Тайбольском рыбоводном заводе сеголетки кольской популяции погибали с признаками инфекционного заболевания в латентной форме.

При клиническом обследовании выявлено: реакция на внешние раздражители заторможена, кожные покровы светло-серого цвета, асцит, экзофтальмия.

Вирусологические и бактериологические исследования, рекомендованные актом ветеринарной службы, ФГУ «Мурманрыбвод» не проведены. Этиология заболевания не установлена.

Обнаружение паразитов следует рассматривать как паразитоносительство, так как ни в одном случае не было клинического проявления заболеваний ни на заводах, ни в естественных водоемах. Паразитоносительство экономического ущерба не наносит.

В 2006 году у производителей семги, отсаженных для целей воспроизводства на рыбоводных заводах, клинических признаков папилломатоза не зарегистрировано.

Однако, в общих партиях взрослых особей атлантического лосося, содержащихся в садке на рыбоучетном заграждении реки Кола, были обнаружены особи с клиническими признаками папилломатоза, также зарегистрированы особи с повреждениями травматического характера (потертости до обнажения мышечной ткани). При этом видимых патологических изменений внутренних органов не обнаружено.

У производителей семги, осмотренных на РУЗе реки Кола, обнаружены поражения травматического происхождения, следы крючков, побитости.

В октябре 2006 г. было проведено плановое ихтиопатологическое обследование семги, отлавливаемой и используемой на лососевых заводах ФГУ «Мурманрыбвод» для воспроизводства природных запасов. Целью обследования была предварительная оценка эпизоотической ситуации по инфекционным заболеваниям у производителей трех популяций семги – кольской, титовской и умбской. Исследования проводились в лаборатории ихтиопатологии ФГУП «ВНИИИПРХ». Исследования проводились в отношении возбудителей вирусных заболеваний лососевых видов рыб, включая вирус инфекционного некроза гемопоэтической ткани (IHN), вирусной геморрагической септицемии (VHS), инфекционного некроза поджелудочной железы (IPN), инфекционной анемии атлантического лосося (ISA) и другие. В результате исследования вирусных цитопатогенных агентов не обнаружено.

Паразитологическая ситуация на рыбоводных предприятиях
Мурманской области в 2006 г.

п/п	Рыбоводное хозяйство /объект выращивания /рыбохозяйственный водоем	Случаи выявления возбудителей заболеваний рыб										
		Апиезом	Хлормикс	Трихофри	Ихтиофт	Триходино	Дермоцист	Диплостом	Ихтиококти	Гиродактилез	Эвбогри	Крустаце
	Умбский рыбоводный завод /атлантический лосось/р. Умба											
	Кандалакшский рыбоводный завод /атлантический лосось/р. Нива											
	Княжегубский рыбоводный завод /атлантический лосось/Жемчужные озера											
	Тайбольский рыбоводный завод/атлантический лосось/река Кола											
	Верхнетуломская рыботоварная ферма, ООО «Северный Форпост» /радужная форель								Gyrodactylus lavareti - не патогенный вид для молоди атлантического лосося			

	/Нижнетуло мское водохранилище											
	РУЗ на реке Титовка											
	РУЗ на реке Кола											
	Морская садковая ферма ООО «Гиганте Печенга», губа Печенга, Баренцево море/лосось											

Карантирование рыбоводных предприятий

В 2006 г. статус карантинного рыбоводного хозяйства присваивался двум пред-приятиям. В октябре 2006 г. на морскую товарную ферму предприятия

ООО «Гиганте Печенга» из Норвегии было завезено 100 000 шт. провакцинированного смолта атлантического лосося для дальнейшего доращивания. Лабораторией ихтиопатологии ВИЭВ им. Я.Р. Коваленко были проведены вирусологические и бактериологи-ческие исследования завезенного смолта. Результаты исследований по выявлению возбудителей особо опасных и карантинируемых болезней лососевых рыб отрицательные; гибели рыбы и каких-либо отклонений в ее состоянии и поведении зарегистрировано не было. В апреле 2006 г. на Верхнетуломский рыбоводный завод ООО «Северный Фор-пост»: из Финляндии была завезена оплодотворенная икра радужной форели. В лабора-тории ихтиопатологии ВИЭВ им. Я.Р. Коваленко были проведены вирусологические и бактериологические исследования завезенной икры и полученной из нее личинки ра-дужной форели. Результаты исследований по выявлению возбудителей особо опасных и карантинируемых болезней лососевых рыб отрицательные. Статус карантинного ры-боводного хозяйства был снят досрочно, в связи с рекомендациями ВИЭВ и благополу-чной эпизоотической обстановкой на заводе.

Оценка современного состояния популяций мидий тюва губы Баренцева моря

Кравец П.П. (МГТУ, кафедра биологии)

One of the species with the greatest potential for the cultivation in the Barents Sea is the bivalve mollusc (*Mytilus edulis*). This is due to the fact that mussels are suspension feeders. By feeding mainly on phytoplankton, mussels are primary consumers. For this we research measured-mass features, as well as biomass and productivity natural mussel's settling for finding a most favorable places for installation farming facilities.

Введение.

Двустворчатый моллюск *Mytilus edulis* - массовый вид прибрежного бентоса. Мидии питаются непосредственно фитопланктоном, бактериями, детритом. Являясь фильтраторами, они имеют короткие пищевые цепи и способны производить на единицу площади большее количество белка, чем другие виды с более высокими трофическими уровнями. В летние и осенние месяцы моллюском усваивается около 20-30% от всего профильтрованного им органического вещества.

Мидия является перспективным объектом культивирования в прибрежной зоне Баренцева моря. Для этого важно исследовать размерно-массовые характеристики, а также биомассу и продуктивность естественных поселений мидии.

Целью исследования является изучение размерно-массового состава, структуры, плотности и биомассы поселения мидии Тюва губы Баренцева моря.

Материал и методы исследования.

Для проведения исследования использовались мидии *Mytilus edulis* собранные с литорали северного берега губы Тюва Баренцева моря.

Пробы отбирались с трех горизонтов литорали рамкой площадью $0,25\text{ м}^2$ (50x50 см) в куту, середине и устье каждой губы. Пробу мидий взвешивали и просчитывали. Далее взвесив целого моллюска, измеряли длину раковины штангенциркулем, затем аккуратно раскрывали раковину, для чего вставляют между створками скальпель и разрезают мускул-замыкатель. Из открытой раковины тщательно извлекают все тело моллюска (мясо), причем надрезают мантию, чтобы вытекла заключенная в ней жидкость. Выделенное мясо и створки раковины обсушивают фильтровальной бумагой и по отдельности взвешивают. По разности между массой целого моллюска и суммой массы мяса и створок раковины нашли массу заключенной в раковине жидкости (полостная жидкость).

Результаты и обсуждение.

При проведении научно-исследовательских работ были собраны статистические материалы, позволяющие сделать анализ поселения мидии Тюва губы Баренцева моря (таблица 1):

Из представленных данных видно, что в устье мидии обладают наибольшей плотностью и биомассой. Поскольку в данной части губы интенсивный водообмен который способствует процессам самоочищения и притоку биогенов. Так же это вероятно связано с каменистым типом литорали, что обуславливает большую площадь поверхности на проекции 1 м^2

По мере продвижения к куту губы берег понижается, осушная зона становится более отлогой, каменистые грунта сменяются гравийными, а потом илисто-песчаными. Литораль кутовой части губы представляет собой обширную илисто-песчаную отмель, что обуславливает наименьшую плотность и биомассу из-за недостатка субстрата для прикрепления мидий.

Таблица 1.

Средние значения численности и общей массы мидии Тюва губы Баренцева моря

Название губы	КУТ		СЕРЕДИНА	
	Плотность, экз./ м^2	Биомасса, г / м^2	Плотность, экз./ м^2	Биомасса, г / м^2
Тюва	210	406	308	688,9

Таблица 2.

Средние значения размерно-массовой структуры поселения мидии Тюва губы Баренцева моря

Название губы	КУТ			СЕРЕДИНА		
	L, см	m (мол.), г	m (мяса), г	L, см	m (мол.), г	m (мяса), г
Тюва	$3,53 \pm 0,39$	$3,83 \pm 0,42$	$1,06 \pm 0,37$	$3,03 \pm 0,28$	$3,39 \pm 0,77$	

По данным, представленным в таблице 2, можно утверждать, что средняя длина раковины у мидий в куту и устье практически одинакова. Однако что касается средней массы моллюска и выхода мяса мидии из устья превосходят всех остальных.

Выводы. По полученным результатам исследования размерно-массовой структуры, плотности и биомассы можно сделать выводы:

Наибольшей плотностью и биомассой обладают мидии из устьевой части.

Длина раковины у мидий в куту и устье практически одинакова.

Мидии из устья имеют большую массу и выход сырого мяса, чем из остальных частей губы.

Пространственно-временная динамика генетической структуры приишимских популяций узкочерепной полёвки (*Microtus gregalis* Pall)

Левых А.Ю. (г. Ишим, ГОУ ВПО «Ишимский государственный педагогический институт имени П.П. Ершова, кафедра биологии и методики её преподавания, e-mail: wedernikowa@mail.ru)

The allozyme polymorphism in three populational groups of *Microtus gregalis* from the north Ishim forest-steppe has been studied. It is shown that temporary changes of the genetic structure of all studied populational groups are characterized by only the dynamics of the frequencies of the allelen of the individual albuminous loci without exceeding the intrapopulational level, and the special genetic differentiation reaches the interpopulational level.

Согласно синтетической теории эволюции элементарным эволюционным явлением является длительное, необратимое и векторизированное изменение генетической структуры популяции (Яблоков, Юсуфов, 1998 и др.). В настоящее время, когда человеческая деятельность приобрела характер глобального процесса, качественно и быстро в эволюционном масштабе времени преобразующего экосистемы Земли (Большаков и др., 2001), для понимания механизмов адаптации отдельных видов, их популяций и сообществ представляется актуальным изучение различных аспектов популяционной структуры разных видов организмов.

Несмотря на то, что со времени открытия и внедрения электрофоретического метода в популяционной биологии накоплено достаточно сведений о динамике генетической структуры популяций разных групп организмов (Кирпичников, 1987; Айала, Кайгер, 1988; Голубцов, 1988 и мн. др.), для организации эффективной системы регионального экологического мониторинга необходимы данные о хронографической и хорологической изменчивости генетической структуры популяций разных видов на каждой конкретной территории.

Целью данной работы является анализ пространственно-временной динамики генетической структуры популяций узкочерепной полёвки (*Microtus (Stenocranius) gregalis* Pall), распространённой в естественных и трансформированных открытых ландшафтах Приишимья.

Сбор материала осуществляли в полевые сезоны 1997-1999 годов на юге Тюменской области: в окр.д. Синицино Ишимского района, окр.г. Ишима, и окр.д. Журавли Омутинского района. Первые два района исследования расположены на расстоянии 16 км друг от друга, а третий удалён от них на 170 км. В окр. д. Синицино и окр.д. Журавли отлов животных производили в сходных пойменных биотопах. Зверьков отлавливали методом массового неизбирательного отлова ловушками

Геро. За период исследования отработано 10143 ловушко/суток и отловлены 284 узкочерепные полевки.

Все анализируемые популяционные группы являются циклическими. В синицинской и журавлевской локальных группах относительная плотность изменяется синхронно, хотя с разной амплитудой: в 1997 году отмечен спад, в 1998 году – депрессия, в 1999 году – подъем. В ишимской микропопуляции с 1997 г. по 1999 г. наблюдался постепенный рост численности. За период исследования среднегодовое значение относительного обилия в синицинской популяционной группе составило $1,28 \pm 0,47$ особ./100 лов.-сут., в ишимской – $4,63 \pm 1,96$./ особ 100 лов.-сут., в журавлевской – $5,63 \pm 0,59$ особ 100 лов.-сут.

На кафедре экологии и генетики Тюменского государственного университета к.б.н., доцентом О.Н. Жигилевой методом вертикального электрофореза в 7,5% полиакриламидном геле проведен анализ полиморфных белковых локусов: эстераз мышц (Est-м), эстераз сыворотки крови (Est), миогенов (My), НАД-зависимой малатдегидрогеназы (Mdh), альбумина (Alb), гемоглобина (Hb), супероксиддисмутазы (Sod), лактатдегидрогеназы (Ldh) (Маурер, 1971; Трувеллер, Нефедов, 1974; Корочкин и др., 1977). По каждому локусу подсчитывали частоты различных аллелей, оценивали гетерозиготность по отдельным локусам и мультилокусную гетерозиготность. Достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента (Лакин, 1973). Для оценки степени межгрупповых различий рассчитывали значения генетического сходства и расстояния по Нею (Айала, Кайгер, 1988).

В выборках разных лет выявлены в основном количественные изменения параметров белкового полиморфизма. В ишимской микропопуляции в 1999 году отмечено значимое уменьшение частоты аллеля А ($t=2,95$, при $P \leq 0,01$) локуса Est-м2 и частоты аллеля А1 ($t=5,5$, при $P \leq 0,001$) локуса Mdh. Ишимская выборка 1999 года высоко достоверно отличается от выборки 1998 года более низкой гетерозиготностью по локусу Mdh ($t=6,0$, при $P \leq 0,001$). В журавлевской локальной группе в 1999 году происходит значимое увеличение частоты аллелей В ($t=2,38$, при $P \leq 0,05$) локуса Est-м1 и аллелей А1 ($t=2,06$, при $P \leq 0,05$), А2 ($t=2,11$, при $P \leq 0,05$) локуса Mdh, а также значимое уменьшение частоты аллелей С ($t=2,13$, при $P \leq 0,05$) локуса Est-м1, В2 ($t=4,5$, при $P \leq 0,001$) локуса Mdh и снижение в два раза гетерозиготности по локусу Mdh ($t=4,2$, при $P \leq 0,001$). Таким образом, у узкочерепной полевки на фазе роста численности популяций в разных частях видового ареала происходит снижение гетерозиготности по локусу Mdh, что может быть обусловлено дрейфом генов на фазе низкой численности популяций в 1998 году. В синицинской локальности подобные изменения не обнаружены, возможно, потому, что в окр.д. Синицино узкочерепная полевка занимает «нетипичные» для нее и более разнообразные биотопы, выживание в которых во все сезоны способствует поддержанию гетерозиготности на довольно высоком уровне.

В синицинской микропопуляции выборка 1999 года характеризуется достоверно более высокой частотой аллеля A2 ($t=2,72$, при $P \leq 0,01$) локуса Mdh и появлением аллелей D ($t=3,24$, при $P \leq 0,01$) локуса Est-m2 и B1 ($t=5,6$, при $P \leq 0,001$) локуса Mdh.

Появление «редких» аллелей D локуса Est-m2 и B1 локуса Mdh, вероятно, связано не только с увеличением частоты «минорных» аллелей в популяции на фазе подъема численности, а и с увеличением объема анализируемой выборки. В нашем исследовании из-за низкой численности мелких млекопитающих в 1998 году объем анализируемых выборок не превышает 21 особи. По Л.А.Животовскому (1991) минимальный объем выборки, в которой с вероятностью 0,95 присутствуют все аллели, с частотой 0,10 равен 52, а минимальный объем выборки, в которой с той же вероятностью присутствуют все аллели с частотой 0,04 равен 152.

Мы проанализировали динамику частот аллелей и гетерозиготности в ряду поколений, сравнивая выборки, состоящие из зверьков разных поколений (сеголетки и зимовавшие в выборке одного года, или сеголетки разных лет) и внутри одного поколения, сопоставляя выборки прибылых зверьков 1998 года и зимовавших животных 1999 года.

Зимовавшие самки в выборке 1999 года из ишимской локальности значимо отличаются от молодых самок более низкими частотами аллелей B1 ($t=2,95$, при $P \leq 0,05$) локуса Mdh1 и B1 локуса Mdh2 ($t=2,65$, при $P \leq 0,05$), а также более высокой частотой аллеля B2 ($t=2,65$, при $P \leq 0,05$) локуса Mdh2. В этой же выборке взрослые самцы достоверно отличаются от молодых более низкими частотами аллелей A ($t=2,26$, при $P \leq 0,05$) локуса Est-m1 и B1 ($t=2,53$, при $P \leq 0,05$) локуса Mdh1; более высокими частотами аллелей B ($t=3,24$, при $P \leq 0,05$) локуса Est-m1, A2 ($t=2,61$, при $P \leq 0,05$) локуса Mdh1, и пониженной гетерозиготностью по локусу Est-m1 ($t=2,29$, при $P \leq 0,05$; $He_c=0,55 \pm 0,11$, $He_3=0,18 \pm 0,12$).

Поскольку в хронографической изменчивости частот аллелей у самок и самцов проявились некоторые общие тенденции, мы сравнили между собой объединённые по полу выборки зимовавших и прибылых полёвок. При этом выявили достоверное увеличение в выборке зимовавших зверьков частот аллелей B локуса Est-m1, A2 локуса Mdh1, B2 локуса Mdh2 и снижение частот аллелей B1 локуса Mdh1 и B1 локуса Mdh2.

В наших исследованиях практически не подтвердились выводы о повышении уровня гетерозиготности особей в старших возрастных классах (Keith, Tamarin, 1981).

В целом хронографические изменения генетической структуры изученных популяционных групп *Microtus (Stenocranius) gregalis* довольно существенны.

Для анализа пространственной динамики генетической структуры мы сравнили выборки из разных районов исследования. Сравнение синицинской выборки с другими проводили только по трем локусам из-за отсутствия или недостатка материала по остальным локусам, сравнение

журавлевской и ишимской выборок производили по восьми локусам. Смежные синицинская и ишимская выборки значительно различаются по двум локусам из трех анализируемых. Между ними отмечены различия по частотам аллелей А ($t=3,53$, при $P \leq 0,001$), В ($t=4,6$, при $P \leq 0,001$) локуса эстеразы мышц *Est1*, аллелей А1 ($t=2,34$, при $P \leq 0,05$), В1 ($t=2,73$, при $P \leq 0,01$) локуса *Mdh1* и гетерозиготности по локусу *Mdh1* ($t=4,35$, при $P \leq 0,001$). Гетерозиготность по этому локусу в синицинской выборке приближается к единице ($H=0,98 \pm 0,02$) и значительно превышает значение таковой в ишимской выборке ($H=0,75 \pm 0,04$). В синицинской выборке по сравнению с ишимской наблюдается тенденция к увеличению гетерозиготности по всем локусам, но достоверных различий по мультилокусной гетерозиготности между этими группами зверьков не обнаружено.

Различия между синицинской и журавлевской выборками зверьков примерно такого же порядка и касаются частот аллелей А ($t=2,43$, при $P \leq 0,05$), D ($t=2,72$, при $P \leq 0,01$) локуса эстеразы мышц *Est-m2* и гетерозиготности по локусам эстеразы мышц *Est-m2* ($t=2,02$, при $P \leq 0,05$) и *Mdh1* ($t=2,81$, при $P \leq 0,01$). Синицинская выборка характеризуется более высокой гетерозиготностью: по локусу *Est-m2* $H_c = 0,60 \pm 0,08$, $H_{ж} = 0,33 \pm 0,10$; по локусу *Mdh1* $H_c = 0,98 \pm 0,02$, $H_{ж} = 0,78 \pm 0,06$.

Между ишимской и журавлевской выборками полевков значимые различия отмечены по пяти локусам из восьми анализируемых, они касаются частот аллелей В ($t=3,15$, при $P \leq 0,01$), С ($t=2,24$, при $P \leq 0,05$) локуса эстеразы мышц *Est-m1*, аллеля В ($t=2,53$, при $P \leq 0,05$) локуса эстеразы мышц *Est-m2*, аллелей А1 ($t=3,32$, при $P \leq 0,01$), В1 ($t=3,07$, при $P \leq 0,01$) локуса *Mdh1*, аллелей 1,7 ($t=2,65$, при $P \leq 0,05$) и 1,8 ($t=3,62$, при $P \leq 0,001$) локуса гемоглобина *Hb*, аллелей 3,7 ($t=2,34$, при $P \leq 0,05$) и 4,1 ($t=3,16$, при $P \leq 0,01$) локуса альбумина *Alb*. Журавлевская выборка характеризуется также более низкой гетерозиготностью по локусам эстеразы мышц *Est-m2* ($t=2,23$, при $P \leq 0,05$; $H_{ж} = 0,33 \pm 0,10$, $H_{и} = 0,59 \pm 0,05$) и эстеразы сыворотки крови *Est2* ($t=2,34$, при $P \leq 0,05$; $H_{ж} = 0$, $H_{и} = 0,27 \pm 0,11$)

Основываясь на том, что уровень генетических различий между смежными и удаленными популяционными группами узкочерепной полевки примерно одинаковый, можно предположить, что обитание в контрастных биотопах приводит к не менее значительной дифференциации популяций, чем изоляция расстоянием.

Повышение гетерозиготности в выборке из синицинской локальности может быть связано либо с преимуществом гетерозиготных особей в пессимальных для данного вида биотопах, либо повышением общего уровня генетической изменчивости в «необычных» для вида условиях среды, которые можно охарактеризовать как «условия экологического стресса» (Имашева, 1999).

Значения генетического сходства для всех пар выборок узкочерепной полевки гораздо ниже (С-И – 0,913; С-Ж – 0,907; И-Ж – 0,879), а генетического расстояния выше (С-И – 0,091; С-Ж – 0,097; И-Ж –

0,130) таковых, определенных другими авторами для популяционного уровня (Айала, Кайгер, 1988; Кайданов, 1996), они эквивалентны значениям, определенным С.В.Межжериным с соавторами (1993) для подвидов рода *Microtus*.

Учитывая дискретность ареала узкочерепной полевки на территории Тюменской области (Огнев, 1950; Гашев, 2000) и особенности географического распространения подвидов, можно утверждать, что все исследуемые нами микропопуляции этого вида относятся к одному подвиду - *M. gregalis gregalis*. Сопоставление генетических дистанций с фенотипическими, анализ экологической структуры и динамики численности изученных популяционных групп позволяет сделать вывод, что они относятся к разным генеральным совокупностям.

Таким образом, приишимские популяции узкочерепной полевки характеризуются достаточно сложной генетической структурой, динамично изменяющейся во времени и пространстве.

Список литературы

1. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика: В 3-х т. Т.3. - М.: Мир, 1988. - 335 с.
2. Большаков В.Н., Пястолова О.А., Вершинин В.Л. Специфика формирования видовых сообществ животных в техногенных и урбанизированных ландшафтах // Экология. - 2001. - №5. - С.343 – 354.
3. Гашев С.Н. Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области). - Тюмень: Изд-во ТГУ, 2000. - 220 с.
4. Голубцов А.С. Внутрипопуляционная изменчивость животных и белковый полиморфизм. - М.: Наука, 1988. - 168 с.
5. Имашева А.Г. Стрессовые условия среды и генетическая изменчивость в популяциях животных // Генетика. - 1999. - Т.35. - №4. - С.421-431.
6. Корочкин Л.И., Серов О.Л., Пудовкин А.И. и др. Генетика изоферментов. - М.: Наука, 1977. - 275 с.
7. Кайданов Л.З. Генетика популяций. - М.: Высшая школа, 1996. - 320 с.
8. Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб. - Л.: Наука, 1987. - 520 с.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1974. – 343 с.
10. Межжерин С.В., Зыков А.Е., Морозов-Леонов С.Ю. Биохимическая изменчивость и генетическая дивергенция полевок *Arvicolidae* Палеарктики. Серые полевки *Microtus Schrank*, 1978, снеговые полевки *Chionomys Miller*, 1908, водяные полевки *Arvicola Lacedpede*, 1799 // Генетика. - 1993. - Т.29. - №1. - С. 28-41.
11. Маурер М. Диск-электрофорез. - М.: Мир, 1971.
12. Огнев С.И. Звери СССР и прилежащих стран (Звери Восточной и Северной Азии). М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. - Т.7. - 721 с.

13. Трувеллер К.А., Нефедов Г.Н. Многоцелевой прибор для вертикального электрофореза в параллельных пластинах полиакриламидного геля // Науч. докл. высш. шк. биол. науки. - 1974. - Т.9. - №129. - С.137-140.

Яблоков А.В., Юсуфов А.Г. Эволюционное учение. М.: Высшая школа, 1998. - 335с.

Keith T.P., Tamarin R.H. Genetic and demographic differences between dispersers and residents in cycling and noncycling vole populations // Ibid. - 1981. - V.62. - №4. - P. 713-725.

Влияние солености на *Fucus vesiculosus* L. Баренцева моря

Малавенда С.В. (ММБИ КНЦ РАН)

Fucus vesiculosus L. (Phaeophyta) – многолетний макрофит, играющий огромную роль в функционировании прибрежных сообществ и имеющий промысловое значение. Ареал вида охватывает Атлантический океан и атлантический сектор Арктики. Его широкое распространение связано с эвритермностью, эвригалинностью и устойчивостью к высушиванию и замерзанию. В Баренцевом море *F. vesiculosus* произрастает на верхнем и среднем горизонтах литорали, как на открытом побережье, так и в заливах.

В данной работе изучалась толерантность *F. vesiculosus* Баренцева моря к солености, а также структура популяции *F. vesiculosus* Мурмана из мест, отличающихся соленостными и гидродинамическими режимами.

Методы

Толерантность *F. vesiculosus* исследовалась на апикальных элементах слоевищ 5-7 ветвлений в ходе культивирования в контролируемых условиях. Состояние образцов оценивалось по интенсивности фотосинтеза и дыхания (концентрацию растворенного кислорода определяли методом Винклера). О реакции образцов на длительное воздействие определенных условий судили по скорости роста. Измерялись длина, масса, площадь и содержание сухого вещества. Эксперименты проводились в условиях термостатируемого помещения при температуре 8-9 °С, освещенности около 10 Вт/м². Смена воды осуществлялась раз в сутки (кроме опыта с переменной соленостью). Применялись варианты солености от 2 до 45 ‰, контроль – 34 ‰. В опытах по определению влияния переменной солености на скорость роста смена воды производилась каждые 6 часов по схеме: 5/34, 15/34 и 25/34‰. Контроль содержался в морской воде с соленостью 34‰. Все эксперименты проводились как в статичной среде, так и при воздушной барботации. Скорость роста рассчитывали по формуле $GR = \Delta x / \Delta t$, где x – измеряемый параметр, t – время (Кузнецов, Шошина, 2003).

Структура популяции исследовалась в губах Ярнышная, Дальнезеленецкая и Печенга. Вдоль заливов закладывалось по 3-4 пробные площадки, с каждой из которых Отбиралось по 3-4 пробы с площади 0.25 м². Описывалось проективное покрытие. Рассчитывалась плотность популяции (биомасса и численность *F. vesiculosus* на м²). Измерялась длина и масса талломов (Руководство, 1980). В качестве возрастного признака использовалось количество дихотомических ветвлений, возраст оценивали по формуле $n/2$, где N – возраст, лет; n – количество ветвлений (Максимова, 1980). Определяли средний возраст на пробной площадке, выживаемость, средняя длина и масса в каждой возрастной группе, соотношение полов.

Результаты

1. Толерантность к солености *F. vesiculosus*

Исследование скорости роста F. vesiculosus при постоянной солености

Морские местообитания - Мыс Пробный, бухта Оскара губы Дальнезеленецкая

При пониженной солености (1.7-8.5‰) наблюдался интенсивный рост в первую неделю, и его последующий спад. Содержание сухого вещества за время эксперимента снизилось. У апикальных элементов, содержащихся при 17-34 ‰, на всем протяжении эксперимента увеличивались как линейные размеры, так и масса, наибольшая скорость роста была отмечена при 17-25 ‰. Содержание сухого вещества не изменилось. При повышенной солености (45 ‰) содержание сухого вещества увеличилось, но роста массы, длины и площади образцов не происходило. Таким образом, условия 2-8 ‰ являются гипотоничными, а 45 ‰ – гипертоничными.

Солоноватоводное местообитание - Бобровый ручей, губа Ярнышная.

При солености 25.5‰ и выше для апексов из бухты Бобровой отмечены реакции, сходные с таковыми у водорослей из других местообитаний при повышенной солености. А именно снижение массы в первую неделю опыта при постоянной площади. Затем восстановление массы к концу второй недели и последующее ее постепенное уменьшение. Относительный прирост сухого вещества у водорослей, содержащихся при 34‰, составил 21%, а при 42.5‰ – 10.6%. При культивации в разбавленных средах содержание сухого вещества уменьшилось. При 1.7‰ – на 28%, при 8.5‰ – на 2.4%, при 25.5‰ – на 12%. У апексов, культивировавшихся при 17‰, содержание сухого вещества не изменилось.

Исследование скорости роста F. vesiculosus при переменной солености

Наибольшее увеличение массы апикальных элементов отмечено при режиме 33-15 ‰ на 2 и 3 неделях опыта. Высока была скорость роста и при солености 33-25 ‰, несмотря на минимум в первую неделю. Наименьшее увеличение массы наблюдалось при 33 ‰. Наибольшее увеличение площади зафиксировано при колебательных режимах солености в первой половине эксперимента, а максимум линейного роста – во второй. Накопление сухого вещества отмечено во всех вариантах, но максимальное при режимах 33/25 и 33/15 ‰.

2. Структура популяции *F. vesiculosus* Мурмана

Возрастная структура популяции *F. vesiculosus*

Анализ возрастной структуры популяции *F. vesiculosus* показал, что наибольший средний возраст (3 года) и минимальная смертность растений наблюдается на слабо защищенном участке берега при распреснении воды в период отлива до 24-25 ‰ (табл.1). При аналогичной интенсивности

движения воды, но постоянной солености 33-34‰ средний возраст макрофитов несколько ниже. У фукусов с открытого берега и внутреннего котла губы Ярнышная высока смертность, а средний возраст на год ниже, чем на слабо защищенных участках.

Таблица 1.
Характеристика популяции *F. vesiculosus* Восточного Мурмана

Место отбора проб	Био масса, кг/м ²	Пл отность, экз./м ²	Продолжительность жизни, лет	
			средняя	максимальная
Бухта Прибойная	6.3	290 0	1.2	12
Мыс Пробный	5.7	180 0	1.4	7
Красная скала	2.1	800	2.6	10
Средний котел губы Ярнышная	2.9	100 0	2.4	10
Бухта Оскара	9.7	110 0	2.9	10
Дальний пляж	15. 4	800	1.9	12
Кут губы Ярнышная	10. 3	600	2.7	11
Внутренний котел губы Ярнышная	6.7	130 0	1.3	10

На открытом побережье и в эстуарной зоне (внутренний котел губы Ярнышная) очень высока смертность особей 0-2 лет (более 50%). В кутовых и средних частях губ в каждой возрастной группе выживает 25-30 % особей. В бухте Оскара отмечены значительные колебания численности в разных возрастных группах, но большая часть растений доживает до 6 лет. Во всех местообитаниях растения старше 8-9 лет встречаются в единичных экземплярах.

Репродуктивная структура

Во всех биотопах первые фертильные растения появляются в возрасте 2 лет и изначально соотношение полов равное. С возрастом процент фертильных растений и соотношение полов изменяются в зависимости от места обитания. На открытом берегу достоверно преобладают женские растения (65-70 %), а на слабо защищённом – мужские (58-72 %). Равное соотношение полов сохраняется во всех

исследуемых возрастных группах в кутковых зонах при умеренном распреснении (табл. 3). При снижении солености до критических величин (внутренний котел губы Ярнышная), равное соотношение полов наблюдается только среди двухлетних растений, а среди 3-5 летних женские особи составляют около 70 %.

Размерно-массовая структура

В средней части губы Ярнышная при сниженной ИДВ и постоянной морской солености длина растений достоверно меньше, чем из других исследованных местообитаний. Масса особей из кутковой зоны и из бухты Оскара (защищенные участки берега с колебаниями солености 5-34 ‰) с возрастом постоянно увеличивалась, в то время как в других биотопах масса талломов после 5-6 лет практически не изменялась.

Обсуждение

Анализируя полученные результаты, можно отметить следующие особенности *F. vesiculosus*:

В условиях эксперимента максимальная интенсивность фотосинтеза и дыхания наблюдались при солености 15-25‰, наибольшая скорость роста - при переменной солености 15/34 и 25/34‰.

Наибольший средний возраст и наименьшая смертность среди особей *F. vesiculosus* отмечены в средних частях губ (колебания солености 25/34‰ и умеренная интенсивность движения воды).

Выявлено преобладание женских особей в зонах смешения морских и пресных вод и высокой волно-прибойной активности.

Ранее отмечалось, что соотношение мужских и женских растений в популяции *F. vesiculosus* зависит от условий обитания (Кузнецов, Шошина, 2003). Доминирование женских особей может быть обусловлено большей их устойчивостью к стрессовым факторам (распреснению, волноприбойной активности, дегидратации во время отлива) по сравнению с мужскими. Показано, что при распреснении выживаемость сперматозоидов и проростков *F. vesiculosus* снижается (Write & Reed 1990, Berger, 2003). Для нормального воспроизводства популяции на 1 яйцеклетку фукусовых должно приходиться около 400 сперматозоидов (Vernet & Harper, 1980). Часть энергетических затрат у мужских растений, которые могли бы быть использованы для роста тканей и адаптивных процессов, тратятся на продуцирование гамет. Т.к. бурые водоросли – гиперосмотические организмы (Камнев, 1989), и распреснение для них является стрессом, то в результате возрастает скорость старения мужского организма (Полевой, Саламатова, 2004) и продолжительность его жизни сокращается.

Наблюдавшиеся в эксперименте максимальные значения фотосинтеза, дыхания и скорости роста при пониженной (15-25‰) и переменной солености, можно объяснить с точки зрения современных представлений об осмотической регуляции, если допустить, что именно пониженные солености являются оптимальными для *F. vesiculosus*. Тогда увеличение солености в прилив до полной морской будет вызывать

гиперосмотический стресс в клетках водорослей. Можно ожидать изменение проницаемости плазмалеммы, аналогичное другим водорослям. Балнокин (1990) описывает двухфазную систему осморегуляции. Первая фаза провоцируется потерей внутриклеточной воды при увеличении наружной концентрации солей. При этом увеличивается ионная проницаемость плазмалеммы, возможно за счет перехода ионных каналов в открытое состояние. В результате увеличивается внутриклеточное осмотическое давление вызывает ток воды в клетки. Продолжительность первой фазы 15-30 минут. Однако само по себе увеличение внутриклеточной концентрации ионов нежелательно, поскольку может нарушаться метаболизм. Поэтому во время второй фазы происходит синтез органических осмолитиков и постепенное замещение ими ионов. Длится вторая фаза может от десятков минут до нескольких часов.

Можно предположить, что подобная реакция клеток *F. vesiculosus* на повышение солености до 34 ‰ может положительно сказываться не только на осморегуляции. Некоторое увеличение ионной проницаемости плазмалеммы может способствовать интенсивному поступлению биогенов в клетки. Следующее за этим накопление осмолитиков (в частности, маннита – основного продукта фотосинтеза фукоидов) может стимулировать обменные процессы. Потеря воды талломом во период воздушной экспозиции во время отлива может приводить к увеличению вязкости цитоплазмы, своеобразному гиперосмотическому стрессу.

Морские местообитания характеризуются соленостью не ниже 25‰. Соленостный оптимум для *F. vesiculosus* составляет здесь 25-34‰. В солоноватоводных условиях физиологический оптимум ниже – 17‰. При это мы можем предположить, что эти растения различаются прежде всего внутриклеточным осмотическим давлением. У морских он намного выше. Это согласуется с данными Расселла (Russell, 1985) о том, что при понижении солености воды снижается интенсивность фотосинтеза и накопление маннита, который и является основным органическим осмотиком.

В результате сделаны следующие выводы:

1. Оптимум солености *F. vesiculosus* зависит от условий произрастания: у особей из солоноватоводных местообитаний – около 17 ‰, из морских - 15-25 ‰.

2. Нижней границей резистентности *F. vesiculosus* является соленость 2-5 ‰.

3. Колебания солености не ниже критической (5-8 ‰) стимулируют рост и фотосинтез *F. vesiculosus*.

4. В солоноватоводных местообитаниях снижается средняя продолжительность жизни *F. vesiculosus*, среди фертильных преобладают женские.

Физиологические параметры кроны *Fucus distichus* L. Мурманского побережья Баренцева моря

Малавенда С.С. (МГТУ, кафедра биологии, e-mail: malavenda@yandex.ru)

Введение

Концентрация фотосинтетических пигментов и интенсивность видимого фотосинтеза являются основными физиологическими параметрами, которые показывают способность водорослей к ассимилирующей функции. Считается, что у фуковых концентрация пигментов с возрастом меняется, и данная изменчивость имеет одновершинный характер. Интерес представляет более детальное изучение распределения пигментов в кроне самого таллома. Подобные работы проводились, и было сформулировано, что концентрация пигментов в средней части таллома больше, чем в апикальной и нижней части растения (Хайлов 1978; Хайлов Парчевский, 1984; Воскобойников, Камнев, 1991). Однако о детальном распределении пигментов в талломе данных сравнительно мало (Хайлов, 1978, Хайлов, Парчевский 1984, 1991).

Изучение онтогенетической динамики видимого фотосинтеза у фуковых водорослей, а также распределения фотосинтетической активности внутри кроны растения впервые были проведены К. М. Хайловым (1978). Он рассматривал один из видов фукоидов (*Fucus vesiculosus*), доминирующего в верхней части литорали Мурманского побережья. Была отмечена противоположная направленность двух онтогенетических тенденций: уменьшение в онтогенезе ветвей и повышение активности фотосинтетических пигментов. А так же была найдена прямая связь между удельной поверхностью и валовым фотосинтезом, которые с увеличением возраста порядков ветвления уменьшаются.

Цель данной работы: исследование по содержания основных фотосинтетических пигментов и видимого фотосинтеза в кроне разновозрастных растений *Fucus distichus* в условиях каменистой литорали Мурманского побережья.

Материалы и методы

Работа выполнена на базе биостанции ММБИ в поселке Дальние Зеленцы в июле-августе 2002 года, Исследовались водоросли на литорали губы Дальнезеленецкая районе мыса Пробный. Предполагается, что условия слабозащищенного берега без колебаний солености оптимальны для произрастания *F. distichus* (Малавенда, 2006).

Исследование физиологических параметров проводилось на каждом порядке ветвления различных возрастных групп (Малавенда, 2004; Малавенда, 2006).

Интенсивность фотосинтеза и дыхание определялись кислородным методом по стандартной методике (методом Винклера), (Хромов В. М., Семин В. А., 1975). Определение концентрации хлорофиллов *a* и *c* проводилось спектрофотометрическим методом (Сапожникова Д.И. 1964; Власова Т. А., Гавриленко В. Ф., Ермаков И. П. и др, 1994; Золотов Ю. А., Дорохова Е. Н., Фадеева В. И. и др., 2000; Чакчир Б. А., Алексеева Г. М. 2002), в качестве растворителя использовался этанол (96%), концентрацию хлорофилла *a* и *c* определяли на спектрофотометре.

Обработка результатов проводилась с использованием программного пакета Excel 2003. При обработке результатов использовались методы описательной статистики и корреляционного анализа.

Результаты и обсуждение

В результате определения концентрации хлорофиллов «а» и «с» чётких возрастных распределений пигментов в порядках ветвления выявлено не было.

Тем не менее, с увеличением возраста таллома уменьшается роль хлорофилла «с», а пик максимального содержания хлорофилла «а» сдвигается от апикальных частей к середине таллома (Рис 1).

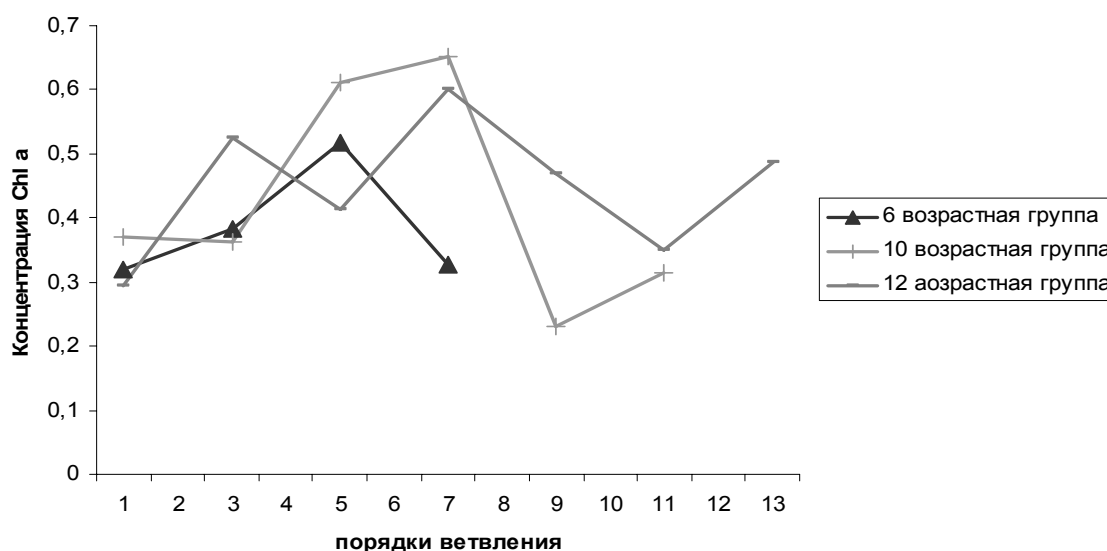


Рис 1 Содержание хлорофилла *a* в порядках ветвления в разновозрастных растениях.

Уменьшение концентрации хлорофилла «с», связано с тем, что более старшие талломы вследствие больших размеров получают максимальное количество световой энергии, в отличие от молодых талломов, которые растут, прежде всего, под большими массивными пологам и, вероятно, испытывают недостаток световой энергии, а так же

вследствие интенсивного роста и деления. Это предполагает наличие больших концентраций добавочных пигментов, в том числе хлорофилла «с». Подобные выводы были высказаны при изучении и сравнении пластидного аппарата теневыносливых и светолюбивых высших растений (). Было отмечено, что у теневыносливых растений концентрация хлорофилла «b» значительно выше, чем у светолюбивых видов.

В целом на протяжении всего онтогенеза концентрация хлорофилла «с» составляет примерно 15–20% от концентрации хлорофилла «а», что согласуется с полученными ранее данными (Хайлов Парчевский, 1984; Воскобойников, Камнев, 1991). По нашему мнению изменение точки максимума концентрации хлорофилла «а», прежде всего, связано с периодом старения в старших возрастных группах и неравномерным накоплением деградирующих хлоропластов в разрушающихся клетках.

Ещё одним важным показателем физиологическим является соотношение хлорофиллов (Титлянов Э.А. др, 1977). Среднее соотношение хлорофиллов резко уменьшается в средних возрастных группах (с 4 по 8) (рис. 2), и имеет высокие показатели в молодых и стареющих талломах. В старших возрастах хлорофилла «с» становится меньше вследствие его старения и разрушения, а в молодых – меньше хлорофилла «а» из-за периода интенсивного роста таллома.

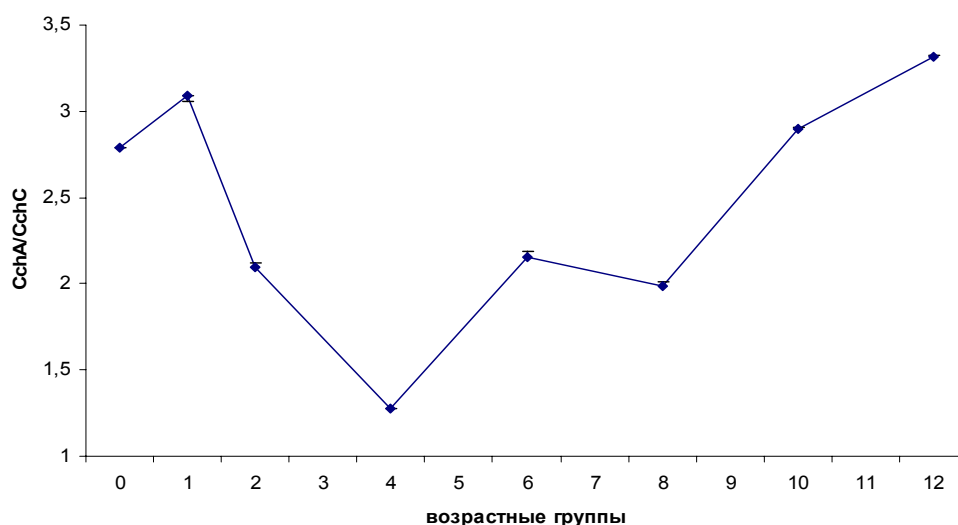


Рис. 2 Среднее соотношение хлорофиллов в разновозрастных растениях

Можно предположить, что в результате старения хлоропластов хлорофилл «с» меняет свои радикалы и переходит в хлорофилл «а». Главным образом, это подтверждает высказанное предположение о том, что соотношение хлорофиллов является адаптивным признаком не только к условиям обитания, но и к возрасту ассимиляционных клеток (Попова и др., 1984).

При исследовании видимого фотосинтеза изучались такие параметры, как валовой фотосинтез (Pg), чистый фотосинтез (Pn) и деструкция (D). Все исследуемые параметры рассматривались у каждого

порядка ветвления всех возрастных групп (от 0 до 12). Интересно отметить, что во всех исследуемых растениях чистая продукция обратно пропорциональна деструкции: коэффициенты корреляции близки к (-1).

Валовой фотосинтез в кроне разновозрастных растений изменяется неоднородно. В молодых растениях он, как правило, выше в базальной части, а самым низким обладают апикальные части растения. Возможно, это связано с процессами интенсивного роста. В средних возрастных группах валовой фотосинтез стремится к максимуму в последних и предпоследних порядках, при этом с увеличением возраста пик сдвигается от последних порядков к предпоследним. В старших возрастных группах значения видимого фотосинтеза изменяются скачкообразно, характер изменений близок с изменениями концентраций пигментов рассмотренных выше.

В средней части кроны наблюдается максимальная активность фотосинтеза, больше, чем в апикальной и базальных частях, что согласуется с ранее полученными данными (Хайлов Парчевский, 1984; Воскобойников, Камнев, 1991).

Максимальная чистая продукция наблюдается во втором порядке ветвления третьей возрастной группы (2,563 мгО/л в час). Максимальная величина валового фотосинтеза - в шестом порядке ветвления восьмой возрастной группы (20,302 мгО/л в час). Максимальная величина деструкции наблюдается в нулевом порядке ветвления второй возрастной группы (5,293 мгО/л в час).

Выводы

С увеличением возраста целого таллома уменьшается роль хлорофилла «с».

Пик максимального содержания хлорофилла «а» в кроне растений сдвигается от апикальных частей к середине таллома с увеличением возраста растений.

В средней части кроны наблюдается максимальная активность фотосинтеза, чем в апикальной и базальной частях.

Список литературы

1. Власова Т. А., Гавриленко В. Ф., Ермаков И. П. и др. Малый практикум по физиологии растений: Учебное пособие // М.: Изд-во МГУ, 1994. – 184 с.

2. Воскобойников Г. М. Морфофункциональные перестройки фотосинтетического аппарата в онтогенезе ульвовых водорослей. - Препринт. - Апатиты, 1991. - 27с.

3. Воскобойников Г. М., Камнев А. Н. Морфофункциональные изменения хлоропластов в онтогенезе водорослей. – СПб.: Наука, 1991. – 96 с.

4. Золотов Ю. А., Дорохова Е. Н., Фадеева В. И. и др. Основы аналитической химии / В2 кн. Кн 2. Методы химического анализа: Учеб. для вузов // М.: Высш. шк.; 2000. – 494 с.

5. Малавенда С.С. Изменение морфологических параметров целых слоевищ *Fucus distichus* L в онтогенезе на побережье Восточного Мурмана // [Электронный ресурс]/ МГТУ электрон. текст дан. (16 Мб) Мурманск: МГТУ, 2006.- Международная научно-техническая конференция «Наука и образование – 2006 ».-С 508-512. – (НТЦ «Информреестр» № 0320501517, СВ. 7081 ОТ 28.11.2005 г.

6. Пигменты пластид зеленых растений и методика их исследований / Под ред. Сапожникова Д.И. М., Л.: Наука, 1964. 120 с.

7. Попова О. Ф., Попова И. А., Матвеева Н. В., Маслова Т. Г. Пигментные комплексы в арктических и бореальных популяциях широко распространённых видов растений // Адаптация организмов к условиям Крайнего Севера. Таллинн, 1984. С. 145.

8. Хайлов К. М., Парчевский В. П. Иерархическая регуляция структуры и функции морских растений. - Киев: Наукова Думка, 1983. - 256 с.

9. Хайлов К. М., Фирсов Ю. К., Празукин А. В. Морфологический анализ слоевища *Fucus vesiculosus* L. в онтогенезе// Биология моря (Киев). - 1978. - Вып. 44. - С. 55-67.

10. Чакчир Б. А., Алексеева Г. М. Фотометрические методы анализа: Методические указания. // СПб.: Изд-во СПХФА, 2002 – 44 с.

Влияние природных фитогормонов на развитие и прерывание покоя у древесных растений

Мамедов Д. К. (МГТУ, кафедра биологии, e-mail: malavenda@yandex.ru)

Одним из оптимальных путей адаптации древесных растений на Кольском Севере является развитие ими способности к длительному и устойчивому формированию покоя. Установлено, что устойчивость растений на Кольском Заполярье к условиям перезимовки непосредственно зависит от своевременного завершения их вегетации и перехода к покоящейся стадии (Жиров, 1990, 2001).

В настоящее время накоплено много данных о том, что состояние покоя контролируется соотношением ингибиторов и стимуляторов роста. Вхождение в покой связано с увеличением содержания абсцизовой кислоты (АБК), а выход из покоя с появлением цитокининов и гиббереллинов (Туманов и др., 1973; Кефели, 1974; Полевой, 1982, 1989; Уоринг, Филлипс, 1984, Дефлинг, 1985; Hewett, Wareing, 1973; Teylor, Dumbroff, Canad, 1975).

Поэтому *целью* работы является рассмотрение вопроса о роли природных фитогормонов в развитие и прерывание покоя у древесных растений.

Изучение роли гормонов в регуляции покоя почек включает два основных подхода: 1) изучение влияния экзогенных гормонов и 2) изучение эндогенных гормонов растений, в частности выяснения вопроса о том имеется ли корреляция между колебаниями уровней эндогенных гормонов и состоянием покоя почек.

Эксперименты с экзогенными гормонами показали, что покой у многих древесных растений может быть прерван в результате воздействия гиббереллинами и цитокининами. В большинстве таких случаев экзогенные растения снимают потребность в охлаждении, а почек бука и березы экзогенный гиббереллин снимает также потребность в длинном фотопериоде.

При изучении изменений уровней эндогенных гормонов в растительных экстрактах было выявлено, что в некоторых случаях уровни гиббереллинов и цитокининов снижались в процессе развития состояния покоя и увеличивались по мере выхода из этого состояния. Отмечено, что снижение эндогенных гиббереллинов и цитокининов в зимующих почках древесных растений происходит, как в естественных условиях, так и в результате реакции на короткий день в экспериментальных условиях (Уоринг, Филлипс, 1984).

В противоположность этому было обнаружено, что количества экстрагируемых из почек гиббереллинов и цитокининов увеличивается во время охлаждения. У некоторых видов уровни гиббереллинов и цитокининов, достигнув пика, сразу снижаются, так что к концу периода

охлаждения содержание этих гормонов возвращается к низкому уровню (Webb, J. van Staden, Wareing, 1973). У некоторых растений после коротких периодов воздействия красным светом быстро увеличивается содержание гиббереллинов и цитокининов (J. van Staden, Wareing, 1972). Следовательно, как охлаждение, так и освещение красным светом, снимающие покой у различных видов растений, приводят к увеличению эндогенных гиббереллинов и цитокининов.

При выходе растения из состояния покоя важную роль играют ауксины (индолил-3-уксусная кислота). Наиболее богаты содержанием ИУК растущие части растительного организма, верхушки стебля, молодые части листьев, почки, завязи, прорастающие семена, пыльца (Якушкин, 1993 по Рогожину, 2000). Физиологические эффекты ауксина связаны с его действием на клеточном уровне, которое проявляется в регуляции растяжения, деления и дифференцировки. В целом растении участие ауксина в регуляции деления клеток наиболее отчетливо проявляется в тех случаях, когда активация деления вызывается ауксином, поступающих из меристематических органов. Так, весеннюю активацию камбия вызывает ауксин, поступающий из пробудившихся почек (Шевелуха и др., 1998). При переходе растений в состояние глубокого физиологического покоя в апикальных почках наблюдается уменьшение содержания свободных ИУК (Полевой, 1989).

Однако, хотя гиббереллины и цитокинины играют роль в регуляции покоя, можно сказать, что покой является не просто результатом отсутствия этих ускоряющих рост гормонов. Напротив, состояние покоя поддерживается также наличием гормонов, которые подавляют ростовые процессы. Впервые предположение о возможном участии ингибирующих гормонов в индукции и поддержании этого состояния было высказано Т. Хембергом (Hemberg, 1949). Далее рядом исследователей было показано, что выход некоторых растений из глубокого покоя сопровождался уменьшением *b*-ингибиторного комплекса (Phillips, Wareing, 1958; Doffling, 1963; Коломиец и др., 1970; Кефели, 1971).

Вместе с тем, корреляция содержания *b*-ингибиторного комплекса с глубиной и продолжительностью зимнего покоя наблюдалась не во всех случаях. Так, снижение ингибиторной активности почек происходило значительно позже их выхода из глубокого покоя у сирени и клена (Guttenberg, Leike, 1958), у яблони и персика (Kawase, 1966). Не было обнаружено прямой связи между этими параметрами для почек дуба (Allary, 1961).

Исследованиями Уоринга (Wareing, 1971) было установлено, что у растений березы пушистой ингибиторы роста синтезируются при переходе от длинного к короткому фотопериоду. Обработка продолжающих рост растений березы, черной смородины, абрикоса или белой акации экстрактом ингибиторов роста, выделенных из собственных листьев, растущих в короткодневных условиях, приводила к остановке роста

побегов и образованию покоящихся почек (Туманов, 1979; Кузина и др., 1985).

После идентификации абсцизовой кислоты (АБК) как основного компонента b-ингибиторного комплекса (Milbrogow, 1983) во многих случаях была установлена прямая корреляция изменений ее содержания с динамикой глубины зимнего покоя древесных растений (Кузина и др., 1985).

Также ряд исследователей определяли содержание свободной АБК и связанной АБК в почках некоторых древесных растений (Wright, 1975; Leopold, Kriderman, 1975; Leshem et al., 1974). По мере выхода растений из состояния глубокого покоя снижается уровень свободной АБК, причем возрастает содержание связанной АБК. В период набухания почек регистрировались максимальные концентрации конъюгированной и минимальные – свободной АБК. Наиболее высокое отношение содержания свободной к связанной форме этого гормона наблюдались в период индукции зимнего покоя (Леман, 1981 по Жирову, 2001).

Механизм действия АБК также проявляется на уровне ДНК. Большинство исследователей считали АБК в противоположность цитокининам и гиббереллинам гормоном, вызывающим репрессию генома и тормозящим синтез нуклеиновых кислот и метаболизм. Но это представление об АБК как о тотальном ингибиторе активности генома не оправдывается. В ряде работ показано, что АБК может индуцировать синтез специфических РНК и энзимов, например, фенилаланин-аммиаклиазы и пектинолитических ферментов (Тюрина, 1979).

Таким образом, можно говорить о том, что роль АБК в регуляции покоя почек древесных растений остается окончательно неопределенной (Полевой, 1982; Уоринг, Филлипс, 1984; Дефлинг, 1985; Гудвин, Мерсер, 1986).

В заключение необходимо отметить, что наблюдения за изменениями гормональных систем в годовом цикле роста и покоя растений позволяют говорить о том, что индукция и поддержание состояния покоя связаны с балансом между эндогенными ингибиторами и стимуляторами роста.

Изменение активности каталазы в тканях бурых водорослей *Fucus vesiculosus* и *F. distichus* губы Дальнезеленецкая Баренцева моря в условиях длительного отсутствия освещения

Метельский А.А. (г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, лаборатория альгологии, e-mail: science@mmbi.info)

The increasing of catalase activity in brown seaweed *Fucus vesiculosus* and *F. distichus* tissue at a long-term lack of illumination was observed. It can testify to change of oxidation-reduction processes intensity in seaweed cells. It is supposed, that this reaction prevent the oxidizing stress occurrence in the seaweed at a long-term lack of illumination.

В настоящее время большое внимание уделяется изучению механизмов адаптации и поддержания жизнедеятельности в условиях длительного отсутствия освещения, в частности, в период полярной ночи у водорослей-макрофитов, обитающих в высоких широтах. Свет – один из основных абиотических факторов, влияющий на все процессы жизнедеятельности растительных организмов. Интенсивность освещения непосредственно или косвенно влияет на многие физиологические и биохимические реакции и процессы: скорость фотосинтеза и дыхания; содержание и синтез пигментов, запасных питательных веществ; структуру фотосинтетического и митохондриального аппарата клетки; конформации молекул некоторых соединений и их переходы; протекание ферментативных реакций и активность ферментов. Активность каталазы может служить показателем функционального состояния макрофитов, переживающих длительное отсутствие освещения.

Материал и методика

Исследования проводились в губе Дальнезеленецкая Восточного побережья Мурмана в августе 2006 года. Растения *F. vesiculosus* и *F. distichus* в лабораторных условиях были помещены в стаканы с морской водой и искусственной циркуляцией воздуха. Стаканы содержались в специальном изолированном от освещения ящике при температуре 10 °С в течение 30 дней. Смена воды производилась 1 раз в сутки в затемненных условиях. Анализ изменений каталазной активности осуществлялся каждые 5 суток.

Для определения активности каталазы использовался модифицированный спектрометрический метод, основанный на способности пероксида водорода образовывать с солями молибдена стойкий окрашенный комплекс (Королук и др., 1988).

Интенсивность развившейся окраски измерялась на спектрофотометре SPECORD UV-VIS при длине волны 410 нм.

Активность каталазы рассчитывалась в стандартных единицах в пересчете на грамм ткани. Все измерения проводились в 3-х повторностях.

Результаты и обсуждение

В ходе эксперимента активность каталазы в тканях *F. vesiculosus* оставалась постоянной в течение первых 5 суток, а в тканях *F. distichus* – в течение первых 10 суток. У *F. vesiculosus* на 10 сутки было отмечено незначительное повышение каталазной активности, которая на протяжении последующих 10 суток сохранялась примерно на одном уровне, тогда как у *F. distichus* в этот период наблюдалось ее снижение с последующим восстановлением до первоначального уровня. Значительное увеличение ферментативной активности каталазы в тканях обоих видов наблюдалось только на 25-30 сутки эксперимента (рис. 1-2).

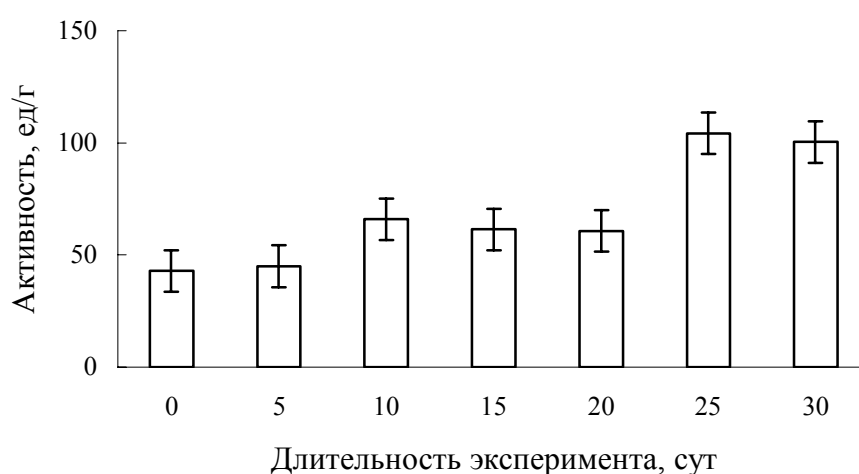


Рис. 1. Изменение каталазной активности в тканях бурой водоросли *F. vesiculosus* при длительном отсутствии освещения.

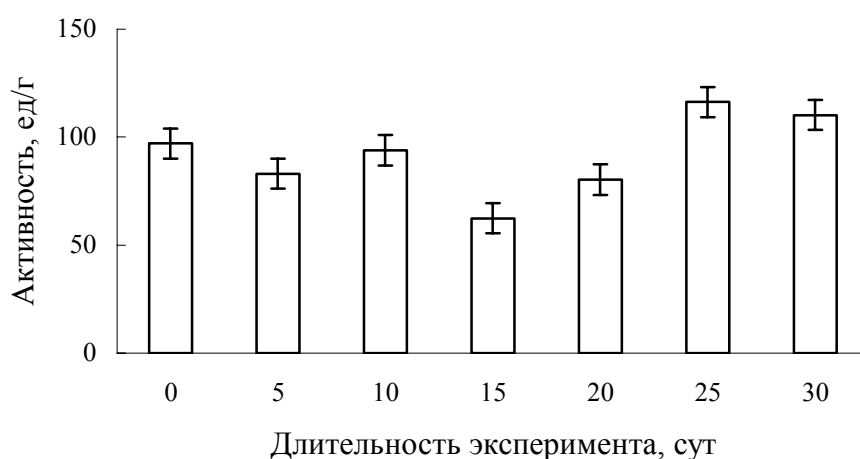


Рис. 2. Изменение каталазной активности в тканях бурой водоросли *F. distichus* при длительном отсутствии освещения.

Изменения ферментативной активности могут быть обусловлены различными факторами: изменением рН, температуры, содержанием

субстрата. Так как в данном эксперименте рН и температура оставались постоянными, вероятнее всего увеличение активности каталазы обусловлено повышением в тканях концентрации субстрата, а именно H_2O_2 , что может свидетельствовать об изменении интенсивности окислительно-восстановительных процессов в клетках водорослей при длительном отсутствии освещения.

Известно, что при значительном снижении или отсутствии освещения у фукусовых водорослей отмечается увеличение количества крист в митохондриях и числа митохондрий в клетке, что свидетельствует об их активной работе, исчезают вакуоли с запасным питательным веществом полисахаридной природы (Воскобойников и др., 2006; Рыжик, 2005). Повышение роли дыхания в общем метаболизме клетки сопровождается образованием так называемых активных форм кислорода (АФК), к которым в первую очередь относятся супероксидрадикал (O_2^-) и H_2O_2 . Супероксидрадикал имеет короткое время жизни (10^{-6} с) и быстро нейтрализуется при участии супероксиддисмутазы с образованием пероксида водорода (Физиология растений, 2005).

Усиление дыхания и увеличение числа митохондрий обуславливает повышение концентрации в клетках и тканях пероксида водорода – основного субстрата исследуемого фермента. Повышение его активности, в свою очередь, может рассматриваться как защитная реакция организма от окислительного стресса.

Таким образом, предполагается, что повышение ферментативной активности каталазы у фукусовых водорослей является защитной реакцией, предотвращающей возникновение окислительного стресса на фоне общего усиления окислительных реакций метаболизма и поддерживающей жизнеспособность организма в условиях длительного отсутствия освещения.

Автор выражает глубокую благодарность сотрудникам лаборатории альгологии ММБИ: ст.н.с., к.б.н. Рыжик Инне Валериевне и вед.н.с., к.б.н. Макарову Михаилу Владимировичу за помощь в проведении исследования.

Список литературы

1. Воскобойников Г.М., Макаров М.В., Рыжик И.В. Изменения в составе фотосинтетических пигментов и структуре клеток *Fucus vesiculosus* L. и *F. serratus* L. Баренцева моря при длительном нахождении в темноте // Биология моря, 2006, т. 32, № 1. с. 26-33.
2. Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Т., Токарев В.Е. Метод определения активности каталазы // Лаб. Дело, 1988, № 1. С. 16-21.
3. Рыжик И.В. Морфо-функциональные особенности промысловых водорослей из разных биотопов Баренцева моря. Автореф. дисс. ...канд. биол. наук. Мурманск. 2005. 24 с.
4. Физиология растений. Под ред. И.П. Ермакова. М.: "Academa", 2005. 640 с.

Биохимические исследования брюхоногих моллюсков семейства Littorinidae из разных мест обитания в Кольском заливе

Пантелеева И.В. (МГТУ, кафедра биологии, e-mail: irina-51_81@mail.ru)

Abstract

Data on a chemical compound of tissues the intertidal mollusc *Littorina* sp. are considered as perspective for use in system of indication of conditions of a habitat. We have defined maintenance of Fe, Zn, Cu, Pb, Cd, Ni in soft and in hard tissues of molluscs, and also concentration of nitrogen in a muscular tissues. We have established, that concentration of heavy metals and nitrogen in tissues of molluscs of family Littorinidae from different habitat in Kola bay are varying.

1. Введение

Под влиянием растущего загрязнения морей и океанов условия обитания литоральных гидробионтов, особенно малоподвижных и прикрепленных, резко ухудшаются. В течение последних нескольких десятилетий Кольский залив также испытывает интенсивное антропогенное загрязнение (Кольский..., 1997). Поступление в воду промышленных и бытовых стоков, радиоактивных веществ и пестицидов, нефти и нефтепродуктов сказывается как на окружающей среде, так и на самих животных – на их дыхании, питании, состоянии нервной системы и размножении. Однако, многие из морских беспозвоночных приспособились к таким условиям и способны накапливать в своих тканях такое количество загрязняющих веществ, которое многократно превышает их содержание в окружающей среде. Например, брюхоногие моллюски семейства Littorinidae оказались самыми резистентными из всех известных животных в силу проявленных механизмов биохимической защиты (Culiney, 1981).

Цель нашего исследования – определить перспективы использования данных по химическому составу тканей *Littorina* sp. в системе индикации условий местообитаний.

Задача – определить концентрацию основных тяжелых металлов в тканях моллюсков обитающих в разных участках литорали Кольского залива, в условиях действия различных потенциальных источников загрязнения среды.

2. Материалы и методы

Пробы для определения содержания тяжелых металлов в мышечной ткани и в раковинах моллюсков рода *Littorina* и пробы для определения азота в мышечной ткани литторин были собраны в октябре-ноябре 2005 г. на 4-х станциях Кольского залива: Абрам-мыс (*L. saxatilis*), Мишуково (*L.*

obtusata), Белокаменка (*L. saxatilis*) и Гаджиево (*L. littorea*). Отбирались преимущественно взрослые особи. В лаборатории мягкие ткани тщательно отделяли от раковины моллюска для последующего измельчения.

Из растертых и тщательно перемешанных проб отбирали навески в 10 г (в пробу попадало от 30 до 150 штук, таким образом, проводилось физическое усреднение вариабельности данных в пределах одной пробы). Пробы обугливались, сжигались в муфельной печи, после чего азотной кислотой переносились в мерные колбы на 25 мл. Полученные растворы анализировались атомно-абсорбционным методом (атомно-абсорбционный спектрофотометр, спектр-3-5, ртутно-гидридная система, в пламени пропан-воздух). В растворах определялись Fe, Zn, Cu, Pb, Cd и Ni, пределы их обнаружения: Fe, Zn – 0,1-10 мкг/см³, Cu – 0,05-5 мкг/см³, Pb – 0,1-2 мкг/см³, Cd – 0,02-1 мкг/см³ и Ni – 0,1-5 мкг/см³.

Азот определяли по стандартной методике методом Кьельдаля. Содержание азота рассчитывали по формуле:

$$N = \frac{(V - V_1) \cdot k \cdot 0.0014}{m} \cdot 100\%, \text{ где}$$

V – объем раствора гидроокиси натрия 0,1 моль/дм³, израсходованный

на титрование серной кислоты в контрольном анализе, см³;

V₁ – объем раствора гидроокиси натрия 0,1 моль/дм³, израсходованный

на титрование избытка серной кислоты в рабочем анализе, см³;

k – коэффициент пересчета на точный раствор гидроокиси натрия 0,1 моль/дм³, г;

m – навеска ткани, г

3. Результаты и обсуждение

Для всех исследуемых элементов характерно контрастное распределение в тканях моллюсков из разных мест сбора. В мышечной ткани литторин с Абрам-мыса и Белокаменки содержатся наибольшие концентрации железа (307,27 и 202,78 мг/кг сухого вещества), гораздо в меньших концентрациях этот элемент был обнаружен у литторин, собранных в Мишуково и Гаджиево (35,71 и 75,61 мг/кг сухого вещества соответственно).

Практически одинаковые концентрации цинка обнаружены в мышечной ткани моллюсков (106,14, 108,61, 113,39 и 104,82; Абрам-мыс, Мишуково, Белокаменка и Гаджиево соответственно). В то же время в раковинах литторин из Мишуково и Гаджиево цинк практически отсутствует (1,59 и 1,6 мг/кг сухого вещества).

Концентрация меди в мышечной ткани литторин из Мишуково (61,63 мг/кг сухого вещества) и Белокаменки (51,87 мг/кг сухого вещества) превышает ПДК (30 мг/кг сухого вещества СанПиН 42-123-4089-86) почти в 2 раза. Содержание меди в мягких тканях моллюсков с Абрам-мыса и

Гаджиево превышает ПДК (32,92 и 32,52 мг/кг сухого вещества) незначительно.

Свинец обнаружен в небольших концентрациях на всех 4 станциях, как в мышечной ткани, так и в раковинах литторин. В результате измерений самая высокая концентрация свинца обнаружена в мышечной ткани моллюсков с Абрам-мыса (3,42 мг/кг сухого вещества), что допустимо.

Концентрация кадмия в мышечной ткани колеблется от 0,24 до 3,47 мг/кг сухого вещества.

В тканях литторин, собранных в Мишуково концентрация никеля превышает ПДК (2,5 мг/кг сухого вещества СанПиН 42-123-4089-86): в мышечной ткани почти в 6 раз (14,84 мг/кг сухого вещества) и в раковинах более чем в 2 (5,55 мг/ кг сухого вещества) раза. Также высокие концентрации никеля были обнаружены в мышечной ткани гаджиевских литторин (3,21 мг/ кг сухого вещества).

Результаты анализов показали, что в мышечной ткани литторин, собранных в Гаджиево и Мишуково количество азота выше, чем с Абрам-мыса и Белокаменки (таб.2).

Концентрация металлов в моллюсках (мг/ кг сухого вещества)

Таблица 1

Место взятия пробы	Т кань	Мо ллюск	Концентрация металлов, мг/кг сухого вещества					
			F e	Z n	u	b	d	i
Абрам -мыс	мышеч- ная	L. saxatilis	3 07,27	1 06,14	2,92	,42	,24	,26
Мишу ково		L. obtusata	3 5,71	1 08,61	1,63	,54	,58	4,84
Белока менка		L. saxatilis	2 02,78	1 13,39	1,87	,81	,47	,52
Гаджи ево		L. littorea	7 5,61	1 04,82	2,52	,74	,69	,21
Абрам -мыс	рако- вины	L. saxatilis	1 10,41	2 4,55	,34	,2	,06	,96
Мишу ково		L. obtusata	1 1,14	1 ,59	,3	,52	,05	,55
Белока менка		L. saxatilis	8 8,83	2 1,71	,11	,39	,09	,39
Гаджи ево		L. littorea	8 ,16	1 ,6	,64	,36	,041	,197
Аналитический контроль			1 ,03	0	,076	,11	,001	,095
ПДК				2 00	0	0		,5

Таблица 2

Концентрация азота в мышечной ткани литторин (в %)

Место взятия пробы	Моллюск	Кол-во сухого вещества, %	Н в натуральном веществе, %	Н в сухом веществе, %
Абрам- мыс	L. saxatilis	31,69	1,78	5,62
Мишук ово	L. obtusata	26,01	2,25	8,65
Белока менка	L. saxatilis	30,68	1,9	6,19
Гаджие во	L. littorea	29,89	2,62	8,77

Виды семейства Littorinidae широко распространены на побережье многих морей и океанов. Они обитают от супралиторали до крайней границы нижней литорали и на сублиторали, где наиболее ощутимы антропогенные воздействия. Однако, литторины не только выживают при таких условиях, но и достигают высокой биомассы.

Хотя накопление ядовитых веществ в тканях моллюсков не беспредельно. Эксперименты показали, что при определенных концентрациях загрязняющие вещества отрицательно сказываются на состоянии гидробионтов. Гидробионты вынуждены затрачивать метаболическую энергию для борьбы с последствиями загрязнения моря, в результате у них ослабевают приспособительные реакции, помогающие им выживать в и без того полной превратностей окружающей среде. Это снижение приспособляемости может обостриться, когда животные или растения находятся в динамических фазах своего жизненного цикла - например, в период размножения и выращивания потомства, во время линьки или личиночного периода быстрого роста. Из-за того, что все эти виды деятельности предъявляют повышенные энергетические требования, существа, испытывающие дополнительный стресс от загрязнения, могут произвести недоразвитое потомство, действовать нерешительно при встрече с хищником и т.д. (Culiney, 1981).

Полученные результаты показали, что концентрации тяжелых металлов и азота в тканях моллюсков семейства Littorinidae из разных мест обитания в Кольском заливе варьируют, что, по-видимому, можно связать с действием потенциальных источников загрязнения, химизмом среды, различием в кормовой базе и в физиологическом состоянии организмов.

Литторины обладают основными критериями объектов биоиндикации, они сохраняют жизнедеятельность даже в условиях

сильного загрязнения, в частности, тяжелыми металлами, малоподвижные, долгоживущие и с хорошо отличающимся биохимическим составом. Непосредственные рекомендации для использования данного семейства как объекта биоиндикации возможны только после сопоставительных количественных измерений концентрации компонент загрязнения в среде и в тканях моллюска.

Список литературы:

1. Дж. Куллини. Леса моря. Жизнь и смерть на континентальном шельфе. Перев. с англ. Г.Е. Левитиной. Под ред., предисл. А.А. Добровольского. Л., Гидрометеоиздат, 1981.- 279 с.

2. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, загрязнители / Коллектив авторов. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997.- 265 с.

Исследование разнокачественности роста сига *coregonus lavaretus* I. кольского полуострова и методологические подходы к определению их возраста

Подкопаев Я.В. (МГТУ, кафедра Биология), **Колпашников А.А.** (МГТУ, кафедра Биоэкология)

Рост рыб, его параметры являются одним из важнейших свойств популяции и вида в целом. Исследования роста ихтиоценозов, оценкой численности различных видов рыб в водоеме, разработкой режимов их охраны и использования в качестве объектов аквакультуры.

Сиг *Coregonus lavaretus* L., как и многие рыб имеют первостепенное значение при решении целого ряда задач, связанных с изучением структуры и динамики представители сиговых рыб, относится к сложнокомплексным видам. Он обитает в озерах, реках, водохранилищах, выходит в эстуарные районы. Места его обитания приурочены как к небольшим водоемам и водотокам, так и к большим водным пространствам. Сиги населяют самые высокополярные воды и водоемы умеренных широт. И везде он играет значимую роль в структуре и функционировании водных биоценозов, характеризуется высокой внутривидовой дифференциацией. Для сига свойственно образование ряда экологических форм, отличающихся друг от друга морфологическими признаками, местами и сроками нереста, особенностями питания и плодовитостью. Нередко несколько форм сига обитает в пределах одного водоема. В крупных водоемах число таких форм может достигать до 4-9. Один из важнейших биологических параметров, по которым различаются сиги, - роста особей, характеристика которого является своеобразным выражением состояния популяций как во времени, так и в пространстве.

Наиболее выраженными формами (группировками) сига в водоемах Кольского полуострова являются несколько форм, различаемые по количеству жаберных тычинок (в меньшей степени учитывается их форма) - сиги малотычинковые (до 25 тычинок), среднетычинковые (25-35 тычинок) и многотычинковые (более 35 тычинок).

Число жаберных тычинок имеет особую ценность, поскольку они не являются модификациями, и известно их функциональное значение. Число и форма жаберных тычинок связано с характером питания. Виды с часто посаженными и длинными тычинками являются преимущественно планктофагами, с редкими и короткими - эврифаги, бентофаги и даже склонные к хищничеству.

Известно, что сиг озера Ловозеро также имеет три основные формы: многотычинковый, среднетычинковый, малотычинковый, отличающиеся морфологическими признаками, образом жизни, некоторыми популяционными параметрами, в частности численностью, темпом роста особей, временем наступления половой зрелости, характером питания и

ролью в функционировании ихтиоценозов. И это свойственно не только сига Ловозера, но и популяциям данного вида из других озер, в частности сегов Норвегии. Причем разные формы сига играют совершенно разную роль в функционировании популяций других видов рыб и в целом ихтиоценоза. Медленнорастущий многотычинковый сиг наиболее многочисленен и занимает как пелагические, так и эпибентические зоны и является основной жертвой щуки и налима. Два малотычинковых сига (быстрорастущий и медленнорастущий) обитают только в эпибентических зонах и имеют меньшую численность, соответственно, меньшее значение в питании данных хищников.

Исходя из вышеизложенного, нетрудно прийти к выводу, насколько важным является изучение роста и дифференциация роста сига при изучении его популяций. Однако при этом возникает целый ряд проблем, а именно высокая индивидуальная изменчивость возрастных параметров, пластичность ростовых параметров во времени, различия в росте особей разных экологических форм, а также проблемы методологического характера при проведении исследований.

В результате изучения сегов, выловленных в 65 водоёмах Кольского полуострова в 2005 и 2006 гг., а также обработки и обобщения материалов по данным водоёмам с 1959 по 2004 гг., составлен диапазон линейных показателей различных возрастных групп сига (от 2+ до 14+; табл. 1). Установлены высокие колебания средних значений сегов для каждой из возрастных групп в различных водоёмах в разные годы, что в целом свойственно многим видам рыб. Значительно варьируют максимальные, минимальные, средние показатели длины сига, как по различным водоёмам, так и в одном водоёме, например в Ловозере (Рис 1.). Это может являться результатом и реальных изменений характера роста сегов во временном аспекте, вызванное изменением определённых условий биоценоза данного водоёма, а также состоянием и селективностью промысла приводящей к различной доле сегов разных форм в те или иные года исследований.

Все вышесказанное требует совершенствования методологических основ изучения роста сегов. При изучении роста данного вида важно помнить о его крайней полиморфности. Необходимо проводить диагностику принадлежности особей к тем или иным формам: многотычинковому, среднетычинковому или малотычинковому сигу. Кроме того, характер роста чешуи, закладка годовых зон роста сама по себе может являться диагностикой принадлежности сегов к тем или иным экологическим группам. Так, удалось обнаружить принадлежность особей сига реки Кола к полупроходной форме. Немаловажным является и то, что благодаря наличию различных форм и изменению соотношения в них особей, сиг может являться надёжным видом-индикатором состояния биоценоза водоёма.

Рисунок 1.
Варьирование средних показателей длины сига оз.
Ловозеро с 1974 по 1988 гг.

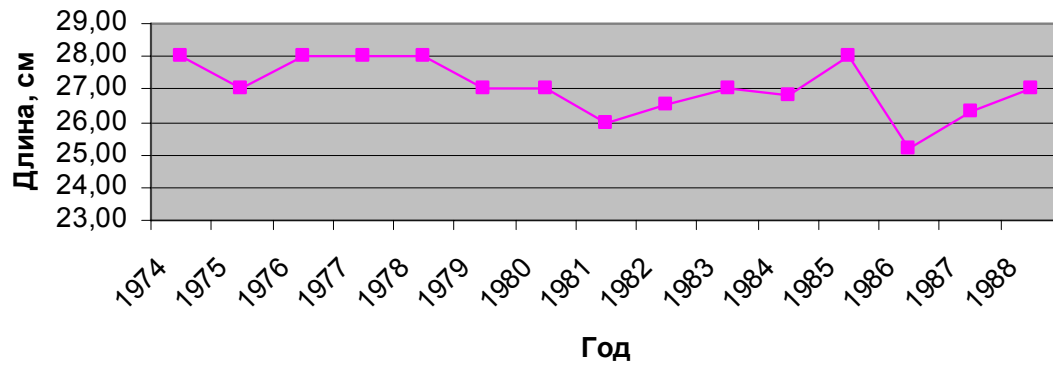


Таблица 1.

Линейный диапазон возрастных групп сига

Возрастная группа	Длина рыб, см
2+	$\frac{11 - 35^*}{23}$
3+	$\frac{16 - 30}{24}$
4+	$\frac{18 - 32}{25}$
5+	$\frac{19 - 35}{28}$
6+	$\frac{20 - 42}{29}$
7+	$\frac{21 - 43}{31}$
8+	$\frac{21 - 44}{32}$
9+	$\frac{24 - 47}{35}$
10+	$\frac{30 - 50}{38}$

11+	$\frac{32 - 53}{40}$
12+	$\frac{33 - 61}{41}$
13+	$\frac{31 - 46}{44}$
14+	$\frac{45 - 48}{46}$

* В числителе минимальное и максимальное значение, в знаменателе – среднее.

Субстратно-экологический анализ флоры кустистых и листоватых лишайников г. Апатиты

Полякова А.Н. (МГТУ, кафедра биологии)

Видовое разнообразие лишайников в значительной мере определяется разнообразием субстратов, пригодных для заселения (Макаревич, 1958; Ahti, 1993). Соответственно четырем основным типам субстрата в этой работе выделяются следующие субстратно-экологические группы лишайников: эпифиты (лишайники, растущие на коре стволов и ветвей живых деревьев и кустарников), эпиксилы (растущие на мертвой древесине), эпигеиды (обитающие на почве), эпилиты (поселяющиеся на голой каменистой поверхности), также нередко выделяют группу эпифитореликвитов (лишайников, живущих на растительных остатках), но мы относим эти лишайники в группу напочвенных (эпигеидов).

В исследуемой флоре основная масса лишайников приходится на моносубстратные виды (т.е. предпочитающие поселяться на каком-либо одном субстрате, следующая таблица дает общую характеристику флоры этой группы видов), таких видов оказалось 46 из 85.

Основные характеристики флор моносубстратных видов.

Таблица 1.

Субстратная группа	Число видов	N%	N _{s/f}	N _{s/g}	N _{g/f}
Эпифиты (и эпиксилы)	14	36	7,4	3,1	2,9
Эпигеиды	13	32	6,2	2,8	2,7
Эпилиты	10	24	7,1	3,2	2,5
Вся лишенофлора (N _N)	85	100	10,6	3,1	3,4

Примечание: N% - процентное содержание видов данной субстратной группы от общего числа видов (85); N_{s/f} - число видов в семействе; N_{s/g} - число видов в роде; N_{g/f} - число родов в семействе.

Из них эпифиты составляют 36% (15 видов), которые преимущественно встречаются на коре и ветвях хвойных деревьев. На коре лиственных деревьев и кустарников лишайники встречаются спорадически, на кустарничках редко (на территории города при этом не зарегистрировано ни одного случая).

Отмечено, что *Melanelia olivacea* чаще всего селится на коре ив, *Vulpicida pinastri* - на коре ели, можжевельника, реже - березы, сосны, болотного багульника.

Состав эпигеидов примерно таков же (32%, 13 видов). Среди них около трети - это лишайники, поселяющиеся на первичной почве

различной мощности (мелкоземе), прикрывающей каменистый субстрат или в нарушенных напочвенных местообитаниях. К таким видам лишайников относятся представители родов *Cladonia*, *Peltigera*, *Stereocaulon*, *Cetraria*.

Видовой состав лишайников, обитающих на голых камнях и каменистых поверхностях составляет 24% (10 видов). Некоторые представители родов *Melanelia*, *Parmelia*, *Brodoa* были собраны также с растительных остатков и мелкозема.

Видов, способных поселиться с равной долей вероятности на двух субстратах оказалось 38 % от общего числа видов (33 вида). Видов, поселяющихся на трех различных субстратах оказалось 15% (13 видов). Видов с широкой экологической амплитудой (*Hypogymnia physodes*, *Vulpicida pinastri*, виды рода *Parmeliopsis*), которые заселяют практически все субстраты-экотопы (кору деревьев, пни, валеж, замшелые каменистые поверхности), большей частотой встречаемости и большим обилием характеризуются на древесном субстрате. Виды родов *Cladonia*, *Peltigera*, часто селящиеся на мхах, растительных остатках и у основания стволов деревьев, будучи чаще эпигеидами в исследованной флоре, селятся на почве.

Список литературы

1. Макаревич М.Ф. Закономерности распределения лишайников в Карпатах // Бот. журн., 1956.- №6, С. 45-69.

2. Ahti T. Names in current use in the *Cladonia* (Lichenforming, Ascomycetes) in the ranks of genus to variety.// *Regnum vegetabile*/ 1993. V. 128. P. 53-166.

Применение экологически чистых методов для защиты картофеля от фитофтороза

Травина С.Н.*, Шляпникова А.С.*, Абакшина С.В.*, Ахтулова Е.М.**
(*Апатиты, Филиал ГНУ ГНЦ РФ ВИР «Полярная опытная станция»,
e-mail: Posvir@com.mels.ru; **Апатиты, МГТУ, кафедра геоэкологии)

Abstract

We propose ecologically-clear methods of protect against the provoker *Phytophthora infestans* (Woll.) in climate-situations of Murmansk region in this article. The prerogative this recommendation methods including, for decrease of provoker infection we not use chemical preparations, but use decoctions and infusions cooking out of wild and cultural plants (*Herba Chelidonii majoris*, *Prunus padus*, *Allium sativum*) These plants have fungicifical indications, no more damage for people, animals and environment. It is important for saving vulnerable natural in the North. In this results coocing decoctions as effective, as effect from chemical preparations Acrobat and Polyram.

Возделывание картофеля на Северо-западе России осуществляется при относительно низких температурах воздуха, чрезмерной влажности, в условиях полярного дня, в сильно сжатые сроки вегетации растений. В летний сезон период активных температур воздуха ($>+10$ C) на Кольском полуострове составляет от 59 до 85 дней (Лукина, Никонов, 1998). По данным метеостанции Апатиты, Мурманской области, период активных температур воздуха в 2006 году составил 76 дней, 2005 – 82 дня, тогда как с 2002 по 2004 гг. их количество не превышало 68 дней. (Рис. 1). Наряду с тенденцией увеличения количества дней с активными температурами наблюдается и тенденция увеличения суммы положительных среднесуточных температур воздуха (Рис. 2), а так же и количества выпавших осадков.

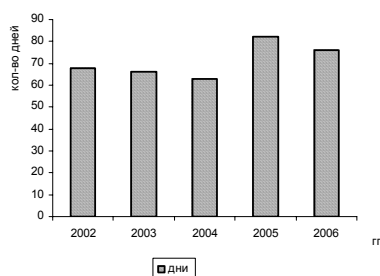


Рис. 1 Количество дней с активными температурами воздуха за летний период

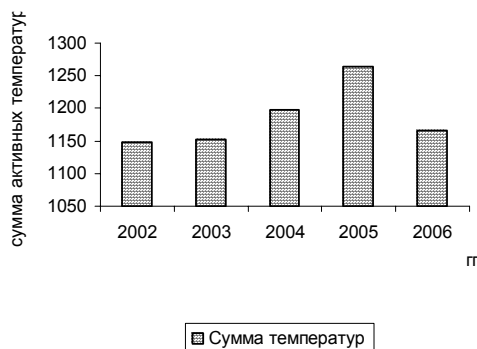


Рис. 2 Сумма активных температур воздуха, июнь – август, °С.

Кроме того, сентябрь месяц 2002-2006 года характеризуется как более теплый по сравнению с климатическими нормами. Это дает возможность продлить вегетационный период культурных растений.

Такие теплые и влажные условия, а также удлинение вегетационного периода выращивания культур провоцируют массовый всплеск эпифитотий и усиливает их вероятность стремительного развития.

Особенно восприимчивы к фитофторозу раннеспелые сорта, так как заражение их осуществляется гораздо раньше и сильнее. В условиях Заполярья выращивание картофеля для получения высоких урожаев, относящегося к группе среднеспелых и поздних сортов невозможно в связи с коротким вегетационным периодом. Качественную продукцию в ранние сроки можно получить лишь от сортов раннеспелой группы картофеля.

В результате поражения картофеля фитофторозом происходит массовая гибель клубней, что ведет к значительным материальным убыткам.

Цель: Повышение устойчивости раннеспелых сортов картофеля к фитофторозу

Задачи:

дать анализ защитных мероприятий

выявить оптимальные защитные мероприятия для условий Мурманской области, а тем самым, снизить материальные убытки по производству картофеля

Методика проведения опытов

Для оптимизации фитосанитарной ситуации были разработаны технологии защиты урожая от фитофтороза с помощью применения экологически чистых методов. Преимущества данных мероприятий заключается в том, что рекомендуемые естественные природные препараты, приготовленные из диких и культурных растений, обладают фунгицидными свойствами, менее вредны для животных, человека и окружающей среды (Иванюк и др., 2005)

Растения были обработаны отварами чистотела (*Herba Chelidonii majoris*), черемухи (*Prunus padus*), чеснока (*Allium sativum*) и водным настоем микроэлементов (*Cu, B, Mn*).

В каждом случае обработка проводилась на 25 растениях сорта *Хибинский ранний*. 25 растений были помещены и в контроле, где обработки не проводились.

Параллельно велась обработка 125 растений химическими препаратами системного и контактного действия – акробатом и полирамом. Всего было обработано 250 растений.

Всходы растений картофеля начали обрабатывать отварами через 20 дней после посадки, а химическими препаратами - через 30 дней (Кваснюк и др., 2006; Деренко, 2006; Филиппов и др., 2006). Сроки обработки высчитывали по номограмме Наумовой, где учитывали погодные условия, качество посадочного материала и критические дни, когда возможность заражения картофеля фитофторозом максимально вероятна (Наумова, 1965), а также с помощью компьютерной программы «профилактика фитофтороза» (Филиппов и др., 2005). Обработку проводили трижды.

Пораженность фитофторозом по ботве растений картофеля в полевых условиях и по клубням в период хранения оценивали согласно методике ВИР (Изучение и поддержание образцов мировой коллекции картофеля, 1986; Международный классификатор СЭВ видов картофеля селекции *Tuberafum* (Dun.) рода *Buc. Solanum L.*, 1984). Для определения степени пораженности посадок картофеля в полевых условиях *Phytophthora infestans* (Woll.) применяли следующую шкалу:

- 1 – очень сильная (более 70% ботвы растения поражено)
- 3 – сильная (до 70% ботвы растения поражено)
- 5 – средняя (до 30% ботвы растения поражено)
- 7 – слабая (присутствуют единичные поражения ботвы)
- 9 – поражения отсутствуют

В каждом случае отмечали дату появления некротических пятен и дату массового поражения ботвы. Анализ пораженности клубневого материала фитофторозом проводили через месяц после уборки и в конце периода хранения.

Биологическую эффективность действия растительных препаратов и микроэлементов высчитывали по формулам:

$$Эб = (Вк - Во) / Вк * 100$$

$$R = \sum (n * b) / N, \text{ где}$$

Эб – биологическая эффективность, %; Вк – показатель распространенности или развития болезни в контроле; Во – показатель распространенности или развития болезни в опыте; R- степень развития болезни в баллах, %; $\sum (n * b)$ – сумма произведений числа больных растений (n) на соответствующий им балл или процент поражения (b); N - общее количество растений.

Текущие результаты

По ботве

Проведение профилактических мероприятий позволило отодвинуть сроки появления фитофтороза на конец августа, тогда как в контроле, где обработки не проводились, признаки фитофтороза появились в первой половине августа в виде единичных темно-бурых пятен на листьях и стеблях.

При учете степени пораженности *Phytophthora infestans* (Woll.) ботвы посадок картофеля сорта *Хибинский ранний* было установлено, что в случае с применением настоя микроэлементов повреждения в средней степени (до 30% поражения ботвы 1 растения) имели 6 растений из 25. Биологическая эффективность (Эб) применения настоя микроэлементов на ботве составила 70,8%. При обработке ботвы картофеля *Herba Chelidonii majoris* только 2 растения из 25 имели признаки поражения в слабой степени в виде единичных пятен на листовых долях. Биологическая эффективность применения отвара чистотела составило 86,4%. В варианте с применением *Prunus padus* слабая степень поражения ботвы картофеля была выявлена у 6 растений из 25, его Эб = 65%. При обработке ботвы картофеля *Allium sativum* 6 растений из 25 имели среднюю степень поражения, Эб = 70,8%. В контроле все растения были поражены, при R = 4.12.

Распространение возбудителя фитофтороза на ботве картофеля задерживало действие фитонцидов – веществ растительного происхождения, обладающих свойствами полностью подавлять жизнедеятельность микроорганизмов, вплоть до их полного уничтожения (Токин, 1980).

В случае с применением химических препаратов лишь на 3 растениях сорта *Хибинский ранний* из 25 были выявлены единичные пятна фитофтороза, биологическая эффективность (Эб) обработки акробатом и полирамом составила 79,6%.

Уборка картофеля проводилась в конце сентября 2006 года, а в октябре был произведен учет поражения товарных клубней фитофторозом, с подсчетом биологической эффективности (Эб) действия.

По клубням

При анализе поражения клубней фитофторозом в каждом варианте исследовалось по 200 клубней. В вариантах с применением микроэлементов (Mn+V+Cu) и отвара черемухи (*Prunus padus*) из 200 товарных клубней 1 имел признаки фитофтороза или 0,5 % от общего числа, Эб = 93,7%. При применении чистотела (*Herba Chelidonii majoris*) из 200 товарных клубней 3 были поражены фитофторозом (1,5%), Эб = 81,2%. В случае обработки настоем чеснока пораженные клубни выявлены не были. Это доказывает еще раз сильное подавляющее действие на возбудителя фитофтороза чеснока, его Эб составило 100%. Это было отмечено ранее и другими учеными. По данным Н.А. Наумовой (1965), искусственное заражение клубней фитофторой, после обработки настоем чеснока, не привело к морфологическому проявлению заражения через 12 дней, тогда как в контроле признаки фитофтороза появились на 6 день. В

лабораторных условиях зооспоры гриба уже через 4 часа теряли способность прорасти в чесночной воде. В контроле из 200 клубней 16 имели признаки фитофтороза или 8 %.

При применении акробата и полирама было выявлено 0,5% пораженных клубней, Эб=93,7%.

Вывод

Применение экологически чистых препаратов, приготовленных на основе растений, показывает положительные результаты уже в первый год их использования. Эффективность применения настоев и отваров сопоставима с результатами, которые достигаются при борьбе с фитофторозом с помощью химических методов.

Список литературы

1. Деренко Т. «Эффективная система защиты картофеля от фитофтороза в течение всей вегетации» // Картофель и овощи, №5, 2006 – С.28-29

2. Иванюк В.Г., Бонодысев С.А., Журомский Г.К. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков – Мн. Белпринт, 2005 – 696с.

3. Кваснюк Н.Я., Гуревич Б.И., Жеребцова Л.Н., Филиппова Е.И. Особенности защиты картофеля от фитофтороза// Картофель и овощи, № 3, 2006 – С.26-28

4. Лукина Н.В., Никонов В.В. Питательный режим лесов северной тайги: природные и техногенные аспекты. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1998. – 316с.

5. Наумова Н.А. Использование антибиотиков и фитонцидов // Фитофтора картофеля, Ленинград, Колос, 1965. – 188с.

6. Токин Б.П. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах. – Л., Изд-во Ленингр. Университета, 1980. – 280с

7. Филиппов А.В., Кузнецова М.А., Рогожин А.Н., Спиглазова С.Ю., Сметанина Т.И. Сроки обработки картофеля для защиты от фитофтороза // Защита и карантин растений, № 12, 2006 – С. 30-32.

Динамика гематологических показателей представителей двух видов настоящих тюленей под влиянием левамизола

Юрко А.С. (*г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, e-mail: yualex@list.ru*)

The investigation of leukocytes general number modifications, the investigation of two species of marine mammals peripheral blood leukogram, the investigation of some cytochemical values of lymphocytes after nonspecific immunostimulant levamisole injecting were carried out. The increase of absolute value of leukocytes, neutrophiles, monocytes were determined. The modifications of cytochemical values of lymphocytes were discovered. The possible reasons of such modifications are discussed.

В конце прошлого века почти повсеместно отмечалось резкое сокращение численности тюленей. По мнению ряда авторов, инфекционные заболевания явились причиной массовой гибели тюленей и дельфинов в 80-х начале 90-х гг. в Северном и Балтийском морях, в озере Байкал, у побережья США (Raloff, 1994, Harwood, 1989; Dietz, 1989). Высокий уровень заболеваемости и смертности морских млекопитающих от бактериальных и вирусных инфекций, случаи массовой их гибели в природных условиях вызывают интерес к изучению строения и функционирования лимфоидной системы этих животных. Существенно, также, что лимфоциты – единственный тип клеток крови, способных к дальнейшей пролиферации и дифференцировке. Благодаря этому они отражают, в известной степени, изменения метаболизма других тканей и органов, их реакцию на стимулирующие и угнетающие воздействия.

Поскольку морские звери эволюционировали в среде, где отсутствовали патогенные микроорганизмы суши, было высказано предположение о более примитивном строении иммунной системы, чем у современных наземных млекопитающих (Cavagnolo, 1979; Сыкало, 1982). Однако до сих пор нет каких-либо точных данных об особенностях иммунологического реагирования этих животных. Всестороннее изучение состава и свойств крови морских млекопитающих вносит определенный вклад в решение одной из фундаментальных проблем териологии – выяснение метаболических основ и особенностей иммунологического реагирования морских зверей. Эти исследования позволяют прояснить малоизученные вопросы о связи метаболических и иммунологических реакций морских млекопитающих, формировании иммунологических функций у ластоногих, дополняют представления об эволюции и развитии иммунной системы, о метаболических иммунодефицитах.

Цель работы - оценка влияния неспецифического иммуностимулятора левамизола на некоторые гематологические показатели серого и гренландского тюленей.

Материал получен от гренландского тюленя (возраст 5 лет), и серого тюленя (возраст 1 год) в октябре 2006 г. Кровь брали из экстрадуральной вены. В качестве иммуностимулятора использовался левамизол (декарис) – синтетический препарат, применяющийся обычно как антигельминтное средство. При изучении антигельминтного действия левамизола было обнаружено, что он повышает общую сопротивляемость организма и может быть использован как средство для иммунотерапии. Левамизол стимулирует в основном клеточный иммунитет (Машковский, 1984). Способность имитировать тимусный гормон обеспечивается его имидазолподобным воздействием на уровень циклических нуклеотидов в лимфоцитах. Препарат благоприятно влияет на иммунологический статус путем восстановления эффекторных функций периферических Т-лимфоцитов и фагоцитов, стимуляции созревания предшественников Т-лимфоцитов аналогично действию тимусных гормонов. Стимулирует хемотаксис и фагоцитоз полиморфноядерных лейкоцитов, увеличивает число моноцитов в крови. Левамизол является мощным индуктором дифференцировки. Препарат вызывает быстрый первичный эффект (через 2 часа при пероральном приеме).

В 1-й день эксперимента декарис дали животным после контрольного отбора крови. В 1-й, 2-й и 3-й дни гренландскому тюленю давали орально 150 мг декариса, серому тюленю в 1-й и 3-й - 100 мг, в 4-й 150 мг препарата. Мазки крови изготавливали общепринятым способом, окрашивали смесью Романовского-Гимза. Метаболическую активность лимфоцитов оценивали на основе цитохимического подхода: выявляли районы организаторов ядрышка при окрашивании нитратом серебра (Howell, Black, 1980), активность неспецифической эстеразы (НЭ) (Müller et al., 1975), в модификации (Кавцевич, 1982). Препараты изучали с использованием масляной иммерсии (объектив 100×, окуляр 5×).

Результаты подсчета относительного содержания гранулоцитов, лимфоцитов и моноцитов представлены в таблице. В сравнении с исходными значениями показателей, в конце эксперимента у тюленей выявляется увеличение абсолютного и относительного числа нейтрофилов, моноцитов (таблица, рис. 1, 2). На 4-й день в крови гренландского тюленя в 3 раза увеличилось абсолютное число нейтрофилов (рис. 1). Относительное количество лимфоцитов в крови животных уменьшилось. Соотношение лимфоциты/нейтрофилы изменилось у гренландского тюленя с 0.48 до 0.27, у серого тюленя с 0.7 до 0.4. Для сравнения, соотношение лимфоциты/нейтрофилы у гренландского тюленя в возрасте 3.5 лет – 0.53, у серого тюленя в возрасте 1.5 месяцев - 0.58. Высокое значение этого показателя в крови серого тюленя свидетельствует о более зрелой системе специфического иммунитета у годовалого животного.

Помимо подсчета абсолютного и относительного количества лейкоцитов крови мы выявляли районы организаторов ядрышка и

неспецифическую эстеразу (НЭ) в лимфоцитах тюленей. Интенсивность окрашивания районов организаторов ядрышка (АгЯОР) – видоспецифичные признаки. Они изменяются при нарушениях в соответствующих участках генома и патологических состояниях (Maug et al. 1983). Морфологические характеристики ядрышка отражают важнейшие молекулярно-генетические процессы и являются объективным индикатором клеточного метаболизма. Число окрашенных серебром районов организаторов ядрышка считают одним из показателей, отражающих интенсивность пролиферации клеток (Архипчук, 1995).

Количество лимфоцитов с одним АгЯОР у серого тюленя - 96%, гренландского – 76%. Наблюдается небольшое увеличение активности организаторов ядрышка в лимфоцитах гренландского тюленя, и незначительное колебание этого показателя у серого тюленя (таблица). Коэффициент корреляции между числом лимфоцитов и числом АгЯОР у серого тюленя - 0.6, у гренландского тюленя - -0.55 (сходные данные были получены от этого тюленя, содержавшегося в условиях неволи более трех лет). Отрицательная корреляция между числом лимфоцитов и АгЯОР может отражать недостаточную эффективность функционирования или даже угнетение молекулярных механизмов синтеза нуклеиновых кислот у этого животного.

Таблица

Некоторые гематологические показатели тюленей в эксперименте

День эксперимента	Лейкоцитарная формула, %						АгЯОР	Число эстеразоположительных гранул в лимфоците
	П	С	Э	Б	М	Л		
Гренландский тюлень								
1-й	2	51.5	11.5	0.5	8.5	26.0	1.21	5.09
2-й	1	52.0	15.0	0	4.0	28.0	1.21	5.38
3-й	2	60.5	8.0	0	1.0	28.5	1.27	5.00
4-й	1	60.0	10.0	0	12.5	16.5	1.28	4.44
Серый тюлень								
1-й	0	55.0	1.5	0	5.0	38.5	1.07	3.40
2-й	2.5	60.5	2.0	1.0	3.5	30.5	1.04	4.84
3-й	6	58.5	4.5	0.5	3.0	27.5	1.04	4.56
4-й	2	59.0	3.5	0	11.0	24.5	1.05	4.03

Примечание: П, С, Э, Б, М, Л – палочкоядерные и сегментоядерные нейтрофилы, эозинофилы, базофилы, моноциты, лимфоциты, АгЯОР - среднее число в 1 лимфоците окрашенных серебром районов организаторов ядрышка.

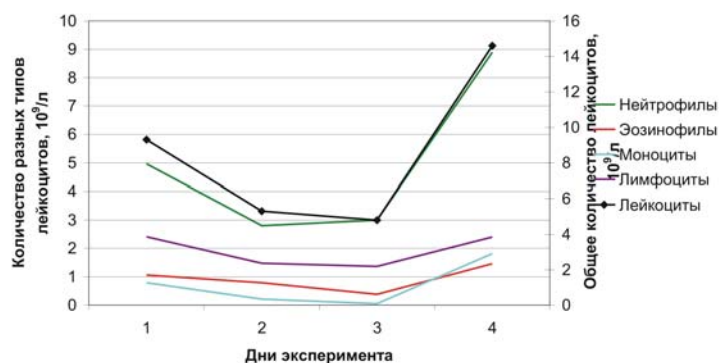


Рис. 1. Вариабельность клеточного состава крови гренландского тюленя

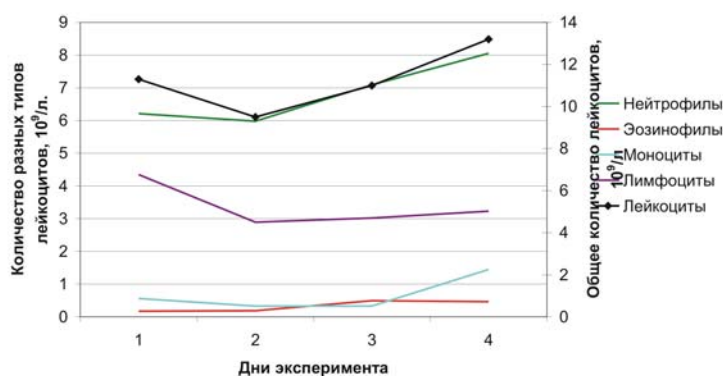


Рис. 2. Вариабельность клеточного состава крови серого тюленя

Оценивая активность неспецифической эстеразы, мы подсчитывали окрашенные гранулы, образовавшиеся в результате цитохимической реакции. Количество гранул, содержащих НЭ отражает уровень активации лизосомального аппарата клетки. При стимуляции клеток, на ранних этапах подготовки их к синтетическому периоду, предшествующему митозу, происходят дезагрегация лизосом и увеличение их числа.

В нашем исследовании соотношение лимфоцитов с различным числом гранул достоверно изменилось (по критерию χ^2 при $p=0.95$) на 2-й день у серого тюленя. Повышение числа лимфоцитов, содержащих более 3-х гранул с НЭ на 2-й день (после приема левамизола) свидетельствует об активации иммунологических процессов (таблица). Далее, в крови тюленей повысилось число клеток, содержащих меньшее число гранул, однако только у гренландского тюленя количество лимфоцитов, содержащих 3 и более гранул, достоверно снизилось на 4-й день наблюдений. Среднее число эстеразоположительных гранул в лимфоцитах гренландского тюленя во 2-й и 3-й дни мало отличалось от контроля (таблица).

Динамика картины крови у животных в ходе эксперимента была сходной. Под действием левамизола увеличилось содержание нейтрофилов и моноцитов в крови животных. Абсолютное число лимфоцитов,

активность НЭ и AgЯОР изменялось незначительно, что указывает на слабый эффект иммуностимулятора на систему специфического иммунитета. Выявленные различия содержания форменных элементов крови, активности окрашенных серебром районов организаторов ядрышка могут указывать на видовые особенности функционирования защитных сил организма животных. Стабильный эффект иммуностимулятора наступает медленно. Окончательное суждение об эффективности действия левамизола можно сделать через 4-6 месяцев от начала приема препарата. Изучение пролонгированного действия левамизола – задача последующего исследования картины крови экспериментальных животных.

Список литературы

1. Архипчук, В.В. Структурные и функциональные изменения геномов в филогенезе рыб: автореф. дис. ... докт. биол. наук / В.В. Архипчук. – Киев, 1995. - 44 с.

2. Кавцевич, Н. Н. Активность неспецифической эстеразы и щелочной фосфатазы в лейкоцитах афалины / Н. Н. Кавцевич // VIII Всесоюз. совещ. по изучению, охране и рациональному использованию морских млекопитающих, 5-8 октября 1982 г., г. Астрахань: Тез. докл. - Астрахань, 1982. - С. 150-151.

3. Машковский, М. Д. Лекарственные средства: В 2 томах. Т. 2. – 9-е изд., перераб. и доп. / М. Д. Машковский. – М.: Медицина, 1984. – 576 с.

4. Сыкало, А.И. Иммунологические проблемы адаптации китообразных к ноогенной среде обитания // Тез. докл. 8 Всес. совещ. по изуч., охране и рац. исп. морских млекопит., 5-8 окт. 1982 г., г. Астрахань. - Астрахань, 1982. - С. 355-357.

5. Cavagnolo, R. The immunology of marine mammals // *Develop.Comp.Immunol.* -1979. - Vol.3. - N2. - P. 245-257.

6. Dietz, R. Mass deaths of harbour seals (*Phoca vitulina*) in Europe / R. Dietz, M.-P. Held-Jorgensen, T. Harkonen // *AMBIO.* - 1989. – 18. - №5. – P. 258-264.

7. Harwood, J. Lessons from the seal epidemic / J. Harwood // *New. Sci.* - 1989. – 121. - № 1652. – P. 38-40, 42.

8. Howell, W. M. Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer. A 1-step method / W. M. Howell, D. A. Black // *Experientia.* - 1980. - V. 36. - P. 1014-1015.

9. Mayr, B. Investigation of nucleolar markers in the peripheral blood smear cells in nine species of domestic animals and in man / B. Mayr, K. Schellander, W. Schleger // *Zbl. Vet. Med.* - 1983. - Bd. 30. - № 2. - P.725–736.

10. Müller, J. Nonspecific acid esterase activity: a criterion for differentiation of T and B lymphocytes in mouse lymph nodes / J. Muller, del Re G. Brun, H. Buerki, et al. // *Eur. J. Immunol.* - 1975. – Vol. 5. - N4. - P. 270-275.

11. Raloff, J. Somethings fishy. / J. Raloff // *Sci. News.* – 1994. – 146. – 1. - P. 8-9.

***СЕКЦИЯ:
«БИОЭКОЛОГИЯ»***

О методологии устойчивого лесопользования в регионе

Бескищенко В.В., Мартемьянова Е.С. (МГТУ, кафедра биоэкологии, e-mail: vital.beskischenko@rambler.ru; axday@mail.ru)

Summary. This report shows age structure and all types of forests in Murmansk region. The time throw is recommended according to types of forests. The methods of forestry, including region specificity, are estimated. The methods of the definition of design cutting area are analyzed.

Устойчивое лесопользование означает управление лесами и лесными площадями и их использование таким образом и с такой интенсивностью, которые обеспечивают их биологическое разнообразие, продуктивность, способность к возобновлению, жизнеспособность, а также способность выполнять в настоящее время и в будущем соответствующие экологические, экономические и социальные функции на местном, национальном и глобальном уровнях, без ущерба для других экосистем (Европейская Декларация по охране лесов, Хельсинки, 1995). Каждая страна должна приступить к разработке принципов и критериев устойчивого ведения лесного хозяйства и управления лесами. Критерии устойчивого лесоводства должны быть развиты на основе общих принципов, а также учитывать региональную специфику.

Рекомендовано, что методы ведения лесного хозяйства и лесопользования должны в максимально возможной степени соответствовать естественной динамике лесных сообществ, за исключением экологических и антропогенных лесных катастроф. При составлении планов лесного хозяйства и расчета лесосеки необходимо исходить из экологически оптимального соотношения на данной территории лесов на разных стадиях сукцессии, в том числе старовозрастных "перестойных" лесов; лесных и не лесных площадей; соотношения охраняемых природных территорий, территорий с ограниченным лесопользованием и интенсивно используемых лесов.

В соответствие с принятой Декларацией, Лесной Кодекс РФ (в редакции 1997г. и новой, с 1.01.07г, ст. 10)., подразделяет леса, расположенные на землях лесного фонда, по целевому назначению на группы: защитные (I), резервные (II) и эксплуатационные (III) (1). Их соотношение по территории страны 23 %, 7 % и 70 % соответственно (2). Исследуемый регион (Мурманская область) отличается от страны отсутствием резервных лесов и преобладанием защитных над эксплуатационными – 65% - I группы, 35% - III гр. Всесторонний анализ природно-географических характеристик, проведенный специалистами Архангельского института леса и лесохимии, показал необходимость перевода значительной части лесов III группы на территории Мурманской

области в леса I группы (притундровые защитные) с соответствующим запретом на все рубки главного пользования.

Поэтому приоритеты в лесной политике региона должны быть иными, чем в целом по стране, т.е. на первом месте не столько экономическое, сколько экологическое и социальное значение лесов. Здесь все большую роль должны играть виды лесопользования, при которых древостой, как основной компонент лесного биогеоценоза, должен оставаться нетронутым, сохраняя свои защитные функции. На этом постулате и должна строиться вся методология устойчивого лесопользования в регионе.

Лесные сообщества на Кольском полуострове находятся на северном пределе распространения. Это наиболее северные в Европейской России леса, заходящие так далеко из-за отсутствия многолетней мерзлоты вследствие тепляющего влияния Гольфстрима. В современный период прослеживается выраженная зональность территории. Выделяются две зоны – лесотундровая, площадью 46 тыс. км² и северотаежная – 52 тыс. км². Общая площадь коренных лесных насаждений Мурманской области с учетом лесотундровых березняков составляет приблизительно 30 тыс. км². Карта их разделения по породам приведена в Экологическом атласе Мурманской области.

Авторами за 1998-2005гг обобщены материалы, показывающие современную возрастную структуру и породный состав лесов региона. По лесотаксационным картам и таксационным описаниям выделов как старовозрастные были выделены насаждения, в которых возраст большей части деревьев первого яруса преобладающей породы приближается к возрасту естественной спелости в данных лесорастительных условиях. Из анализа следует, что в динамике возрастной структуры лесов четко прослеживается тенденция накопления спелых и перестойных пород (рис.1), более половины лесных массивов являются спелыми и перестойными. Около 30 % относится к мягколиственным породам, которые на Севере не относятся к товарным видам (рис. 2). Поэтому при лесовосстановлении особое внимание необходимо уделять хвойным породам.

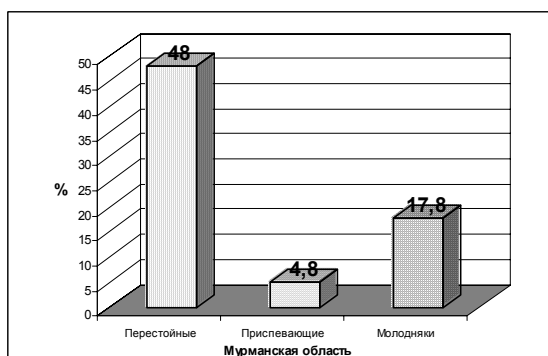


Рис.1. Возрастная структура лесов региона.

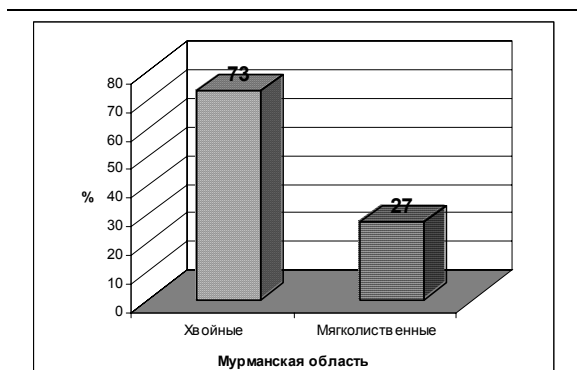


Рис.2. Породный состав лесов региона.

По результатам государственного учета лесного фонда на территории 10 лесхозов региона были проведены лесоустроительные работы, результатом которых является разработка системы мероприятий, направленная на рациональное использование лесного фонда, установление рекомендованных возрастов рубок (табл.1).

Таблица 1.

Возрасты рубок в зависимости от категорий лесов (число лет)

Категория лесов	Название хозяйства		
	сосновое	еловое	мягколиственное
а) зеленые зоны	201-202	181-200	81-90
б) запретные полосы вдоль рек, озер (возможные к эксплуатации)	161-180	141-160	71-80
в) защитные полосы вдоль дорог	201-220	181-200	81-90
г) все леса защитной группы	141-160	121-140	61-70

Структурно-динамический подход к определению коренных лесов подразумевает, что существует некоторая минимальная площадь участка леса, при которой динамика случайных нарушений, поддерживающая постепенную смену древесного яруса, имеет относительно равновесный характер. Так, для ельников Северной Карелии, минимальная площадь участка леса, необходимая для устойчивого самоподдержания, составляет 1700-2250 га. Аналогичные расчеты для Мурманской области дают площадь таких участков 4300-5600 га. Они получены на основе материалов лесной таксации, данных дистанционного зондирования со спутников Spot и Ресурс-О3, полевых исследований. В работе (5) представлена карта крупных, площадью более 5 тыс. га массивов старовозрастных лесов, в наибольшей степени способных к устойчивому самоподдержанию. На этих территориях преобладают коренные леса, но имеются также другие естественные экосистемы, причем вся территория не расчленена хозяйственной инфраструктурой и образует единый взаимосвязанный природный комплекс.

Одним из основных инструментов, обеспечивающих устойчивость и непрерывность лесопользования, призвана служить расчетная лесосека, определяющая максимально возможный объем вырубок, который должен соответствовать объему ежегодно прирастающей древесины. Однако из шести формул расчетной лесосеки только одна – лесосека равномерного пользования – может соответствовать этому принципу и именно она практически никогда не применяется для расчетов. В подавляющем большинстве эксплуатационных лесов Мурманской области применяется формула второй возрастной расчетной лесосеки, которая ориентирована только на полное обеспечение потребности в сырье и не является оптимальной, поскольку не учитывает оборот рубки, структуру древостоев, тенденции их изменения и рассчитана на вырубку всех

средневозрастных, приспевающих, спелых и перестойных лесов в течение 60 лет. Однако, при этом не учитываются следующие факторы:

1) эта расчетная лесосека не учитывает экономическую доступность лесов и предполагает равномерную лесозаготовку по всей территории лесного фонда. При определении ее величины к спелым и перестойным относят естественные ненарушенные леса с разновозрастным древостоем, что приводит к завышению площади и запаса эксплуатационных лесов. Все бы стало на свои места, если бы лесосеку рассчитывали с учетом фактора экономической недоступности значительной части лесного фонда;

2) кольские хвойные леса произрастают на пределе их распространения, однако для них действуют те же правила рубок и исчисления расчетной лесосеки, что и для всей Европейской России. Не учитывается и то, что леса достигают здесь возраста спелости гораздо позже, что лес восстанавливается гораздо труднее. Даже в южных районах области урожай шишек, обеспечивающий успешное возобновление, случается в среднем раз в 10 лет, а в северных районах и заболоченных местах он может случаться еще реже (рис. 3,4). В Ковдозерском лесхозе введена в производство теплица для выращивания семян с закрытой корневой системой, по финской технологии, что позволит улучшить качество посадочного материала и расширить сроки выполнения лесокультурных работ (рис.5).

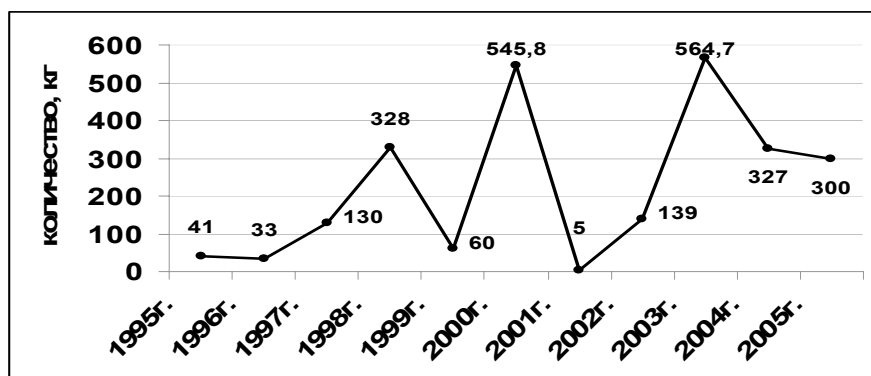


Рис. 3 . Динамика заготовки лесных семян в Мурманской обл.



Рис. 4. Ель-семенник

Особого внимания заслуживает проект “Кузоменские пески ”. На побережье Белого моря под влиянием эрозионных процессов образовалась саморегулирующаяся безлесная "пустыня" (рис.6). Причин ее появления несколько, но главными являются

нерегулируемый выпас скота, оленей, лесные пожары и вырубка леса. Эрозия продолжается уже более сотни лет, и в результате ее создалась неблагоприятная экологическая обстановка в устье реки Варзуга, являющейся богатейшей семуужьей рекой России.



Рис. 5. Пикетировка саженцев



Рис.6. Кузоменские пески

Главной задачей устойчивого лесного хозяйства в Мурманской области является сохранение и повышение потенциала лесов для поддержания экологического баланса, сохранения биоразнообразия и компенсации крупных антропогенных нарушений окружающей среды как в регионе, так и в Северной Европе в целом; поиск альтернативных путей развития: комплексное использование природных ресурсов, включая использование недревесных ресурсов, рыболовство, развитие рекреационных услуг. В данный период лесопромышленный сектор области должен ориентироваться на постепенное сворачивание промышленных рубок. Необходимо отметить низкую эффективность лесовосстановительных работ в северо-таежных редколесьях, что обусловлено крайне неблагоприятными климатическими, почвенными условиями и антропогенными факторами региона. Соблюдение лесоводственных правил, обязательность ведения лесопатологического мониторинга и лесной сертификации, государственная лесная политика в отношении малонарушенных лесов и многое другое становятся обязательными компонентами международной системы устойчивого управления лесами.

Вышеизложенные региональные особенности должны учитываться при выработке принципов и критериев устойчивого лесопользования.

Список литературы

1. Лесной Кодекс РФ: Федеральный закон № 200-ФЗ от 4.12.2006.
2. Бескищенко В.В., Мартемьянова Е.С. О лесной сертификации в России // Вестник МГТУ: Труды МГТУ, т.9, № 3, 2006.
3. Бескищенко В.В., Мартемьянова Е.С. Региональные инструменты лесной политики для сохранения устойчивого управления лесами // Экономика природопользования и природоохраны: Матер. IX Межд. научно-практич. конференции.- Пенза, ПГУ, 2006.

4. Мартемьянова Е.С., Бескищенко В.В. Проблемы управления лесопромышленным комплексом Мурманской области // Матер. Междунар. Науч.-практ. Конф. «Современные проблемы экономики, управления и юриспруденции»-2007. Мурманск, МГТУ, 2007.
5. Экологический атлас Мурманской области. М., 1999. 52 с.

Обобщение и визуализация данных экологического мониторинга методом ГИС

Бессолов А.Ю. (МГТУ, каф. Геоэкологии, e-mail: unsolo@mail.ru)

This article reveals the results of the project aimed at the generalizing and visualization of the ecological monitoring data of the rivers and lakes, located in the Murmansk region applying the GIS method. This article describes the aims and objectives of this project, the importance of carrying it out, as well as the main stages of performing it.

Одной из существенных задач, возникающих при исследовании водных объектов, является изучение гидрографических характеристик рек и озер, а так же изменений данных параметров. Значение гидрографических характеристик важно с практической стороны вопроса. Их необходимо учитывать при использовании водотоков и водоемов для всех видов водоснабжения: бытового, технического и транспортного. При строительстве гидротехнических сооружений требуется знать географическое распределение водных объектов для рационального использования энергетического потенциала региона. Гидрографические характеристики учитываются при орошении, от них зависит оценка продуктивности водоемов при рыборазведении. Следовательно, данные характеристики являются важной составляющей при определении возможности использования водного объекта в хозяйственных целях.

Кроме того, гидрографические характеристики необходимы и для решения ряда научных вопросов. Они ценны для гидрологических дисциплин тем, что с их помощью нередко можно решать вопросы происхождения подземных и речных вод, степень перемешивания воды в озерах и реках. Сведения о гидрографических показателях позволяют более полно познать и чисто физические процессы, совершающиеся в водоемах и водотоках: динамику водных масс, замерзание, испарение и многое другое. Такие данные необходимы также для гидрохимии, геохимии, почвоведения, геологии и ряда других наук, в той или иной мере связанных с изучением гидросферы.

До появления новых цифровых информационных технологий при изучении водных объектов и экологических проблем, связанных с ними, преимущественно использовались обычные геодезические карты разных масштабов. Также существуют каталоги и атласы, содержащие информацию о реках и озерах, которые представляют интерес для исследования. Все они характеризуются высокой точностью исполнения и достаточной степенью отражения реальности. Но им присущи и недостатки: это отдельные материалы, не несущие под собой единой информационной платформы, что приводит к серьезным трудностям при сопоставлении данных, взятых из различных источников. Весьма

трудоемкий процесс соединения информации в общей базе занимает много времени и отвлекает исследователя от выполнения основной работы. Также существует проблема наглядного представления материала, что в свою очередь не позволяет четко оценить динамику происходящих процессов. В процессе работы полученные данные могут устаревать, что отрицательно сказывается на конечном результате исследования.

С появлением новых геоинформационных систем данные проблемы стали решаемы. Информация, объединенная по средствам компьютерных технологий в общие базы данных и имеющая единый индикационный ключ, поддается необходимой обработке. Ее можно трансформировать, выделять наиболее важные моменты, а также обновлять в режиме реального времени. Все это дает возможность создавать проекты, обладающие высокой информативностью.

Еще один «плюс» - это возможность наглядного представления материала в доступной и интересной форме, что способствует привлечению внимания общественности, как к самим проблемам экологии, так и к путям решения этих проблем.

Зарубежные научно-исследовательские институты имеют большую практику по применению ГИС-технологий в своих исследованиях. К сожалению, Россия и бывший СССР не участвовали в мировом процессе развития геоинформационных технологий вплоть до середины 1980-х годов. Тем не менее, в последние годы в условиях всеобщей глобализации и мирового сотрудничества наша страна получила богатый опыт в этой сфере и даже выходит на лидирующие позиции.

С развитием в России цифровых информационных технологий и повсеместным распространением персональных компьютеров появилась возможность обработки и представления изучаемой информации с помощью программных продуктов, предоставленных ведущими разработчиками программного обеспечения. Одним из них является компания ESRI – признанный лидер в области разработки и внедрения программных продуктов для создания географических информационных систем. Компания ESRI разработала семейство продуктов ArcGIS которое включает три основных составляющих: ArcView, ArcEditor, ArcInfo, которые представляют собой семейство программ с единым интерфейсом и общими принципами работы.

Для создания проекта по объединению и визуализации данных экологического мониторинга рек и озер Мурманской области была использована программа ArcView – самое доступное ГИС–приложение, в котором можно создавать высококачественный картографический материал, управлять наборами пространственных данных, метаданными, использовать данные из различных источников, проводить простое редактирование и анализ. Платформа ArcView разработана на основе стандартов компьютерной отрасли, что обеспечивает широкие возможности интеграции и взаимодействия с другими информационными

системами и упрощает работу пользователей (Семейство программных продуктов нового поколения, 2004).

Целью проведенной работы являлась визуализация результатов экологического мониторинга на базе математико-графической модели карты Мурманской области методом ГИС. В основе лежит векторная многослойная карта, созданная на базе программы ArcView, а также данные, полученные из каталога озер Мурманской области (Каталог озер Мурманской области, 1962).

Для создания проекта необходимо было выполнить следующие условия:

1. анализ и обработка письменного материала каталога;
2. адаптация материала для работы с программой ArcView;
3. редактирование электронной карты;
4. создание атрибутивных таблиц для слоев карты;
5. перенос данных каталога в атрибутивные таблицы.

Объектом исследования работы выступали реки и озера, отображенные на многопользовательской цифровой карте Мурманской области. Предметом исследования являлась структура оцифровки письменного материала каталога рек и озер Мурманской области.

При создании идентификационной базы рек и озер использовался метод пространственного сравнения с топографическими картами, подкрепленный сведениями о географическом положении объектов. Успешность и эффективность применения ГИС во многом зависели от правильно составленного плана и правил работы, которые составляются в соответствии со спецификой задач.

Для визуализации результатов экологического мониторинга включающего в себя данные по гидрографическим характеристикам озер, был создан проект математико-графической модели карты рек и озер Мурманской области. Проект создавался на базе программного обеспечения ArcView 3.2a.

Основное внимание в работе было уделено созданию цифровой карты, служащей фундаментом для построения информационной базы. Главная идея исследования была связана с разработкой структуры создания проекта и получения вариантов наглядного представления данных, содержащихся в каталоге озер Мурманской области. При этом делалось допущение о том, что существует множество различных вариантов компоновки данных в процессе визуализации. Обработка данных производилась с использованием пакета ArcView; результаты исследований имеют графическое представление.

На первом этапе исследований была описана структура геоинформационных систем, их общие характеристики и возможные варианты применения. В частности были изучены возможности при работе с программой ArcView: структура, функции, применение. Второй этап включал в себя непосредственно само создание проекта, включающее в себя обработку данных каталога озер Мурманской области, создание

цифровой модели карты и соединение данных на общей платформе. В процессе исследований были получены следующие результаты:

1. Программа ArcView отвечает требованиям необходимым при создании картографических проектов. Ее применение упрощает анализ и подготовку материалов исследований для получения наглядного представления данных полученных в процессе экологического мониторинга.

2. Все собранные данные мониторинга сохраняются в системных таблицах проекта и могут быть выведены на экран или печать в виде различных компоновок, включающих в себя картографический материал, который в свою очередь подкреплен структурными элементами проекта.

3. Данные, содержащиеся в проекте, могут корректироваться в соответствии с их изменениями во времени. Так же существует возможность внесения новой информации и присоединение ее к уже существующим базам данных, что в свою очередь позволяет создавать более информативные модели. Модели могут служить целям обратного и прямого прогноза переменных по имеющимся гидрографическим данным, в сочетании с построением плана будущих исследовательских работ в соответствии с гидрографическим сценарием.

Таким образом, выполненная работа по объединению и визуализации данных экологического мониторинга рек и озер Мурманской области показала необходимость внедрения современных геоинформационных технологий в исследовательскую деятельность в области экологии. С учетом актуальности создания цифрового картографического материала и востребованности подобных информационно-картографических проектов, требуется дальнейшая работа по внесению новых данных из разных областей экологического мониторинга.

Список литературы

1. Каталог озер Мурманской области. – Изд-во академии наук СССР, 1962.
2. Семейство программных продуктов нового поколения. – DATA+, 2004.

Некоторые особенности биологии и структуры популяции *Metridia longa* (Lubbock) в центральной и северо-восточной части Баренцева моря

Габова О. В. (г. Мурманск, ПИНРО, e-mail: Gabova@pinro.ru)

Based on the materials from the research cruises in the Barents Sea, in September 2002 and 2005, the data on distribution of abundance and structure of the arctic copepod *Metridia longa* (Lubbock) depending on the temperature regime in the sea are analysed. High concentrations of small crustaceans with maximal density of 500-600 ind./m³ were found. The biomass varied within the range of 1-50 mg/m³.

Metridia longa (Lubbock) относится к массовым представителям арктической группировки зоопланктона Баренцева, Белого и других северных морей (Яшнов, 1940; Перцова, 1971, 1974; Волков, 1996). При обилии *M. longa* или недостатке другой пищи она нередко становится объектом массового откорма молодежи и взрослых особей мойвы (Пущаева, 1992; Орлова, Бойцов, Ушаков, 2004).

По имеющимся литературным данным (Шулдал и др., 1987), в центральной части Баренцева моря в теплый период начала 80-х годов этот вид характеризовался низкой численностью и ограниченным распределением. Исключением были отдельные холодные годы с повышенной численностью *M. longa*. В 80-90-е гг. был отмечен более широкий диапазон ее пространственного распределения и относительной численности в составе крупного планктона - *Calanus finmarchicus*, *C. glacialis*, *C. hyperboreus* (Орлова, Бойцов, Ушаков, 2004). При этом особенностью *M. longa* в осенний период было преимущественное обитание в нижних слоях воды, где ее значение нередко достигало 50-65 %. Однако максимальные значения биомасс не превышали 50-60 мг/м³, поскольку этот вид характеризуется мелкими размерами.

Цель настоящего исследования – проследить особенности распределения *M. longa* разных возрастных групп и их роль в формировании биомасс в центральной и северо-восточной части Баренцева моря в водных массах разного происхождения в аномально теплые годы (2002, 2005).

Анализ численности и распределения *M. longa* был основан на результатах обработки 35 проб мезозоопланктона, собранных во время проведения экосистемной съемки Баренцева моря в августе-сентябре 2002 и 2005 гг. на научно-исследовательских судах ПИНРО (Россия) и БИМИ (Норвегия). Планктон собирался сетью Джели с диаметром входного отверстия 37 см с капроновым ситом № 38 (размер ячеек 180 мк) в водном слое дно-0 м. Биомасса *M. longa* определена на основе подсчета

численности организмов разных стадий (экз./м³) и их средней массы (Богоров, 1938) и выражена в мг/м³.

Для оценки степени влияния абиотических параметров на распределение и развитие планктонных организмов проводился анализ океанографических материалов, собранных одновременно с планктонным материалом.

Проведённые океанографические исследования показали, что температура поверхностных вод восточной части Баренцева моря в сентябре 2002 г. была ниже среднемноголетнего уровня в среднем на 0,5-1,0 °С. Толщина верхнего квазиоднородного слоя достигала 35-45 м в районе ветвей Новоземельского течения и не превышала 20 м к северу от 78°30' с.ш. Глубже температура воды в целом была выше нормы. Тепловое состояние глубинных и придонных вод Баренцева моря соответствовало уровню теплых лет (Боровков, Бойцов, Ожигин и др., 2004).

В сентябре 2005 г. температура поверхностных вод превышала норму в среднем на 0,7-1,2 °С. Толщина верхнего квазиоднородного слоя достигала 25-30 м. В глубинных и придонном слоях температура воды была на 0,5-1,5 °С выше нормы, что наиболее отчетливо прослеживалось в системе Новоземельского течения и его ветвей (Состояние биологических ресурсов..., 2006).

Основные работы проведены в районах Баренцева моря, в которых были обнаружены массовые скопления *M. longa*. Так в сентябре 2002 г. они находились преимущественно в водных массах арктического происхождения, а в 2005 г. в холодных баренцевоморских, приуроченных к восточной и центральной частям моря (Ожигин, Ившин, 1999).

В 2002 г. в арктических водных массах (77-80 ° с.ш.) плотность скоплений *M. longa* существенно колебалась (рис.1А). Отмечалась достаточно четко выраженная тенденция повышения численности этого вида в восточном направлении (Новоземельская банка, п-ов Адмиралтейства, Мыс Желания), где концентрации рачков нередко достигали 400-600 экз./м³. Этот показатель в значительной степени зависел от возрастной структуры популяции, в частности, наличия молодежи. В свою очередь, количественное соотношение младших и старших копеподитов менялось как по широте, так и по долготе (рис.2А). Так, характерной чертой развития *M. longa* на большей части северных акваторий Возвышенности Персея и Новоземельской банки (40-49° в.д.) было доминирование CI-II (в меньшей степени CIII) стадии; значение CV стадии редко превышало 5 %. Здесь также отмечалось повсеместное присутствие науплий, что могло свидетельствовать о недавнем размножении *M. longa* в этих районах. Исключение составляла самая западная станция (37° в.д.), где преобладали рачки III-IV стадий. На востоке структура была иной. Здесь четко обозначилось присутствие организмов старших возрастных групп (рис. 2А).

Изменения численности и возрастной структуры отразились на биомассе рачков. В районе п-ова Адмиралтейства величины биомассы *M.*

longa за счет старших возрастных групп были наиболее высокими и колебались в пределах 28-50 мг/м³. Биомассы такого уровня в центральной и северо-восточной части Баренцева моря формировались за счет старших возрастных групп. Очевидно, что, несмотря на высокую численность младших стадий развития, они не играли существенной роли в формировании величин биомасс.

В 2005 г. численность *M. longa* была высокой в баренцевоморских водных массах. Как и в 2002 году наблюдалась тенденция увеличения численности рачков в восточном направлении (рис. 1Б). Максимумы скоплений рачков достигали плотности 500-600 экз./м³ и сосредотачивались в восточной части Возвышенности Персея и Новоземельской банки.

Характерной чертой развития *M. longa* на северных акваториях Возвышенности Персея было доминирование СIII-V стадии (рис.2Б). Еще севернее, в районе Земли Франца Иосифа (ЗФИ), были отмечены четко выраженные локальные различия структуры популяции *M. longa*. На западе района доминировали особи старших стадий развития, также было много науплий и неотнерестившихся самок. На востоке же четко преобладали младшие копеподиты (рис. 2Б). В восточной части Возвышенности Персея и на Новоземельской банке возрастная структура популяции была представлена рачками разных (СI-IV) стадий, в то время как науплии и самки практически отсутствовали, но изредка встречались яйца *Metridia*. Однако на самых восточных окраинах Баренцева моря (р-н Мыса Желания), вероятно, размножение этого вида еще проходило достаточно интенсивно, о чем можно было судить по наличию в пробах самок и самцов в соотношении 12:1, а также яиц.

Биомасса в сентябре 2005 г. формировалась за счет старших стадий. Наиболее высокими биомассы были на востоке и в центральной части исследуемой акватории (20-32 мг/м³).

В районе Надежды и на западе Возвышенности Персея численность рачков в уловах была низкой (до 20 экз./м³). Эти скопления состояли в основном из СIII-V стадий и самок. Науплии и яйца встречались редко. Столь низкие концентрации рачков, несмотря на преобладание старших стадий копеподитов, отразились и на биомассах, значения которой не превышали 4 мг/м³, и лишь в районе мыса Желания она достигала 11 мг/м³.

Таким образом, проведенный анализ позволил выявить особенности пространственного распределения и возрастной структуры скоплений арктической копеподы *M. longa* в центральной и северо-восточной частях Баренцева моря в сентябре 2002, 2005 гг. В эти теплые годы скопления рачков сосредотачивались в холодных глубинных водных массах арктического (2002 г.) и баренцевоморского (2005 г.) происхождения.

Популяция *M. longa* в оба года была представлена науплиями, младшими и старшими копеподитами. Их количественное соотношение варьировало в зависимости от района и водных масс. Если в сентябре 2002 г. высокие концентрации особей *M. longa* наблюдались на северо-востоке

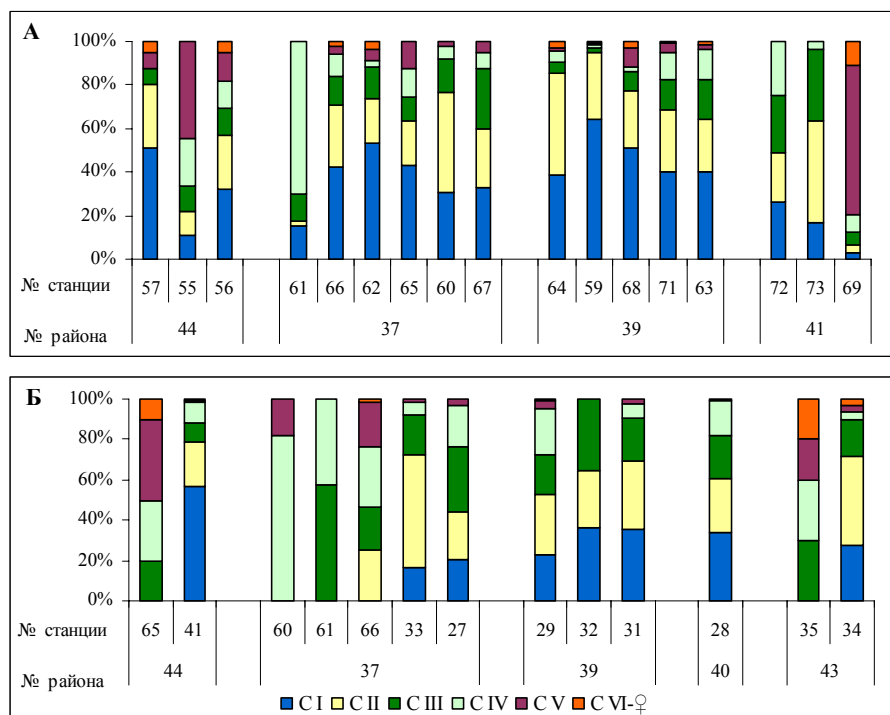


Рис. 2. Возрастная структура *Metridia longa* в слое 0-дно м в сентябре 2002 (А) и 2005 (Б) гг., %.

Список литературы

1. Богоров В.Г. Суточное вертикальное распределение планктона в полярных условиях (в юго-восточной части Баренцева моря)//Тр./ПИНРО. – 1938. – Вып. 2. – С. 93-107.
2. Боровков В.А., Бойцов В.Д., Ожигин В.К. и др. Пространственно-временные изменения абиотических факторов и их влияние на биолого-промысловые показатели Северного бассейна в 2001-2002 гг.// Вопросы промысловой океанологии/ ВНИРО. - М.: Изд-во ВНИРО, 2004. - Вып. 1. - С. 22-39.
3. Веслоногие ракообразные (Copepoda: Calanoidea) морей СССР и сопредельных вод / Бродский К.А., Вышкарцева Н.В., Кос М.С., Мархасева Е.Л. – Л.: Наука, 1983, т. 1. – 358 с. – (Определители по фауне СССР, издаваемые ЗИН АН СССР; вып. 135).
4. Волков А.Ф. Зоопланктон эпипелагиали дальневосточных морей: состав сообществ, межгодовая динамика: Автореф. дис.... докт. биол. наук, Владивосток, 1996. – 70 с.
5. Ожигин В.К., Ившин В.А. Водные массы Баренцева моря. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1999. – 48 с.
6. Орлова Э.Л., Бойцов В.Д., Ушаков Н.Г. Условия летнего нагула и роста мойвы Баренцева моря. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2004. – 198 с.
7. Перцова Н.М. О количественном вертикальном распределении зоопланктона в Кандалакшском заливе Белого моря//Комплексные исследования природы океана. – 1971. – Т.2. – С. 153-162.

8. Перцова Н.М. Распределение и жизненный цикл *Metridia longa* Lubbock в Белом море//Биология Белого моря. – М.: Изд-во МГУ, 1974. – Т.4. – С. 14-31.

9. Пуцаева Т.Я. Суточная динамика питания и пищевые взаимоотношения мойвы и сеголеток трески осенью 1990 г.//Экологические проблемы Баренцева моря: Сб. науч. тр./ПИНРО. – Мурманск, 1992. – С. 200-224.

10. Состояние биологических сырьевых ресурсов Баренцева моря и Северной Атлантики на 2006 г. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2006. – 99 с.

11. Шулдак Х.Р., Хассель А., Рей Ф., Луенг Х. Весеннее развитие фитопланктона и воспроизводство зоопланктона в центральной части Баренцева моря в период 1979-1984 гг. – Влияние океанологических условий на распределение и динамику популяций промысловых рыб Баренцева моря: Сб. докл. III сов.-норв. симпозиума. – Мурманск, 1987. - с. 71-111.

12. Яшнов В.А. Планктическая продуктивность северных морей СССР. – М., 1940. – 84 с.

Об учете факторов воздействия нефтегазодобывающего комплекса на морские арктические экосистемы в методологии ОВОС

Головина Ю.Ю. (МГТУ, кафедра биоэкологии, аспирант, e-mail: yuliya_golovina@list.ru)

Summary. This report shows the peculiarities of gas and oil activity impact on the marine arctic ecosystems, which is necessary for the procedure of the environmental impact assessment.

Одним из приоритетных направлений Энергетической стратегии России является разработка месторождений нефти и газа на шельфах арктических и дальневосточных морей, в том числе Баренцева моря. Суммарные ресурсы углеводородного сырья в недрах шельфов Печорского и Баренцева морей по данным “Единой государственной стратегии изучения и освоения нефтегазового потенциала континентального шельфа РФ” составляют 28% запасов всех акваторий России; причем на нефть приходится 22%, на газ – 30% (Баренцево море – 27%, Печорское – 15%) (рис.1). По прогнозам, к 2020г.



Рис.1. Месторождения нефти и газа в Баренцевом море

более половины нефти в пределах округа будет добываться на шельфе Печорского моря, вырастет добыча на побережье Ненецкого автономного округа (НАО), вывоз нефти с которого планируется морским путем. А разработка только одного Штокмановского месторождения переместит львиную долю добычи газа на шельф Баренцева моря. При этом следует учитывать, что в западной Арктике ряд бореальных экосистем находится в условиях, близких к границе своего распространения и поэтому отличается повышенной чувствительностью к возмущениям внешней среды и пониженной устойчивостью. Месторождения нефти и газа в Западной Арктике находятся на значительном удалении от берега на трудных для обустройства участках

шельфа, в районах с низкой температурой воды и периодическим присутствием плавучих и припайных льдов – там, где процессы самоочищения проходят медленнее, а вероятность различных аварий больше. Поэтому необходим учет воздействий долговременных и распределенных на больших пространствах антропогенных нагрузок на морские экосистемы, характеризующиеся высокой уязвимостью и низкой степенью самовосстановления [3].

Обобщение мирового опыта в области экологического мониторинга показывает наличие значительных экологических последствий для морской среды, вызванных в периоды поисково-разведочных работ и при эксплуатации морских месторождений. При реализации проектов нефтегазового комплекса, на всех этапах освоения месторождений, осуществляется воздействие на морскую среду (на дне и в толще воды): выемка грунта, взмучивание донных осадков, сброс буровых растворов, отработанного шлама и пластовых вод и т.д.

Можно определить следующие основные этапы освоения и разработки морских нефтегазовых месторождений:

- геолого-геофизические изыскания и первичная оценка запасов;
- разведочные бурения и уточнение запасов;
- подготовка и обустройство месторождения;
- промысловые работы;
- завершение и ликвидация.

Один из важных этапов в процедуре оценки воздействия нефтегазодобывающего комплекса на морские арктические экосистемы – идентификация источников воздействия реализации намечаемой деятельности (проекта) на окружающую среду, видов воздействия, а также мер, предусмотренных инициатором намечаемой деятельности для предотвращения, минимизации и/или ликвидации негативного воздействия, оценка достаточности этих мер и ожидаемого эффекта в результате минимизации или полного предотвращения негативного влияния на окружающую среду. При проведении оценки воздействия нефтегазодобычи на морские экосистемы, необходимо обосновать выбор каждого вида воздействия на окружающую среду для рассмотрения и оценки его влияния, определить потенциальную роль и значение каждого вида воздействия реализации проекта на окружающую среду, а также их кумулятивное воздействие. При этом следует учитывать следующее:

- виды воздействия могут различаться по времени (продолжительности) оказываемого ими влияния; длительности проявления последствий воздействия и по периоду, необходимому для восстановления первоначального состояния экосистем (естественным путем и/или посредством специальных мероприятий);
- один и тот же вид воздействия может быть вызван различными источниками воздействия (так, например, шумовое воздействие

может быть оказано в результате движения судов обеспечения, бурения скважин);

- один источник воздействия может вызвать несколько видов негативного влияния на окружающую среду;
- необходимо рассматривать виды воздействия, возникающие в результате строительства и эксплуатации сооружений нефтегазового комплекса на Арктическом шельфе на морские экосистемы в ходе нормальной эксплуатации, в экстремальных условиях работы и при возникновении аварийных ситуаций;
- виды влияния, степень их воздействия различны на разных этапах разработки и обустройства месторождений – добыче углеводородов (в том числе, при буровых и строительных работах, эксплуатации, ликвидации по окончании эксплуатации месторождения, аварийных ситуациях), их транспорте (при строительстве подводного трубопровода, его эксплуатации, ликвидации по окончании эксплуатации месторождения, аварийных ситуациях) и переработке.

Вместе с тем, при проведении оценки воздействия на окружающую среду необходим совместный учет факторов окружающей среды и антропогенных факторов, которые могут оказывать негативное воздействие на шельфовые и береговые сооружения, а также их кумулятивные эффекты при близком расположении нескольких производственных объектов одновременно (рис.2), или когда по мере исчерпания старых и освоения новых запасов в пределах крупных месторождений обычно происходит передислокация локальных нефтяных промыслов (среднее время их существования составляет 20-30 лет) и расширение промысловой деятельности на новые акватории.

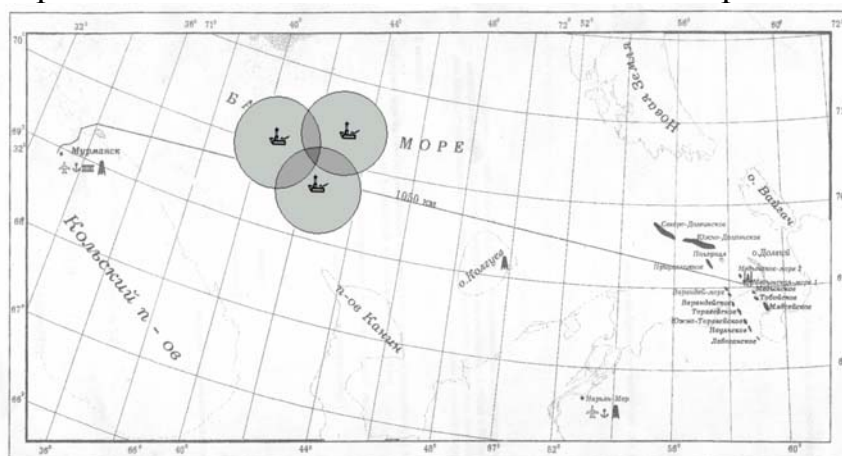


Рис. 2. Карта-схема зон совокупного воздействия нескольких источников

Основные виды воздействий на окружающую среду при обустройстве и эксплуатации месторождений нефти и газа классифицируются следующим образом (3-6):

- прямое воздействие физических полей (термическое, акустическое, электромагнитное и т. д.);

- воздействие через изменение физических качеств среды обитания: увеличение мутности вод, изменение гранулометрического состава и структуры донных осадков, привнесение посторонних предметов, создание искусственных субстратов (элементы конструкций платформ, подводное оборудование кустов скважин, трубопроводы и др.), изменение характера водообмена и гидродинамических условий и т. д.;
- непосредственное химическое воздействие веществами или вообще посторонними, или в необычных для окружающей среды концентрациях; такие вещества содержатся как в самом углеводородном сырье, так в продуктах его переработки, в технологических жидкостях и растворах (буровых и тампонажных растворах и т. д.), в ГСМ, используемых в энергетических установках буровых и добывающих платформ, судов, составе сточных вод и т. д.;
- воздействие через изменение природных химических параметров среды (рН, содержания кислорода в воде, солевого состава вод и т. д.);
- негативное влияние на морскую фауну большого числа добывающих платформ, подводных модулей, судов и механизмов, возникающее при строительстве и эксплуатации сооружений нефтегазового комплекса.
- Пример факторов возможных видов воздействия на морские экосистемы на разных стадиях освоения морских нефтегазовых месторождений приведен в табл. 1.

Таблица 1.

Факторы воздействия на разных стадиях освоения морских нефтегазовых месторождений (Патин, 2001).

Этап	Вид деятельности	Тип и характер воздействия
Геолого-геофизические изыскания	Сейсмические съемки	Помехи рыболовству и другим пользователям, воздействие на морские организмы и ВБР
	Оценка стратиграфии дна (отбор проб грунта и кернов, поверхностные бурения)	Нарушения на морском дне, повышение мутности воды, технологические сбросы
Разведочно-поисковые буровые работы	Операции с передвижными буровыми установками, проходка глубоких скважин	Отчуждение акваторий, нарушения на дне, сбросы буровых и других отходов, повышение мутности воды, выбросы в атмосферу, аварийные ситуации

	Опробование скважин	Загрязнение атмосферы, аварийные ситуации
Подготовка и обустройство месторождения	Установка стационарных платформ, прокладка трубопроводов, судоходство, строительство береговых терминалов и др.	Помехи рыболовству, нарушения на дне, повышение мутности воды, загрязнения с судов
Эксплуатация	Буровые, технологические, транспортные и другие операции	Отчуждение акваторий, сбросы буровых отходов и пластовых вод, повышение мутности воды, аварийные разливы и выбросы, помехи рыболовству и другим пользователям
Завершение и ликвидация	Демонтаж платформ и трубопроводов, консервация скважин и другие операции	Взрывные работы, нарушения на дне и в толще воды, отчуждение акваторий

При идентификации каждого вида воздействия на окружающую среду необходимо обосновать выбор для его рассмотрения и оценки влияния со ссылкой на источник: материалы, представленные инициатором реализации проекта (декларацию о намерениях инвестирования или технико-экономическое обоснование), расчеты экспертов, опыт реализации проектов-аналогов, опубликованные исследования и т.д.

При оценке воздействия нефтегазодобычи на морские арктические экосистемы необходимо оценить перечень предусмотренных инициатором реализации проекта мер по предотвращению и/или минимизации негативного воздействия на окружающую среду (для каждого вида негативных воздействий); возможность предотвращения и/или минимизации негативного влияния на окружающую среду и ликвидации последствий негативного воздействия (при нормальных условиях работы и при возникновении аварийных ситуаций) как с помощью мер, предусмотренных инициатором реализации проекта, так и с помощью существующих технологий вообще; достаточность этих мер, их эффективность и полноту финансирования этих мер за счет средств инициатора реализации проекта.

Список литературы

1. Головина Ю.Ю. Научно-методические подходы к оценке воздействия нефтегазодобычи на арктические экосистемы. – Тез. Междунар. научно-технич. конф. “Наука и образование-2005”, МГТУ, Мурманск, 2005.

2. Головина Ю.Ю. От истории развития процедуры ОВОС к необходимости разработки методологии оценки воздействия нефтегазодобычи на морские арктические экосистемы // Вестник МГТУ: Тр. МГТУ, т. 9, № 3, Мурманск, 2006.

3. Денисов В.В. Эколого-географические основы устойчивого природопользования в шельфовых морях (экологическая география моря). – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. – 502 с.

4. Матишов Г.Г., Никитин Б.А., Сочнев О.Я. Экологическая безопасность и мониторинг при освоении месторождений углеводородов на арктическом шельфе. – М.: Газоил пресс, 2001. – 232 с.

5. Научно-методические подходы к оценке воздействия нефтегазодобычи на экосистемы морей Арктики (на примере Штокмановского проекта) / Под ред. Г.Г. Матишова и Б.А. Никитина. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. – 393 с.

6. Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа. – М.: ВНИРО, 2001. – 243 с.

Природно-климатические особенности Баренцева моря, учет которых необходим при разработке методологии ОВОС

Мартемьянова Е.С., Головина Ю.Ю. (МГТУ, кафедра биоэкологии, аспирант; e-mail: axday@mail.ru; yuliya_golovina@list.ru)

Summary. This report shows physico-geographical and climatic dividing of the sea. The hydro-meteorological peculiarities of the zones, where oil and gas output is realizing or outlined, are considered. The importance of the developing of the marine biosphere reserves on the water areas with a high ecological sense is emphasized.

Разработка нефтегазовых месторождений на шельфе Баренцева моря является стратегическим фактором социально-экономического развития региона, но она не должна противоречить требованиям охраны окружающей среды, сохранения водных биоресурсов (ВБР). При оценке интенсивности и характера воздействия необходимо учитывать комплекс следующих различных факторов: климатических, гидрологических, геоморфологических, геологических. Однако многие теоретические и методологические вопросы учета и оценки региональных воздействий разработаны недостаточно.

Проведенный в работе (3) анализ показал, что степень деградации прибрежных экосистем арктических морей уменьшается в следующем порядке: Баренцево –Лаптевых –Белое –Карское –Восточно-Сибирское –Чукотское. Наиболее уязвимый с экологической точки зрения район – это Баренцево и западная часть Карского морей. В последнее время на этих территориях происходит усиление антропогенного воздействия, связанного с перевыловом морских биоресурсов, освоением нефтегазоносного шельфа, увеличением интенсивности судоходства. Только в 2002г. по Баренцеву морю прошло более 200 нефтеналивных танкеров и эта цифра ежегодно возрастает. За период 1987-2001гг. у норвежского побережья зарегистрирован 1561 случай разливов нефти. Такие утечки создают хроническое воздействие на морские экосистемы, вызывая их деградацию. Согласно подсчетам, удельные затраты на ликвидацию утечек нефти в мире составляют в зависимости от сложности от 3500 до 225000 \$ на 1 литр. Величина экологического ущерба вообще не поддается оценке. Так утечка небольшого количества нефти в 1979г. с судна в Варангерфьорде привела к гибели 20 тысяч толстоклювых кайр. Авария на норвежских морских месторождениях Нурлан-IV и Голиат и возникновение угрозы для промысловых рыб и колоний морских птиц у Лофотенских островов вынудила власти приостановить добычу. В январе 2007г. у берегов Норвегии село на мель судно “Север”, в результате чего в море вылилось 300т. мазута. Масштабы ущерба морской биоте еще предстоит оценить.

Рассмотрим особенности гидрометеорологических условий в районах планируемой нефте- и газодобычи в Баренцевом и Печорском морях, которые должны учитываться при анализе, моделировании воздействий и проведении процедуры ОВОС (2). Предполагаемые к разработке месторождения нефти и газа находятся в районах с сравнительно низкой годовой температурой воздуха, воды и периодическим присутст-

вием плавучих и припайных льдов – то есть там, где процессы самоочищения проходят медленнее, а вероятность аварий больше. По схеме районирования Баренцево море делится на полярно-арктическую и южно-арктическую зоны. Более детальное физико-географическое районирование моря предложено Г.В. Горбацким (1). Разграничение в пределах южно-арктической зоны северо-восточного и юго-восточного районов вполне обоснованно, так как они обладают рядом индивидуальных особенностей (рис.1). Северо-восточный район подвержен влиянию атлантических вод, ему свойст

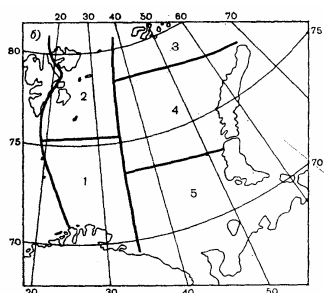


Рис. 1. Границы физико-географических районов

вен морской климат с аномально мягкой для высоких широт зимой. Юго-восточный район отличается наибольшей в пределах Баренцева моря континентальностью климата, обусловленной близостью материка и относительной мелководностью. Здесь находится единственная в пределах Баренцева моря обширная зона вод с пониженной соленостью, сформированная под влиянием стока р. Печоры и Беломорского течения, получившая название Печорского моря. Граница между “океаническим” юго-западным и “континентальным” юго-восточным районами Баренцева моря представляет собой переходную зону, расположенную между 30 и 40° в.д. Мелководность, распресненность и низкая зимняя температура способствуют ускоренному ледообразованию. Продолжительность ледового периода достигает 8 мес. В связи с суровыми климатическими условиями моря, частыми штормами борьба с нефтяными разливами становится проблемой. При низких температурах воды нефть разлагается очень медленно, нефтяное пятно может перемещаться на большие расстояния, впитываться в плавучие льды, а достигнув берега, разлитые нефтепродукты в течение нескольких лет могут представлять угрозу для живых организмов. Нефть может быть перенесена льдами на большие

расстояния задолго до того, как они растают. А в случаях аварий на участках, покрытых льдом, проведение аварийно-спасательных работ практически невозможно. Поэтому условия эксплуатации нефтегазовых месторождений и экологические воздействия на природу в этих районах будут различаться. В первом из них располагается крупное Штокмановское газоконденсатное месторождение, во втором – месторождения нефти Приразломное, Варандей, Медынское море и др.

Мурманская область не относится к сейсмически активным районам. После открытия в 1956г. сейсмостанции “Апатиты” был составлен каталог известных землетрясений в указанном регионе за период, начиная с 1542г. Систематизация литературных данных и результатов инструментальных наблюдений позволила заключить, что довольно редко имели место землетрясения до 6 бал. Однако в последнее время накапливаются данные о техногенных землетрясениях. В 1991г. состоялась первая международная конференция по так называемой наведенной сейсмике, где как об установленных фактах указывалось на связь землетрясений с производственной деятельностью (перемещение огромных объемов горных пород, откачка воды, нефти, газа, ядерные испытания), которая провоцирует тектоническую активность даже в сейсмически спокойных районах (в узбекском г. Газли, г.Нефтегорске на о. Сахалин в результате откачки огромных объемов газа, после подземных ядерных взрывов на полигонах в Семипалатинске, штате Невада и др.). В Хибинах подобные работы ведутся уже более 60 лет. Землетрясения там следуют за взрывными горнопроходческими работами, ядерными взрывами. При реализации крупномасштабного Штокмановского газоконденсатного месторождения и других на шельфе Баренцева моря и в Тимано-Печорском бассейне указанные обстоятельства следует учитывать.

В практике гидрометеорологического обеспечения морского природопользования используются специализированные виды районирования: по промысловым ра-йонам, нефтегазоносным структурам (б) и другим запросам потребителей. Целям ОВОС наиболее отвечает вышеизложенный подход, позволяющий выявить районы с однородными гидрометеорологическими условиями.

Особенности гидрологии и гидрохимии моря. Средняя глубина моря – около 230м; в желобах и впадинах до 350-400м, максимальные глубины достигают 600м. В целом глубины увеличиваются по направлению к северу и западу. Наиболее мелководной является юго-восточная часть (Печорское море), где глубины не превышают 100м (1).

Ледовые условия. Баренцево море - единственное из арктических морей, в котором благодаря теплым водам Атлантики около 25 % акватории весь год свободно ото льда (рис.2). В центральной и юго-восточной частях моря льды, в основном, местного происхождения, однолетние, максимальной толщины 50-60 см. Печорское море с

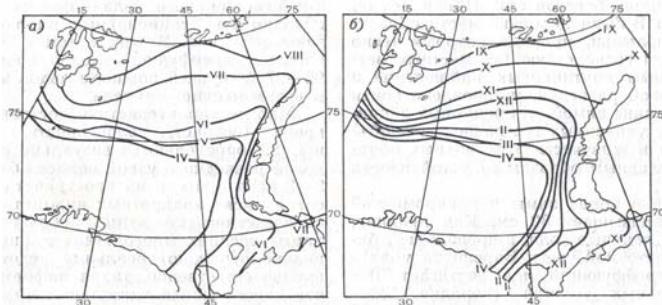


Рис.2. Среднее многолетнее положение кромок льда а) - с апреля по август; б) - с сентября по апрель(1)

ноября по июнь покрыто плавучим льдом. Средняя многолетняя граница плавучих льдов в западной части моря находится на расстоянии 350-500 км от Кольского полуострова. У 45° в.д. кромка льдов круто опускается к югу и в районе м. Святой Нос подходит к полуострову вплотную. В аномально холодные годы айсберги и паковые льды смещаются к югу и могут встречаться вблизи берегов Мурмана и Норвегии. Таким образом, в Баренцевом море ведущая роль принадлежит "криопелагической фазе" развития экосистем (за счет дополнительных источников энергии). Именно лед является в Арктике "критической точкой", воздействие на которую наиболее сильно изменяет естественный ход природных процессов. Поэтому особое значение приобретает сохранение чистоты ледовой поверхности, снега и должен быть предусмотрен щадящий режим хозяйственной деятельности.

Температура воды и обледенение судов. Наибольшее влияние на гидрологический режим оказывает низкая температура воды, которая почти половину года в поверхностном слое бывает ниже нуля. Среднегодовая температура поверхностного слоя воды составляет +2,2°C, а минимальная -1,9°C. Обледенение судов - одно из наиболее опасных явлений. В Баренцевом море самая высокая вероятность обледенения судов, буровых платформ - в декабре-апреле; в это время оно захватывает всю акваторию моря.

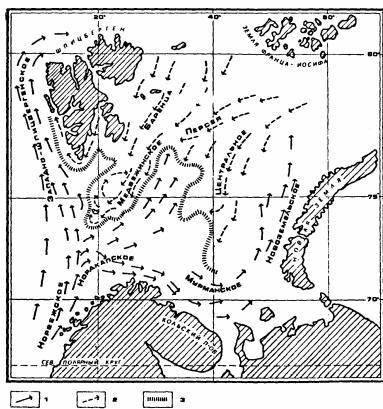


Рис. 3. Карта течений: 1- теплые, 2- холодные, 3- гидрологический фронт

Течения. В Баренцевом море существует достаточно сложная система циркуляции вод, определяемая взаимодействием

нескольких потоков атлантических вод и холодных течений с севера и северо-востока (рис.3). Основными составляющими на блюдаемых в море суммарных течений являются неперидические течения (ветровые, градиентные) и приливные. Последние имеют правильный полусуточный характер, высотой от 0,5 до 1,8 м. В западной части Печорского моря они реверсивные, т.е. при приливе и отливе направлены прямо противоположно. В районах взаимодействия теп-

лых и холодных потоков образуются фронтальные зоны - участки с большими горизонтальными градиентами температуры, солености, плотности и других гидрологических характеристик. Следовательно для

моря характерно хорошее горизонтальное и вертикальное перемешивание водных масс и эти районы наиболее благоприятны для существования различных морских организмов. С другой стороны его воды будут активно распространять загрязняющие вещества отходов бурения.

Сравнивая данные, характеризующие агрессивные свойства воды с показателями, заложенными в СНиП, получены следующие выводы:

- углекислая и общекислотная агрессивность вод Баренцева моря не наблюдается;
- выщелачивающая агрессивность возможна только в юго-восточной части моря и только для напорных сооружений;
- вся толща вод агрессивна по содержанию магния и сульфатов.

Особенности климата. Следствиями расположения исследуемого региона севернее Полярного круга являются наличие продолжительной полярной ночи и несовпадение времен года с календарными сезонами других широт; длинной полярной зимой и коротким полярным летом (1). Третьей особенностью является интенсивная ат-мосферная циркуляция, обуславливающая наибольшую в северном полушарии межсуточную изменчивость погоды. Это выражается в частом возникновении штормов, резких похолоданиях и потеплениях, быстрых перепадах атмосферного давления. Весь год над морем сохраняется пасмурная погода (повторяемость пасмурных дней достигает 80%), низкая облачность, частые туманы летом, снег “зарядами” зимой, метели с ограниченной горизонтальной видимостью, резкие вертикальные и боковые сдвиги ветра, турбулентная болтанка, затрудняющие работу океанотехники и посадку вертолетов на буровые платформы (4,5).

Ветровой режим носит муссонный характер. Ветры более 6-10 м/с преобладают в холодное время года. Повышенная повторяемость сильных ветров (≥ 15 м/с) и высоты волн более 4 м в юго-западных районах моря связана с особенностями атмосферной циркуляции (рис. 4,5). При прохождении над морем “ныряющих циклонов” из

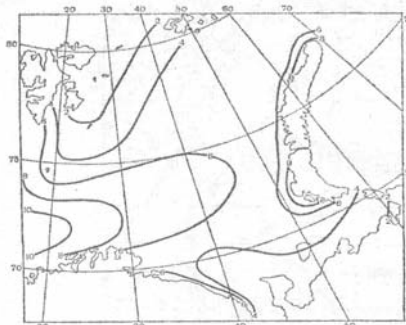


Рис.4. Повторяемость (%) ветров ≥ 15 м/с, год

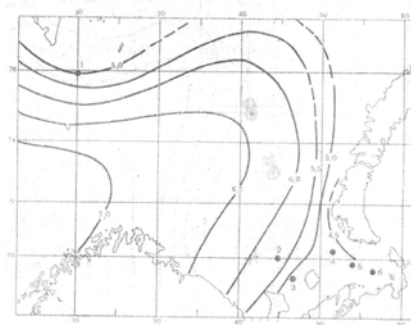


Рис. 5. Наиболее вероятные 50-летние максимумы средних высот волн

района Шпицбергена их энергетика не уступает тропическим циклонам. Штормовая погода продолжается по 15-20 час, развивается сильное ветровое волнение, которое уменьшается с запада на восток. В

последние годы требования к точности сведений о морском волнении резко повысились в связи с проектированием и эксплуатацией стационарных буровых установок и других технических средств, предназначенных для освоения ресурсов шельфа. Второй очаг штормовых ветров наблюдается у побережий зимой и обусловлен термическими контрастами между холодной сушей и теплым морем. Третья зона сильных и устойчивых стоковых ветров скоростью до 40 м/с наблюдается зимой у берегов Новой Земли. Они приходят сюда с Карского моря, переваливая через хребты, и носят название “новоземельская бора”. Радиус ее действия в сторону моря не превышает 25 км. Для сравнения отметим, что на Черном море во время новороссийской боры происходит усиление ветра в открытом море до 15 м/с на расстоянии 150 км от берега.

В южной половине моря температура воздуха закономерно понижается с запада на восток в соответствии с уменьшением отепляющего влияния Гольфстрима и увеличением континентальности климата. Из распределения по морю наименьших среднесуточных температур воздуха, возможных один раз в 5, 10, 20, 50 лет следует, что их минимальные значения в исследуемом районе колеблются от -20°C до -40°C (рис. 6,7), а абсолютный минимум за 30-летний период наблюдений составил -48°C (1,4). Непрерывная продолжительность периодов с $T^{\circ} \leq -20^{\circ}\text{C}$ составляет 1-3 суток.

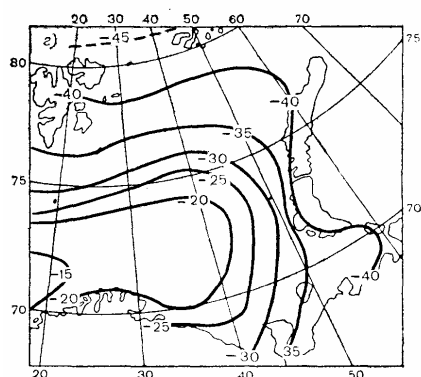


Рис.6. Наименьшая $T^{\circ}\text{C}$ среднесуточ., возможная 1 раз в 50 лет дней с $T^{\circ}\text{C}$

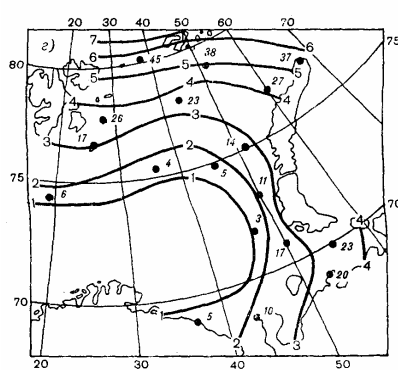


Рис.7. Непрерывная продолжительность периодов (сут) с $T^{\circ}\text{C} \leq -20^{\circ}\text{C}$

Таким образом, сочетание агрессивной морской среды с низкими температурами, сильными ветрами, высокой влажностью воздуха и вероятностью обледенения океанотехники предъявляет повышенные требования к ее прочностным свойствам и антикоррозийным покрытиям.

Освоение минеральных ресурсов моря акцентирует также проблему сохранения его природного биоразнообразия. Наилучшей, но трудно реализуемой природоохранной стратегией может выступать сохранение биоразнообразия на экосистемном уровне через создание морских биосферных резерватов (МР). Поэтому побережья и участки шельфа в местах обитания редких животных, птиц и рыб должны получить статус

особо охраняемых природных территорий – МР, что требует обоснования выбора таких мест высокой экологической чувствительности и их учета при проведении процедуры ОВОС и законодательных согласований на федеральном уровне.

Список литературы

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т.1. Баренцево море. Вып.1. Гидрометеорологические условия // Под ред. Ф.С. Терзиева и др. Л.: Гидрометеоздат, 1990.

2. Головина Ю.Ю. От истории развития процедуры ОВОС к необходимости разработки методологии оценки воздействия нефтегазодобычи на морские арктические экосистемы. Вестник МГТУ: Тр. МГТУ// Т.9, № 3, 2006.

3. Евсеев А.В. Экологическое состояние и конфликты морского природопользования в российской Арктике: Тез. межд. научно-прак. конф. Апатиты: КНЦ РАН, 2005.

4. Зыкова Г.Г., Мартемьянова Е.С. Итоги исследования метеорологических условий ше-льфово́й зоны Баренцева и Белого морей и задачи научного обеспечения проектных и изыскательских организаций // Проблемы Арктики и Антарктики. Л.: ААНИИ, 1985, вып. 61.

5. Мартемьянова Е.С. и др. Провести изучение вероятностных характеристик гидрометеорологических элементов, необходимых для рационального проектирования средств океанотехники в намечаемых к освоению районах континентального шельфа: Заключит. отчет по теме 1.076.03. Проект "Моря СССР" программы ГКНТ "Мировой океан". Госрегистрац. № 01.86.002.2245. Инв. № 028.80.023742. Мурманск, 1985.

6. Остистый Б.К., Лузин Г.П. и др. Проблемы освоения углеводородных ресурсов шельфовых акваторий Западной Арктики. Апатиты: КНЦ РАН, 1999.

Об экологической политике предприятия

Дроздова Е.И., Мартемьянова Е.С. (МГТУ, кафедра биоэкологии;
e-mail: ellenium@bk.ru; axday@mail.ru)

Summary. The ecological politics and nature-protecting measures of "OJSC "MMC "NORILSK NICKEL" were analysed in this report. Also trends of unmet and surge pollution substances to environment from enterprises of JSC "Kola GMK" were presented here. The estimation of ecological efficiency of company's activity and conditions of inculcation the international standard of ecological management ISO 14000 on it was given in this report (1).

Создание эффективной системы управления окружающей средой (ОС) для современных предприятий актуально, поскольку это способствует их успешному функционированию в рыночных условиях. Важность проблемы охраны ОС и возможных воздействий, связанных с изготавливаемой и потребляемой продукцией, повышает интерес к разработке методов, направленных на снижение этих воздействий (2). Основными категориями воздействий на ОС являются использование ресурсов, здоровье человека и экологические последствия.

Западные промышленные предприятия внедряют системы управления ОС с тем, чтобы лучше контролировать последствия своего производства. Проявляя серьезную ответственность за состояние окружающей среды и вводя эффективный экологический менеджмент, компании могут получать разрешение на свою деятельность без подробных предписаний, что позволяет им выбрать свой способ соблюдения экологических нормативов. В Нидерландах действует практика заключения долгосрочных договоров с некоторыми отраслями и отдельными компаниями о мерах и сроках сокращения отдельных загрязняющих веществ. Договоры отвечают концепции взаимной выгоды, они вносят определенность в отношении долгосрочных действий, необходимую для разработки инвестиционных планов компании (Гоуманс, 1999). Теперь в центре внимания уже не удовлетворение отдельных требований разрешения, а обеспечение необходимого уровня общей природоохранной деятельности.

При проектировании системы управления ОС ее ориентируют на предотвращение отрицательных воздействий на ОС, в большей степени, чем на их определение и улучшение после того, как воздействие уже состоялось. Интерес зарубежных СМИ к решению проблем экологической безопасности на российских предприятиях не случаен. Требования зарубежных банков к кредитованию российских проектов в части охраны окружающей среды заключаются в том, чтобы принятые к рассмотрению проекты были экологически приемлемыми и обеспечивали устойчивое

состояние ОС, а любые последствия для ОС можно было бы выявить заблаговременно (8).

Известно, что экологический имидж страны отражается на ее инвестиционной и рекреационной привлекательности. Особенно это важно сейчас, при вступлении России в ВТО. Следовательно, экологический образ России превращается в важнейшую внешнеэкономическую категорию, влияющую на развитие страны и ее позиции в международных отношениях.

С целью эффективного внедрения системы управления окружающей средой, предприятие должно создать условия и разработать механизмы, необходимые для осуществления экологической политики, т. е. система управления окружающей средой должна стать частью системы управления производством.

Экологическая политика – заявление предприятия о своих намерениях и принципах, связанных с ее общей экологической эффективностью, которое служит основанием как для действий, так и для установления целевых и плановых экологических показателей (3,4).

Процесс ее формирования регламентирован ГОСТ Р ИСО 14004 и включает в себя три этапа:

1. Принятие экологической стратегии, как обязательства руководства предприятия;
2. Первоначальная оценка воздействия на окружающую среду;
3. Принятие экологической политики.

Экологическая политика должна: соответствовать характеру, масштабам и воздействиям на окружающую среду деятельности предприятия, продукции или услуг; включать обязательства по выполнению требований нормативно-правовых актов в области охраны ОС; предусматривать основу для установления целевых и плановых экологических показателей и их анализа; быть документально оформлена, внедряться и поддерживаться на предприятии.

На основе ранжирования наиболее эффективных природоохранных мероприятий по их значимости составляется Программа экологического оздоровления предприятия, включаемая составной частью в инвестиционную программу приватизируемого предприятия (5). Программа природоохранных мероприятий формируется исходя из того, что ее доля в общем объеме инвестиций должна составлять не более 20% (6).

Авторами на примере одного из российских предприятий (ОАО “ГМК Норильский никель”) изучен опыт управления ОС. Руководство компании рассматривает деятельность по охране ОС как неотъемлемую часть бизнеса. Свой вклад в устойчивое развитие России Компания стремится обеспечить соблюдением требований природоохранного законодательства, рациональным использованием природных ресурсов и постоянным улучшением



природоохранной деятельности. Одобренная Советом директоров Стратегия развития производства до 2015г. предусматривает комплекс мероприятий, направленных на решение экологических проблем.

Приоритетными направлениями реализации экологической политики Компании являются:

- поэтапное сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, прежде всего диоксида серы и твердых веществ;
- последовательное снижение объемов сбросов загрязненных сточных вод в водные объекты;
- обустройство мест размещения отходов с целью снижения техногенной нагрузки на ОС.



В целях реализации обязательств заявленной экологической политики Компания следует принципам и требованиям международного стандарта ISO 14001:2004. Основным принципом ее деятельности в сфере экологии являются поиск и использование в горно-рудном и металлургическом производствах технологий и технических решений, позволяющих уменьшить воздействие на ОС. Она инвестирует в природосберегающие технологии и осуществляет переход на международные стандарты управления охраной ОС (1). Тем

самым "Норильский никель" вносит свой вклад в сохранение природы территорий, на которых расположены ее производства. Деятельность ее дочерней компании - ОАО "Кольская ГМК" в области охраны ОС является одним из примеров активного сотрудничества России с организациями Евросоюза, Японии и других стран по вопросам обеспечения экологической безопасности, основанным на соблюдении международных норм и соглашений. ОАО "Кольская ГМК" для сокращения выбросов вредных веществ и улучшения экологической ситуации совместно с Правительством Норвегии реализует проект реконструкции металлургического производства комбината "Печенганикель". Программа финансирования рассчитана на 91,5 млн. \$, из которых 30 млн. \$ в виде гранта предоставляет Правительство Норвегии, 30 млн. \$ – льготный кредит Нордик банка, и оставшуюся часть составляют собственные средства ГМК "Норильский никель". По оценке ГМК "Норильский никель", эти шаги приведут к 2010г. к снижению выбросов диоксида серы в атмосферу на Таймырском полуострове на 70% по сравнению с существующим уровнем, на Кольском полуострове в 2006г. выбросы диоксида серы снизились более чем на 90% к существующему уровню (Годовой отчет "Кольская ГМК", 2006).

Выполненный авторами анализ материалов экологического мониторинга предприятий ОАО "Кольская ГМК" за 1996-2005гг. представлен рис.1 и свидетельствует о существенном снижении

промышленных выбросов. Согласно данным Летописей природы Лапландского биосферного заповедника за 1990-2004гг, обработанным

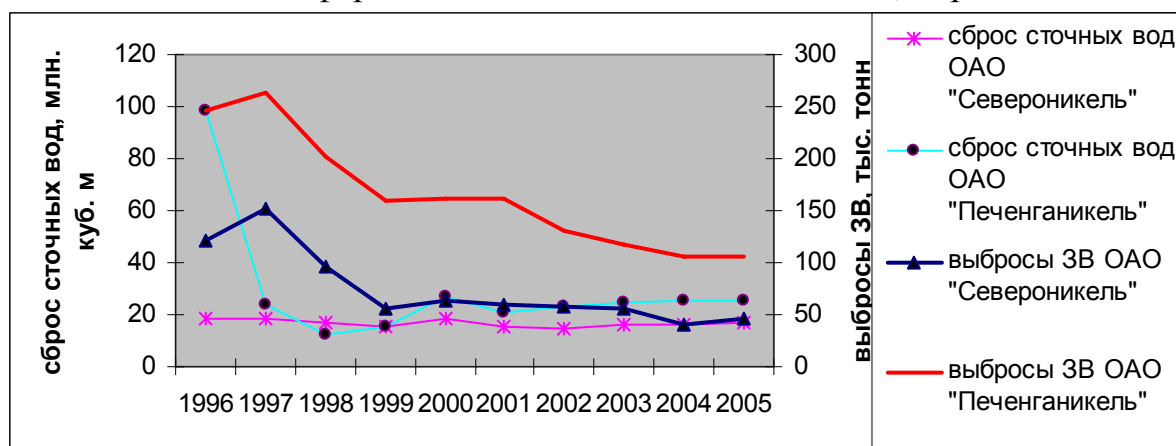


Рис.1. Динамика поступления загрязняющих веществ в окружающую среду от предприятий ОАО "Кольская ГМК" за 1996-2005гг.

авторами, можно заключить, что в окрестностях комбината начался процесс восстановления среды обитания. Впервые за 25 лет на расстоянии 3км от промышленной площадки появилась землеройка – своеобразный индикатор качества среды обитания. В городской черте Мончегорска стали появляться другие животные, наблюдать которых последние два десятка лет было невозможно.

Это свидетельствует о высокой эколого-экономической эффективности природоохранной политики предприятия, а также о том, что компания следует положениям международной Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха. Установленное Конвенцией задание по снижению выбросов диоксида серы комбинатами Кольской ГМК выполняется со значительным опережением установленных сроков. Следует отметить, что на Кольском полу острове создаются благоприятные условия для рассеивания загрязняющих веществ, здесь наблюдается низкий потенциал загрязнения атмосферы (рис. 2).

В 2004г. система экологического менеджмента компании сертифицирована на соответствие требованиям международного стандарта ИСО 14001:1996 в области добычи руды, производства фанштейна, никеля, меди, кобальта и их соединений, концентратов драгоценных металлов, серной кислоты согласно ГОСТ (7).

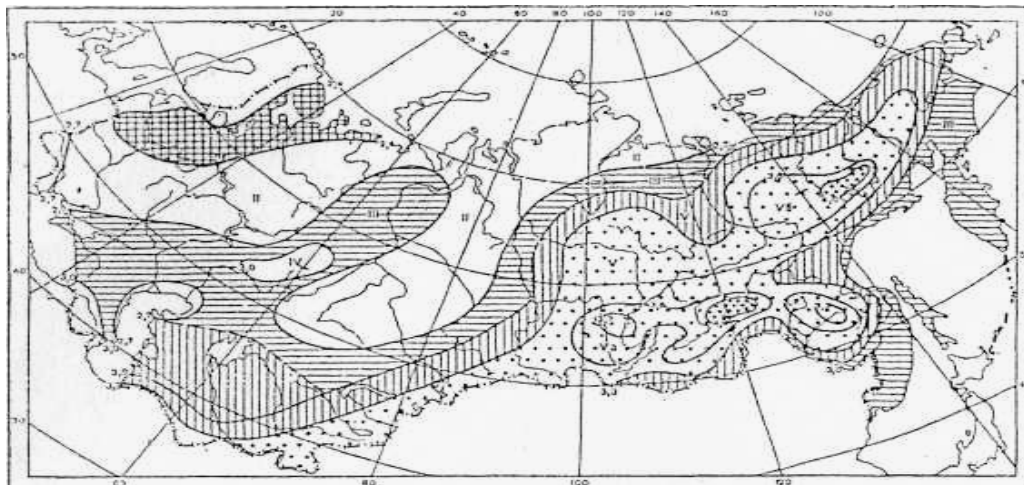
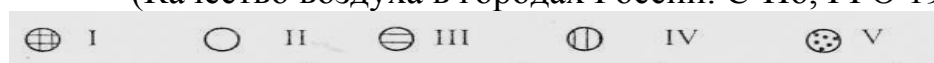


Рис 2. Зоны экологического бедствия
(Качество воздуха в городах России. С-Пб, ГГО 1996).



низкий умеренный повышенный высокий очень
высокий

В 2004г. ОАО "Кольская ГМК" стала лауреатом Всероссийского конкурса "Лучшие российские предприятия» в номинации "За наивысшие достижения в области экологической политики и качества". 2005 г. ОАО "Кольская ГМК" успешно провела ресертификацию системы экологического менеджмента на соответствие требованиям международного стандарта ISO 14001:2004, что было подтверждено соответствующими сертификатами BVQI с аккредитациями UKAS (Великобритания), RvA (Нидерланды) и DAR (Германия).

Таким образом, декларированная экологическая политика предприятия реализовалась благодаря тому, что основой разработки программ его экологического менеджмента явилось ранжирование наиболее эффективных природоохранных мероприятий по их значимости для ОС и установление на их основе целевых и плановых экологических показателей.

Список литературы

1. Пашков Е.В., Фомин Г.В. Международные стандарты ИСО 14000: основы экологического управления. М.: ИПК изд-во стандартов, 1997.
2. Дроздова Е.И., Мартемьянова Е.С. Эколога-экономическое управление охраной окружающей среды // Матер. Междунар. Научн.-технич. конф. Наука и образование-2006. Мурманск, МГТУ, 2006.
3. ГОСТ Р ИСО 14031-2001. Управление окружающей средой. Оценивание экологической эффективности. Общие требования.
4. ГОСТ Р ИСО 14001-98. Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению. М: Госстандарт России, 1998.
5. Об охране окружающей среды: № 7-ФЗ от 10.01. 2002.

6. Об учете экологического фактора при приватизации государственных и муниципальных предприятий, организаций: Распоряж. Госкомимущества РФ и МПР РФ от 08.06. 95г. №1.

7. ГОСТ Р ИСО 19011-2003. Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и/или систем экологического менеджмента: Постанов. Госстандарта России от 29.12.2003 № 432-ст.2.

8. Дроздова Е.И. Особенности экологического менеджмента компании ОАО "Кольская ГМК"//Матер. V Научно-практ. Конф. Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России. Пенза, 2007.

Причины возникновения деформаций нотохорда у молоди трески *GADUS MORHUA MORHUA* L

Журавлёва Н. Г., Ларина Т. М. (*МГТУ, кафедра биоэкологии*)

The principal objective of this abstract is to elucidate the pathogenesis of the malformation in cod through a sequential study of the morphogenesis of the skeleton from the larval to the juvenile stage.

Устойчивое развитие марикультуры трески возможно только при условии массового получения качественной молоди. При выращивании молоди пелагических рыб отмечены деформации тела, выражающиеся в кифозе либо лордозе позвоночника. Причины возникновения вышеуказанных деформаций разные. Многие авторы отмечают следующие причины возникновения деформаций нотохорда у молоди рыб: неоптимальные абиотические (температура, насыщение кислородом, соленость, освещенность) и биотические условия (нарушение питания) выращивания.

Цель исследования - гистологическими методами выяснить причину возникновения деформаций нотохорда у молоди трески.

Молодь трески была собрана на фермах и в хозяйствах Шотландии, Исландии, Норвегии, а также Оркнейских и Лофотенских островов.

Молодь фиксировали, применяя фиксатор Карновского и формалин. Приготовленные срезы толщиной 3 мкм окрашивали гематоксилином Гейденгайна с докраской эозином. Для выявления мукополисахаридов проводили ШИК – реакцию.

У личинок баренцевоморской трески, выращенной на Восточном Мурмане, до 14 дня плавательный пузырь не имеет просвета. Начиная с 15 дня, у большинства личинок виден просвет в плавательном пузыре. К 21 дню плавательный пузырь наполнен газами, формируется газовая железа.

Как правило, деформация нотохорда наблюдается в результате: 1) переполнения плавательного пузыря газами; 2) переполнения кишечника пищей, 3) то и другое вместе оказывают давление на нотохорд и деформируют его, 4) повреждения слизистой кишечника грубой пищей.

Причины возникновения деформаций нотохорда, а в дальнейшем – кифоза позвоночника, на наш взгляд, заключаются в нарушениях биотехнологии выращивания молоди трески.

1. В ряде случаев в кишечнике отмечены слишком крупные ракообразные, которые своими острыми конечностями могут травмировать эпителий кишечника, либо нарушать целостность мукозы. Последнее может приводить к асциты брюшной полости. Воспаление брюшной полости может привести к деформациям нотохорда в виде легкого или сильного изгиба. Продолжительное клинически выявляемое воспаление брюшной полости, совместимое с жизнью, в дальнейшем ведет к кифозу

позвоночника у молоди трески. Сильные же повреждения слизистой кишечника грубой пищей приведут к гибели особи.

2. Дисфункция, а именно переполнение плавательного пузыря газом, происходит также вследствие задержки развития овала, который ответственен за освобождение плавательного пузыря от излишних газов при погружении личинок на глубину.

3. В природных условиях в этот период развития молодь трески обитает в горизонтах от поверхности до 10 – 13 метров. При выращивании же молодь трески вынуждена постоянно держаться в поверхностных слоях воды из-за неглубоких бассейнов (1 – 1,5 м) и для поддержания плавучести иметь наполненный газом плавательный пузырь. Следует учитывать, что переполненный плавательный пузырь, сдавливая, парализует функцию симпатического нерва, ответственного за регуляцию функции опустошения газов овалом в том случае, когда последний уже развит. Переполненный плавательный пузырь оказывает давление на нотохорд, что ведет к его искривлению.

4. Деформация и изгиб нотохорда может явиться следствием давления на него переполненного пищей кишечника. Как правило, это отмечено в случае обилия кормовых организмов в емкостях выращивания и переедания молоди трески. Это явление носит дискретный характер, оно не приводит к гибели личинок, но увеличивает возможность появления в этой когорте деформаций нотохорда. Молодь с деформированным нотохордом остается жизнеспособной, но отстает в своем росте и развитии.

Важно подчеркнуть, что вышеуказанные нарушения структуры и функции плавательного пузыря инициируют отклонения в развитии других жизненно важных органов, в частности печени и почек, в которых в ряде случаев отмечены воспалительные процессы.

Развитие плавательного пузыря в онтогенезе трески *Gadus Morhua* *Morhua* L

Журавлёва Н. Г., Ларина Т. М. (МГТУ, кафедра биоэкологии)

The development of swim bladder at the early stages of cod ontogenesis during two months after hatching is presented.

С момента вылупления плавательный пузырь прикреплен к среднему отделу кишечника, формируя дорзально мешочек или камеру, направленную вперед (Hardy, 1978; Meek, 1924). Плавательный пузырь имеет очень маленький просвет и его эпителиальная выстилка состоит из цилиндрических клеток подобных тем, что выстилают кишечник. На наружной стороне базальной мембраны имеются многочисленные пучки нервов с нервными окончаниями. В соединительной ткани, подстилающей эпителий с вентральной стороны, на месте будущей газовой железы или чудесной сети, имеется скопление капилляров.

На 9 день у личинок трески плавательный пузырь расположен дорзально от желудка и, по-видимому, больше не имеет связи с кишечником (Morrison, 1987), хотя согласно Hardy (1978) пневматический дукт не исчезает, пока личинка не достигнет длины 6,5 мм. Плавательный пузырь все ещё маленький и толстостенный, но васкулярная сеть *rete mirabile* более развита, чем у предличинок. Как у взрослых особей в цитоплазме эндотелиальных клеток, формирующих капилляры, видны пиноцитозные пузырьки (Morrison, 1987). Эпителий, выстилающий просвет, имеет признаки секреторной активности. Как и у взрослых особей имеются органеллы, ограниченные мембраной, которые могут быть газоформирующими телами (Morrison, 1987), митохондрии, шероховатый эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи в цитоплазме над ядром, а также маленькие пузырьки между клетками. Сообщалось, что у беломорской трески плавательный пузырь заполнен воздухом на 5 день после вылупления (Тимейко, 1986).

Плавательный пузырь у молоди трески может быть наполнен через пневматический дукт или после закрытия протока в результате активности желез. Плавательный пузырь окружен соединительной тканью, содержащей мембраны, которые возникают из удлиненных фибробластоподобных клеток, теряющих свою цитоплазму.

У личинок на 17 день после вылупления плавательный пузырь имеет просвет шире, чем таковой у личинок в возрасте 9 дней, он более удлинен и имеет более развитую газовую железу или чудесную сеть.

На 32 сутки плавательный пузырь все ещё маленький и толстостенный и сильно пигментирован с дорзальной стороны. Вместе с тем он более удлиненный и теперь имеется четко выраженная чудесная сеть, сформированная сетью капилляров в соединительной ткани стенки

плавательного пузыря. Она заполнена складками эпителия с маленькими капиллярами и непрерывно простирается в просвет плавательного пузыря.

Через 37 суток плавательный пузырь молодежи трески вытянут и газовая железа может быть видна впереди, окружая просвет плавательного пузыря, затем продолжаясь в заднем направлении на другую сторону средней линии. Чудесная сеть простирается к ней через вентральную стенку плавательного пузыря. В каудальном направлении просвет плавательного пузыря меньше. Внизу от плавательного пузыря и над кишечником находится маленькая селезенка. Начинается оссификация вокруг ното хорда (Morrison, 1987).

Спустя 45 дней у молодежи трески начинается окостенение позвонков. Как правило, у выращиваемых личинок минерализация костей слабее, чем таковая у личинок, живущих в естественных условиях.

Через 52 дня после вылупления у молодежи впереди видна железистая часть плавательного пузыря и чудесная сеть простирается к ней через вентральную стенку плавательного пузыря.

Спустя 55 суток плавательный пузырь становится ещё более удлиненным, окружен рыхлой соединительной тканью, отделяющей внутреннюю выстилку ороговевающего плоского эпителия от внешнего слоя, как это отмечено для взрослых особей (Morrison, 1987). Имеется множество пигментных клеток в дорзальной области этого внешнего слоя.

На 62 день передняя часть плавательного пузыря имеет обширную чудесную сеть.

В возрасте 70 дней плавательный пузырь у молодежи удлиняется, имеет широкий просвет, который простирается каудально до ануса. На переднем конце плавательного пузыря имеется обильная чудесная сеть. В дальнейшем развивается более плотная соединительно-тканная оболочка пузыря, развивается овал и увеличивается количество капилляров в чудесной сети.

Размножение трески в условиях бассейнового содержания на Восточном Мурмане

Журавлёва Н. Г., Ларина Т. М. (*Мурманский морской биологический институт, МГТУ, кафедра биоэкологии*)

In this paper the results of cod spawning observations during its prolonged maintenance in basins with the running sea water are summarized.

В условиях побережья Мурмана нерест трески начинается в феврале и заканчивается в июне, пик его приходится на апрель-май (Андряшев, 1954). Т. С. Расс (1949 б) отметил, что размножение трески в годы с минимальными температурами воды наблюдается с марта по май. По данным Э.М. Манкевич (1960), икрометание трески на Мурмане происходит в диапазоне температур от 0 до 3-4о С, чаще всего при 1.5-2 о С.

Имеющиеся данные по влиянию температурного режима на сроки нереста трески обобщены в работе Д.Я.Беренбейма (1971). В 30-40-е годы нерест отмечался в заливах и губах Мурмана, вплоть до реки Рында (Расс, 1949б). В 60-е годы нерест в этих районах значительно сократился (Казанова, Перцева-Остроумова, 1960). Для последующих лет Кильдино-Териберский район может считаться восточной границей нерестового ареала трески в побережье Мурмана (Норвилло, Антонов, 1986).

Нерест прибрежной трески в искусственных условиях обстоятельно изучен норвежскими исследователями в связи с задачами разведения (Godo, Moksness, 1987; Kjesbu, 1988a,b).

Для разработки биологических основ искусственного разведения важно выяснить возможность длительного бассейнового содержания трески и разработать методы получения жизнеспособной молоди от производителей, выловленных перед нерестом, и от самок, весь цикл оогенеза которых прошел в искусственных условиях. Необходимо также установить плодовитость производителей, сроки, продолжительность, порционность икрометания, длительность интервалов между икрометаниями, определить количество и качество икры, полученной естественным путем и в результате гормональной стимуляции самок.

В данном сообщении обобщены результаты наблюдений особенностей икрометания трески при ее длительном содержании в бассейнах с проточной морской водой.

Отлов трески проводили в юго-западной части Баренцева моря, в районе Рыбачьей банки. Для работы использовали половозрелых особей длиной 50-90 см и массой от 1 до 6.4 кг. Кормом служило мясо исландского гребешка и малоценных рыб (в основном свежемороженая мойва). Рыб содержали в бассейнах с проточной морской водой объемом 2 м³, температура воды в течение эксперимента колебалась от 1.5 до 80 С.

Содержание кислорода в среднем составляло 7 мг/л, соленость - 34 ‰. Плотность посадки рыб была 3-5 особей на один бассейн или 35 кг на 1 м³. В специальных опытах в бассейне содержали одну самку и двух самцов. Выметанную икру собирали и определяли объемным методом число икринок в порции. Количество яиц трески в единице объема определяется их диаметром. В наших опытах оно составило от 400 до 580 шт./мл. Выживаемость особей трески была высокой - 72%. Незначительный отход особей был обусловлен неисправностью системы водоснабжения. Гонады погибающих особей тотчас фиксировали формалином или жидкостью Буэна и затем просчитывали количество зрелых, созревающих и желтковых ооцитов с целью определения коэффициента порционности и абсолютной плодовитости. Коэффициент порционности согласно Л.С.Овен (1976) определяли как процентное отношение количества зрелых икринок к общему количеству зрелых икринок и желтковых ооцитов, имеющихся в яичнике в данный момент.

В двух сериях опытов для стимуляции созревания яйцеклеток проводили градуальные инъекции хориогонина, который вводили самкам с гонадами IV стадии зрелости в спинные мышцы передней части тела в дозе 1500 МЕ (международные единицы) в зависимости от размера рыбы. В отдельных опытах в корм добавляли витамин Е. В контрольной серии инъекции не проводились. Данные опытов были обработаны стандартными статистическими методами (Терентьев, Ростова, 1977). Наблюдения за нерестом трески в условиях бассейнового содержания на Мурмане показали, что отдельные зрелые особи приступают к размножению в феврале. Однако большинство производителей нерестится в конце марта - начале апреля. Нерест трески был отмечен также в мае-июне. Продолжительность нерестового периода у разных особей варьирует и составляет от 25 до 60 дней. Как правило, икрометания происходят с интервалом в 3-6 дней, но перерыв в икрометаниях иногда может достигать 1.5 месяца. Количество икринок в отдельных порциях колеблется от 11400 до 494000. Для этого параметра отмечается значительная индивидуальная и популяционная изменчивость. Суммарное число икринок, выметанных одной самкой, составляет от 57 до 1710 тыс. Было отмечено до 6 икрометаний за сезон. У некоторого числа особей, погибших в результате технических неполадок в системе водоснабжения, удалось проследить всего 1-2 икрометания. У погибших рыб в гонадах оставалось много желтковых ооцитов и коэффициент их зрелости составлял 15-18%, что свидетельствовало о незавершенности ими нереста.

Жесткие природно-климатические условия Мурмана оказывают лимитирующее влияние на процессы размножения трески. В частности, температурные условия сильно варьируют в разные годы. В "холодные" годы поступающая в бассейны морская вода на протяжении нескольких месяцев (январь-апрель) имела температуру (0.5-1.5 °С) ниже температуры в районах нерестилищ. По-видимому, по этой причине в

условиях разведения размножались далеко не все половозрелые особи: около 30% рыб не приступали к нересту. В это число входили как особи, пропускающие нерест (15%), так и зрелые рыбы с гонадами IV стадии зрелости. У последних (15%) не происходит созревание и овуляция ооцитов, достигших дефинитивного размера и наполненных желтком, а со временем может наступить и их резорбция. Для предотвращения этого явления можно рекомендовать следующие упреждающие мероприятия. Было показано, что для гарантированного нереста (в случае его задержки) и получения качественной икры от самок трески с гонадами IV стадии зрелости можно стимулировать созревание и овуляцию ооцитов внутримышечными инъекциями хориогонина. В наших опытах самки выметывали икру хорошего качества при введении хориогонина в дозе 1500 МЕ путем двух градуальных инъекций 500 и 1000 МЕ, либо трех инъекций по 500 МЕ. Промежуток времени между очередными инъекциями составлял 3-27 дней. При использовании гормональных инъекций продолжительность нерестового периода, как правило, короче, чем при созревании рыб естественным путем. Количество яиц в порциях у особей, близких по весу и длине, как правило, выше при использовании гормональных препаратов. Интервалы между икрометаниями у инъекцированных особей бывают нерегулярными, что обусловлено низкой температурой воды. Качественная икра может быть получена с конца марта по начало мая. Возможно, хорионический гонадотропин в больших дозах индуцирует вителлогенез. Однако для точного ответа на этот вопрос требуется проведение специальных исследований.

Отнерестовавшие особи остаются жизнеспособными и могут быть использованы для получения половых продуктов в последующие нерестовые сезоны. Вместе с тем отмечено, что при длительном содержании рыб в условиях бассейнов, как и в природе, некоторые самки созревают не каждый год. По-видимому, пропуск нереста характерен только для 15% особей. Анализ яичников таких особей позволяет предположить, что для них недостаточно одного вегетационного периода для прохождения полного цикла оогенеза, и межнерестовый период растягивается на два года. В первый сезон после нереста ооциты проходят лишь период протоплазматического роста, а в следующем сезоне ооциты завершают период трофоплазматического роста и достигают дефинитивного размера. Окончательное решение вопроса о причинах пропуска нереста в условиях Восточного Мурмана требует дополнительных исследований, поскольку они чрезвычайно важны для оценки эффективности и целесообразности искусственного содержания маточного стада.

Наши наблюдения подтверждают, что треске Баренцева моря свойственно порционное икрометание (Сорокин, 1957; Kjesbu, 1989). Порционный нерест наблюдается у большинства морских рыб с пелагической икрой (Овен, 1976). Порционность икрометания и продолжительный нерест способствуют поддержанию высокой

индивидуальной плодовитости у трески. Согласно последним данным (Низовцев и др., 1988), её плодовитость достигает 18 млн. яйцеклеток, а за период нереста продолжительностью 50-60 дней может быть выметано до 19 порций икры (Kjesbu, 1989).

В заключение можно сделать следующие выводы. Установлена возможность длительного (до 2 лет) бассейнового содержания половозрелой трески и показана способность созревания самок в этих условиях. Икра хорошего качества может быть получена как от производителей, выловленных перед нерестом, так и от самок, формирование половых продуктов которых прошло в искусственных условиях. Порционный характер икрометания сохраняется и у самок, нерест которых спровоцирован гормональной стимуляцией хориогонином. Оплодотворяемость икры, полученной от самок в результате применения гормональных инъекций, и от рыб, созревших естественным путем, составляла 90-100%, выживаемость эмбрионов в период инкубации - 74-82%, предличинок и личинок в период подращивания до 60%.

Таким образом, треска способна успешно адаптироваться к условиям содержания в бассейнах с проточной морской водой и может нормально нереститься в этих условиях на Восточном Мурмане. Эти данные подтверждают перспективность развития работ по марикультуре трески в условиях Мурмана.

Защитные клеточные реакции крови эмбрионов горбуши

Минчёнок Е.Е., Журавлева Н.Г. (МГТУ, кафедра биоэкологии)

The reactivity of blood cells in the humpback salmon at the early stages of ontogenesis during the action of the damaging agent is presented. Blood monocytes, lymphocytes and polymorphonuclear leucocytes participate in lysis and phagocytosis of the foreign body.

Исследование клеток крови рыб имеет большое значение для правильного понимания физиологического состояния организма. Кровь является своеобразным «зеркалом», в котором находят отражение все изменения, происходящие в организме.

Большинство исследователей, изучавших защитные явления у рыб, обращают внимание на реактивность клеточных элементов крови и кроветворных органов.

Сведения о морфологии и реактивности крови лососевых имеются в работах Г.Г. Серпунина (2000), Л.М. Михайловой (2004), В. Финдлэй и Б. Мандэй (Findlay, Munday, 2000), Лунден Туула (Lunden Tuula, 2001).

Материалом для исследования служили свободные эмбрионы или предличинки горбуши на 1-2 и 28-30 день после выклева из зародышевых оболочек, развивавшихся на Тайбольском рыбноводном заводе. Мазки крови брали у 30 эмбрионов из сердца и хвостовой вены. Окрашивали мазки по Май-Грюнвальду и Паппенгейму. Фагоцитарную активность лейкоцитов изучали в тканях хвостового стебля после введения стерильных хлопчатобумажных нитей с кармином или хлопчатобумажных нитей с кармином, «инфицированных» суточной культурой сенной палочки *Bacillus subtilis*. Эмбрионов фиксировали через 5 мин.; 1; 3; 6; 12; 24 час.; 3; 7; 15 и 30 суток в 10% формалине и жидкости Буэна. Кусочки тканей заливали в целлоидин, целлоидин-парафин. Гистологические срезы окрашивали гематоксилином Бемера и эозином, триоксигематеином Ганзена, азур-П-эозином. Клетки крови идентифицировали в поле зрения светового микроскопа при увеличении 1000х согласно классификации Н.Т. Ивановой (Иванова, 1983).

Кровь эмбрионов горбуши на 28-30 день после выклева из зародышевых оболочек представлена следующими клеточными элементами. Первичные эритроциты имеют округлую форму и круглые гиперхромные ядра. В некоторых эритроцитах ядра располагаются эксцентрично, имеют меньшие размеры и пикнотизированы. Для вторичных эритроцитов исследованных эмбрионов характерны вытянутая форма цитоплазмы, ядер и анизоцитоз. На мазках крови нередко клетки меньших размеров, чем эритроциты, с базофильной цитоплазмой. Между эритроцитами и базофильными эритробластами можно найти все переходные стадии.

Преобладающей лейкоцитарной формой является лимфоцит. Моноциты встречаются сравнительно редко. В цитоплазме полиморфноядерных лейкоцитов выявляется нейтрофильная зернистость. Кровь, взятая из сердца, а особенно из хвостовой вены, содержит крупные клетки с резко базофильной цитоплазмой.

Постоянно видны разрушающиеся клетки и скопления ядер, лишенных цитоплазмы с характерной палочковидной зернистостью.

У исследованных эмбрионов лимфоциты составляли 90-97%, полиморфноядерные лейкоциты 1-3%, а моноциты 2-6% от всех лейкоцитов.

Введение в ткани эмбрионов горбуши инородного тела вызывает местное сокращение поперечнополосатых мышечных пучков. В раневой канал кровь изливается лишь после расслабления мышц, спустя три, а иногда шесть часов после операции. Кармин и сенная палочка в единичных случаях проникают *в первые часы* в ткани на незначительное расстояние от раневого канала. Этот процесс усиливается *через 6 часов* в связи с расслаблением мышц около раневого канала.

Через 3 часа в крупных сосудах на срезах выявляется большее, чем в норме, количество лейкоцитов.

Если кармин и сенная палочка проникают в кровеносные сосуды, то *через 6 часов* удастся отметить в последних лимфоциты, моноциты и полиморфноядерные лейкоциты, содержащие в цитоплазме микроорганизмы.

В области раневого канала единичные лейкоцитарные элементы появляются *спустя 6-12 часов*.

По прошествии суток некоторые лейкоциты фагоцитируют зерна кармина и сенную палочку.

Группы лейкоцитов появляются в области раневого канала *через 7 суток*, а в случае введения сенной палочки - несколько раньше. Лейкоциты, накапливающиеся в очаге воспаления *по прошествии 3 - 7 суток*, имеют пенистую цитоплазму и около них в поврежденных тканях раневого канала возникают полости.

В раневом канале, начиная с *6-го часа после повреждения и до месяца*, наблюдаются внесосудистые эритроциты, однако отмирающие эритроциты видны крайне редко. Следовательно, процессы разрушения эритроцитов у эмбрионов горбуши протекают весьма быстро.

По прошествии 15 суток около инородного тела накапливаются лимфоидные элементы.

Таким образом, лейкоцитарные элементы крови эмбрионов горбуши, особенно моноциты, лимфоциты и отчасти полиморфноядерные лейкоциты, обладают способностью к фагоцитозу зерен кармина и сенной палочки, особенно в том случае, если инородные частицы проникают в кровяное русло. Однако при повреждении тканей в очаге воспаления лейкоцитарные элементы накапливаются лишь *по прошествии 3-х, а иногда 7 суток после повреждения* и не обнаруживают значительной фагоцитарной активности.

Лейкоцитарные элементы участвуют, в основном, в лизисе поврежденных тканей. Лейкоцитарная инфильтрация тканей очага повреждения, наступающая у млекопитающих в первые часы, у эмбрионов горбуши слабо выражена и появляется значительно позже - на 7 - 15 сутки.

В свете полученных данных возникает необходимость проследить функциональную роль клеточных элементов крови эмбрионов горбуши на разных этапах зародышевого развития, их роль в тех или иных перестройках организма.

Практикам-рыбоводам необходимо знать, что закономерности клеточной и тканевой реактивности взрослых рыб нельзя переносить на эмбриональные стадии.

Список литературы

1. Иванова, Н.Т. Атлас клеток крови рыб. - М.: Легкая и пищ. промышленность, 1983. - 80с.

2. Михайлова, Л.М. Основные результаты исследования состояния клеток крови *Salmo trutta* Linnaeus на фоне токсических воздействий / Л.М. Михайлова // Юж.- рос. вестн. геол., геогр. и глобал. энергии. - 2004. - № 1. - С. 90-92.

3. Серпунин, Г.Г. Морфологическая характеристика крови молоди атлантического лосося *Salmo salar* Linnaeus, выращиваемой в садках / Г.Г. Серпунин // "Атлантический лосось: биология, охрана и воспроизводство": тез. докл. междунар. конф.: Петрозаводск, 4-8 сентября, 2000г. - Петрозаводск, 2000. - С. 49-50, 98.

4. Findlay, V.I. The immunomodulatory effects of levamisole on the nonspecific immune system of Atlantic salmon, *Salmo salar* Linnaeus / V.I. Findlay, B.L. Munday // J. Fish Diseases. - 2000. - V. 23. - № 6. - P. 369-378.

5. Tuula, Lunden Effects of antimicrobial drugs on the immune defence of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) : diss. ... doct. natur. sci.: - Abo Akad. Univ., Abo, 2001. - 120 p.

О защитных функциях кожи и слизистых оболочек у рыб

Минчёнок Е.Е., Журавлева Н.Г. (МГТУ, кафедра биоэкологии)

Mechanisms of protective reactions of skin and mucous cells in fish were studied. Epidermis cells and mucous barriers are activated at the initial stage of the infectious process related to the fish damages. Many functions of fish organism are regulated by skin and mucous.

Среди защитных факторов и механизмов, обеспечивающих сохранение постоянства внутренней среды у рыб, важную роль выполняют кожа и секреты слизистых оболочек. Они являются первыми физическими и химическими «барьерами» на пути инфекционных агентов.

Кожные покровы рыб выполняют ярко выраженную защитную функцию против повреждающих внешних воздействий и растворенных в воде ядовитых веществ (Лукьяненко, 1989). В нормальных условиях кожа рыб непроницаема для большинства бактерий и вирусов. При повреждении эпителиальные клетки кожи способны избавляться от «чужеродного» материала путем фагоцитоза.

В опытах, связанных с нанесением экспериментальных ран радужной форели, была изучена *in vitro* фагоцитарная активность мальпигиевых клеток эпидермиса чешуи и кожи. Мигрирующие мальпигиевые клетки фагоцитировали гранулы латекса и бактерии, используемые в эксперименте. Нагруженные фагоцитированным материалом мальпигиевые клетки округлялись и отделялись от клеточного пласта. Таким образом, мальпигиевые клетки элиминируют из кожи рыб инородный материал путём фагоцитоза и слущивания во внешнюю среду (Asbakk, 2001).

В собственных экспериментах по введению стерильного и «инфицированного» инородного тела личинкам и молоди лососевых получены сходные результаты. На начальных сроках опыта у *эмбрионов* семги и горбуши в эктодермальных клетках усиливаются процессы набухания и слущивания поверхностных клеток. Вблизи раны поверхностные плоские клетки эктодермы приобретают грушевидную форму и выступают над поверхностью эпителия. Во внезародышевых оболочках часть клеток эктодермы слущивается (Журавлева, Минченко, 2004). Фагоцитоз инородных частиц эпителиальными и соединительнотканскими клетками у *предличинок* и *личинок* лососевых наступает спустя три-шесть часов после повреждения. Элиминация некротизированных тканей и зерен кармина осуществляется, главным образом, эпителиального регенератом. В первые часы после введения в ткани *молоди* семги и горбуши сенной палочки *Bacillus subtilis* отмечается отслаивание крупных поверхностных клеток от эпителиального пласта. Эпителий на ранних стадиях развития воспаления довольно успешно

задерживает продвижение микроорганизмов в поврежденные ткани (Минченко, Журавлева, 2006).

Защитная функция кожных покровов не исчерпывается созданием механического барьера для микробов. Наружная поверхность тела рыб покрыта слоем слизи, которая секретруется специализированными бокаловидными клетками, локализованными в эпителиальном слое (Лукьяненко, 1989). Слизь механически препятствует колонизации микроорганизмов на эпителиальных поверхностях, о чем свидетельствует усиление ее продукции в стрессовых условиях и под воздействием возбудителей инфекций (Головина, Бауэр, 2003). Рыбы способны эпидермальными клетками регулировать интенсивность образования слизи, которая нарастает под влиянием ряда стрессорных факторов (Rombout et al., 1989). Кроме того, слизь имеет сложный биохимический состав, в который входят белки, углеводы, а также ряд других веществ, благодаря которым она приобретает защитную функцию и предохраняет рыб от проникновения в них бактерий, патогенных грибков и паразитов.

Исследования по изучению водных экстрактов из кожной слизи двух видов сиганов - *S. roscescens* и *S. guttatus* выявили их антибактериальную активность против грамм-положительных бактерий (Nagashima et al., 2001). При изучении первичных культур эксплантатов кожи радужной форели *in vitro* отмечено, что слизистые клетки содержат мукосомы (Nolan et al., 2002).

Результаты собственных экспериментов имеют аналогичный характер. В первые часы после травмы у личинок и молоди лососевых на поверхности эпителия много слизи. ШИК-положительные субстанции, постоянно обнаруживаемые в очаге воспаления, оказывают ингибирующее действие на тела сенной палочки *Bacillus subtilis* (Журавлева, Минченко, 2004). Находящаяся в раневом канале жидкость, а также прослойки рыхлой соединительной ткани дают слабо метахроматическую окраску после обработки толуидиновым синим и слабо ШИК-положительную реакцию (Минченко, Журавлева, 2006).

Другим важным элементом барьерной функции организма рыб являются слизистые оболочки пищеварительного тракта. В норме слизистые оболочки являются высокоэффективным средством защиты организма от микробов, поступающих в пищеварительный тракт с пищей и водой. Кроме того, в кишечнике имеется так называемая нормальная микрофлора, в которую входят и условно-патогенные для рыб сапрофитные бактерии (Головин, 2002). Есть данные, указывающие на то, что защитная роль слизистой кишечника у рыб эффективнее, чем у млекопитающих. Например, при введении *Shigella paradysenteriae* непосредственно в желудок рыбы обнаружено, что дизентерийная палочка полностью исчезает из желудочно-кишечного тракта в течение ближайших 48 часов. Причиной быстрого исчезновения бактерий является повышенная активность ферментов кишечного тракта и интенсивный

местный фагоцитоз. К этому следует добавить барьерную функцию слизистой кишечника (Лукьяненко, 1989).

Стрессовые воздействия на организм рыб снижают уровень физиологической резистентности, увеличивают проницаемость слизистой кишечника и способствуют проникновению микробов из кишечника во внутренние органы. Так, ухудшение гидрохимического режима (снижение кислорода, повышение углекислоты, аммиака, нитритов и нитратов) при интенсивном выращивании канальных сомов способствовало вспышке инфекции, вызванной *Aeromonas hydrophila* (Грищенко, Рудиков, 1985). В экспериментах после внутрибрюшинного введения сублетальной дозы *A. hydrophila* канальных сомов в течение 144 часов выдерживали в стрессовых условиях. Результаты показали, что общее количество бактерий в туловищной почке сома было намного больше, чем в почках контрольных.

Как и в случае с кожными покровами, барьерная функция слизистых кишечного тракта определяется не только механическим препятствием для микробов, но и секрецией веществ с бактерицидными свойствами (Лукьяненко, 1989).

Таким образом, кожные покровы и слизь у рыб не только «барьер», препятствующий проникновению микробов в организм, но и активная секреторная «ткань», которая выполняет информативную функцию и участвует в регуляции многих функций организма.

Список литературы

1. Головин, П. П. Основные заболевания семги на лососевых рыбзаводах и методы борьбы с ними. - Петрозаводск, 2002. - 78с.
2. Головина, Н. А. Ихтиопатология: учебник для студентов вузов. / Н. А. Головина, О. Н. Бауер. - М.: Мир, 2003. - 448с.
3. Грищенко, Л.И. Проблемы патологии и иммунитета при инфекционных болезнях рыб / Л.И. Грищенко, Н.И. Рудиков // Итоги науки и техники ВИНТИ. Сер. Ихтиология.- 1985.- М.: ВИНТИ.- Т.1.- С.190-211.
4. Журавлева, Н.Г. Некоторые иммунологические реакции у сеголеток и годовиков семги / Н.Г. Журавлева, Е.Е. Минченков // "Наука и образование – 2004": Материалы международной научно-технической конференции. - Мурманск: Изд-во МГТУ, 2004. - С.145-148.
5. Лукьяненко, В.И. Иммунобиология рыб: врожденный иммунитет. Монограф.- М.: Агропромиздат, 1989.- 271с.
6. Минченков, Е.Е. Некоторые иммунологические реакции у молоди семги / Е.Е. Минченков, Н.Г. Журавлева // Материалы международной научно-технической конференции. – г. Мурманск, МГТУ (4-12 апреля 2006г.). – электрон. НТЦ «Информрегистр» 0320501517 св. 7081 от 28.11.05г.). - С. 700-703.

7. Asbakk, K. Elimination of foreign material by epidermal malpighian cells during wound healing in fish skin / K. Asbakk // J. Fish Biol. - 2001. – V.58. - №4.- P. 953-966.

8. Nagashima, Y. Antibacterial factors in skin mucus of rabbitfishes / Y. Nagashima, A. Sendo, K. Shimakura, K. Shiomi, T. Kobayashi, T. Fujii // J. Fish Biol. - 2001. - V.58.- № 6. - P. 1765.

9. Nolan, D.T. Characterization of primary culture of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) skin explants: Growth, cell composition, proliferation, and apoptosis / D.T. Nolan, I. Nabben, S.E. Wendelaar Bonga // In Vitro Cell, and Dev. Biol. Anim. - 2002. – V.38. - № 1. – P. 14-24.

10. Rombout, J.H.W.M. Immunological importance of the second gut segment of carp. 3. Systemic and/or mucosal immune responses after immunization with soluble or particulate antigen / J.H.W.M. Rombout, A.A. Van-den Berg, C.T.G.A. Van-den Berg, P. Witte, E. Egberts // J. Fish Biol. - 1989. - V.35. - P. 179-186.

Некоторые аспекты накопления радионуклидов в растительности и грибах в районе размещения Кольской АЭС

Семенихина М.Е. (МГТУ, e-mail: marsem06@mail.ru)

Abstract. The major questions of accumulation of radionuclids in needles, leaves and mushrooms have been considered in this article. Also has given a estimation of KNPP's activity and its deposit in modern ecological condition of the Murmansk region.

1. Введение

Кольская Атомная Электростанция (КАЭС) сегодня является основным поставщиком электроэнергии для Мурманской области и Карелии. Но вместе с тем, необходимо учитывать определенный «вклад» любой атомной электростанции в дело загрязнения окружающей среды. Поэтому осуществление комплексного радиоэкологического мониторинга на сегодняшний день представляется наиболее важной задачей.

В данной статье уделено внимание вопросу накопления радионуклидов в хвое и листьях деревьев, а также в грибах.

Почва-это важнейший компонент биогеоценоза и именно почва, ее свойства определяют скорость и способы включения радионуклидов в биогеохимические циклы. Радиоизотопы, естественно присутствующие в почве, в результате обменных процессов поступают в растения. Радиоактивные изотопы, находящиеся в почвах, переходят в корневые системы растений точно так же, как и нерадиоактивные изотопы тех же элементов.

Некорневой (стеблевой) путь поступления радионуклидов в растения обычно более активный, чем корневой, хотя и протекает довольно медленно. Непосредственно в листьях и стеблях растений может задерживаться до 20-25% осевших на них радионуклидов и усваиваться растением, при корневом поступлении в растение поступает в среднем 0,1-1,0 % радионуклидов, содержащихся в почве. Корневой путь поступления радионуклидов в растения, т.е. поступление радионуклидов из почвы вместе с питательными веществами, принято характеризовать коэффициентом накопления (КН) радионуклидов. Радионуклиды, усвоенные растением, неравномерно распределяются по нему: например, для травянистых растений большая доля усвоенной активности концентрируется в стеблях (60-80% усвоенного растением ^{89}Sr или ^{90}Sr) и меньшая - в плодах; для древесных растений наиболее высокие значения удельной активности ^{90}Sr или ^{131}I отмечены в листьях и хвое, а наименьшие в древесине, причем установлено, что лиственные породы характеризуются более высоким значением КН данного радионуклида, чем хвойные (Охрана окружающей среды..., 1990).

Грибы представляют интерес в плане накопления радионуклидов, т.к. они способны накапливать в себе радионуклиды, особенно цезий-137. Особенно это характерно для трубчатых грибов, например, моховиков. Поэтому важно также обращать пристальное внимание на радиоактивность грибов как продуктов, употребляемых в пищу населением.

2. Материал и методы

Отбор проб хвои сосны и ели, листьев березы и осины производился 1 раз в год в летний период. Отбор осуществлялся в 3-х точках: санитарно-защитной зоне (СЗЗ), зоне наблюдения (ЗН) и в поселке Зеленоборский. Всего отбиралось около 1 кг каждой пробы. В июле 2004 года отбирались также листья березы и осины. Две пробы (листья березы и осины) были взяты в поселке Нивский по 0,91 кг и 1,0 кг соответственно; были отобраны листья березы (0,5 кг) на горе Лысая, а также листья березы (0,51 кг) и листья осины (0,5 кг) в самом городе Полярные Зори. В августе 2005 года были отобраны пробы листьев березы (0,5 кг) и осины (0,4 кг) в г. Полярные Зори, а также на горе Лысая (0,4 кг листьев березы и 0,3 кг листьев осины).

Все взятые для исследования пробы природных объектов направлялись на β и (или) γ -спектрометрические анализы. Все основные анализы были проведены на оборудовании Лаборатории охраны окружающей среды (ЛООС), являющейся структурным подразделением КАЭС, а также в лаборатории мониторинга окружающей среды Мурманского управления Гидрометеослужбы.

Все компьютерные расчеты производились с использованием Microsoft Excel.

3. Результаты и обсуждение

Измерения среднегодовой удельной активности хвои сосны и ели за 2004 год представлены в таблице 1. Таблица показывает, что содержание цезия-137 в хвое ели и сосны не отличается в широких пределах и составляет в среднем по цезию-137 9,6 Бк/кг, а по общей бета-активности-89 Бк/кг. Но в целом, значительных различий с показателями предыдущих лет нет, что свидетельствует о стабильности работы КАЭС.

Таблица 1.

Среднегодовая удельная активность хвои ели и сосны

Район отбора проб	Общая бета-активность	Cs-137, Бк/кг
Ель		
СЗЗ*	93,57	12,8
ЗН (гора Лысая)*	90,85	9,2
п. Зеленоборский	125,24	6,91
Сосна		
СЗЗ	81,0	7,7
ЗН (г. Лысая)	88,0	19,8
п. Зеленоборский	57,1	1,33

СЗЗ-санитарно-защитная зона, ЗН- зона наблюдения.

Результаты измерения общей бета-активности листьев осины и березы в 2004 году представлены в таблице 2

Таблица 2.

Общая бета-активность листьев

Место и дата отбора пробы	Масса пробы, кг	Общая β-активность, Бк/кг
Береза		
15.07.2004, Лысая гора	0,5	115,15
16.07.2004, п. Нивский	0,96	144,84
25.07.2004, г.Полярные Зори	0,51	126,86
Осина		
16.07.2004, п. Нивский	0,9	136,47
26.07.2004, г.Полярные Зори	0,5	118,5

Таким образом, видно, что листья осины, и березы накапливают в себе радионуклиды примерно одинаково. Заметно также, что, например, в п. Нивском наблюдается превышение общей β -активности в листьях по сравнению с г. Полярные Зори. Но этот факт не имеет какого-либо конкретного объяснения, т.к. по литературным данным известно, что поступление радионуклидов в растения происходит по нескольким путям. Возможно также, что имеет место процесс поступления радионуклидов с осадками. В целом же общая бета-активность колеблется в пределах от 115.15 до 144.84 Бк/кг, причем эти значения несколько превышают показатели у хвойных деревьев. В 2005 году результаты измерений примерно соответствовали показателям 2004 года и предыдущих лет (общая бета- активность изменялась в пределах от 100 до 150 Бк/кг).

Динамика накопления цезия-137 в грибах за период 1999-2004 г.г. представлена в таблице 3

Таблица 3.

Динамика накопления цезия-137 в грибах, Бк/кг за период 1999-2004 г.г.

Год отбора проб	Пластинчатые грибы	Трубчатые грибы
1999	50,4	52,0
2000	56,9	77,7
2001	78,6	86,7
2002	52,3	25,3
2003	63,7	18,3
2004	52,0	17,7

Допустимый уровень содержания цезия-137 в грибах составляет 500 Бк на кг. Таким образом, исходя из данных таблицы видно, что превышений по этому показателю нет. Можно отметить и тот факт, что сказать в определенной мере о том какие виды грибов или я в большей мере накапливают цезий-137 нельзя. Для этого необходимо делать более представительный анализ. Но все-таки тенденция к снижению содержания цезия-137 в грибах прослеживается, что, вероятнее всего, связано с процессами естественного распада радионуклидов.

Что касается моховиков (пробы 2005 года), то проведенный гамма-спектрометрический анализ показал наличие в них калия-40 (3,16 Бк/кг) и цезия-137 (1,49 Бк/кг), что значительно меньше допустимого уровня содержания радионуклидов.

4. Заключение

Таким образом, видно, что содержание радионуклидов (цезия-137 и стронция-90) в таких объектах окружающей среды, как хвоя сосны и ели, листья березы и осины, грибы, не выходит за рамки существующих нормативов.

В целом, полученные результаты свидетельствуют о благоприятной радиозэкологической обстановке в районе расположения КАЭС, что свидетельствует о стабильности работы станции в области охраны окружающей среды. Но вместе с тем, необходимо постоянно осуществлять радиозэкологический мониторинг объектов окружающей природной среды, помня о том, что атомные станции - потенциальные источники радиационной опасности и что от работы АЭС зависит как состояние окружающей среды, так и здоровье человека.

Список литературы

1. Методики радиационного контроля. Общие требования. Менделеево, 2000.-23 с.
2. Нормы радиационной безопасности НРБ-99. Госкомсанэпиднадзор.-1999.-116с.
3. Охрана окружающей среды при эксплуатации АЭС/ В.В. Бадаев, Ю.А. Егоров, С.В.Казаков - М.: Энергоатомиздат, 1990.-224с.: ил.

Межгодовые вариации сходства сообществ зоопланктона в Кольском заливе

Юрко О.Д. (МГТУ, кафедра биоэкологии, e-mail: Itlarta@yandex.ru)

The paper considers degree of the likeness of the zooplankton communities in the Kola bay in May 1995 and 2001. Data processing was carried out applying Chekanovsky coefficient. The insights gained from this coefficient showed the variability observed in zooplankton spatial distribution in these years. It is conditioned first of all by the peculiarities of hydrological regime.

Оценка степени сходства сообществ зоопланктона позволяет выявить зависимость биологических процессов от тех или иных факторов. По Кольскому заливу, находящемуся под большим антропогенным влиянием, работ подобного плана не проводилось. В этих условиях необходим многолетний мониторинг, который позволит спрогнозировать дальнейшие изменения в сообществах.

Цель настоящей работы заключается в выявлении межгодовых вариаций сходства сообществ зоопланктона в Кольском заливе.

Замеры температуры воды и сбор зоопланктона проводились с 20 по 24 мая 1995 года и с 29 мая по 1 июня 2001 года в ходе экспедиции ММБИ КНЦ РАН (судно ГС-440). Пробы отбирали планктонной сетью Джеди (диаметр входного отверстия 37 см, сторона капронового сита 168 мкм). В 1995 году облавливали верхний 100-метровый слой воды, а в 2001 году - всю водную толщу. Пробы фиксировали 4 %-м раствором нейтрального формалина.

Подсчет организмов и установление их таксономической принадлежности проводились в камере Богорова под биноклем МБС-10 по стандартной методике. Степень сходства сообществ зоопланктона на разных станциях оценивалась по индексу Чекановского:

$$C_N = jN / (aN + bN),$$

где aN – общее число особей на первом участке, bN – общее число особей на втором участке, jN – сумма наименьших из двух обилий видов, встреченных на обоих участках.

Для сравнения степени сходства сообществ зоопланктона использовали значения коэффициентов Чекановского от 50 % для 1995 года и от 60 % для 2001 года.

По сравнению с 1995 годом 2001 был холодным, на что указывают значения средней температуры в верхнем 10-метровом слое воды (табл.). В 1995 году она достигала 4,5°C, а в 2001 году не превышала 3,21°C.

Таблица

Термическая характеристика станций

Год	Станция №	Координаты станции	Средняя температура в верхнем 10-метровом слое воды, °С
1995	5	69°00' с.ш. 33°02' в.д.	3,32
	7	69 03 33 12	2,28
	10	69 06 33 23	3,09
	15	69 14 33 31	3,92
	13	69 19 33 32	4,01
	14	69 23 33 42	4,5
2001	1	68 57 33 01	2,9
	5	68 58 33 02	2,85
	7	69 01 33 03	2,95
	11	69 03 33 03	2,83
	13	69 04 33 11	2,89
	19	69 05 33 22	2,83
	24	69 08 33 28	2,86
	25	69 09 33 31	2,87
	33	69 12 33 27	2,89
	34	69 13 33 25	3,21
	31	69 16 33 30	2,79
	29	69 18 33 29	3,13
	28	69 18 33 31	2,8

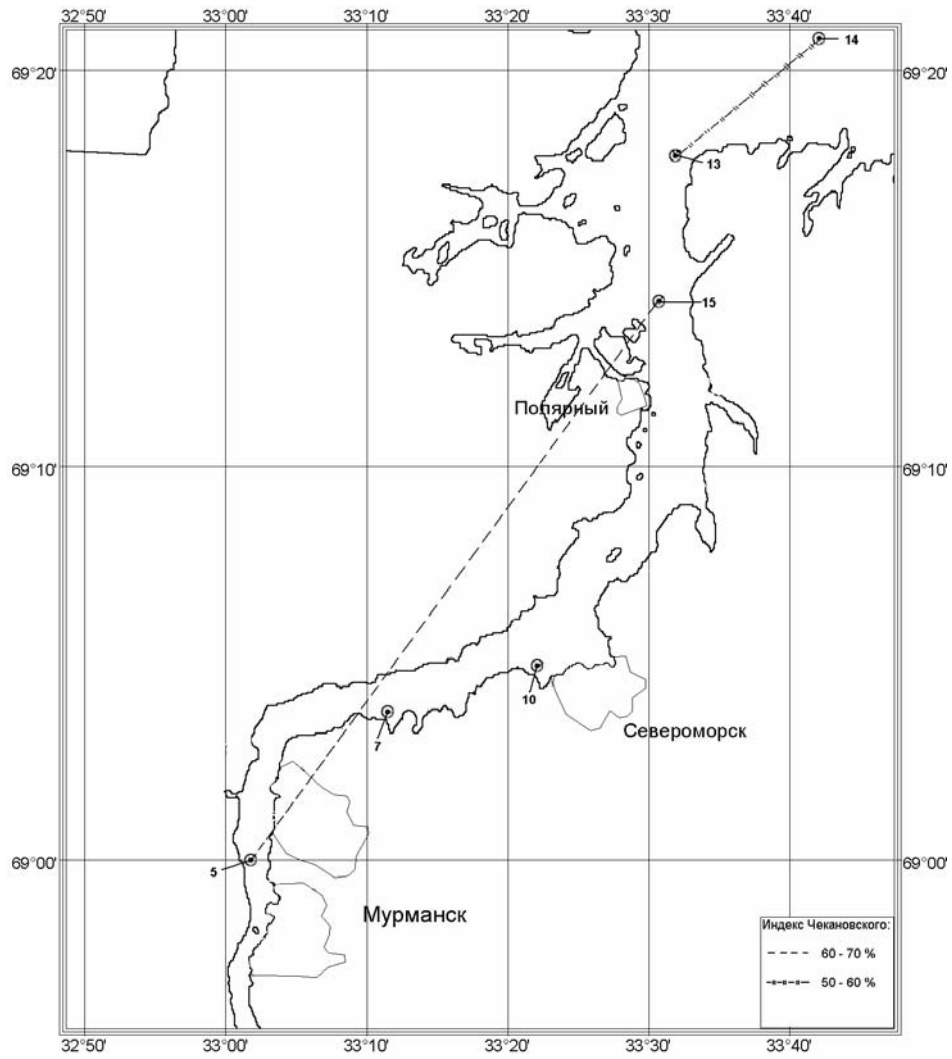


Рис. 1. Степень сходства сообществ зоопланктона в Кольском заливе в мае 1995 года

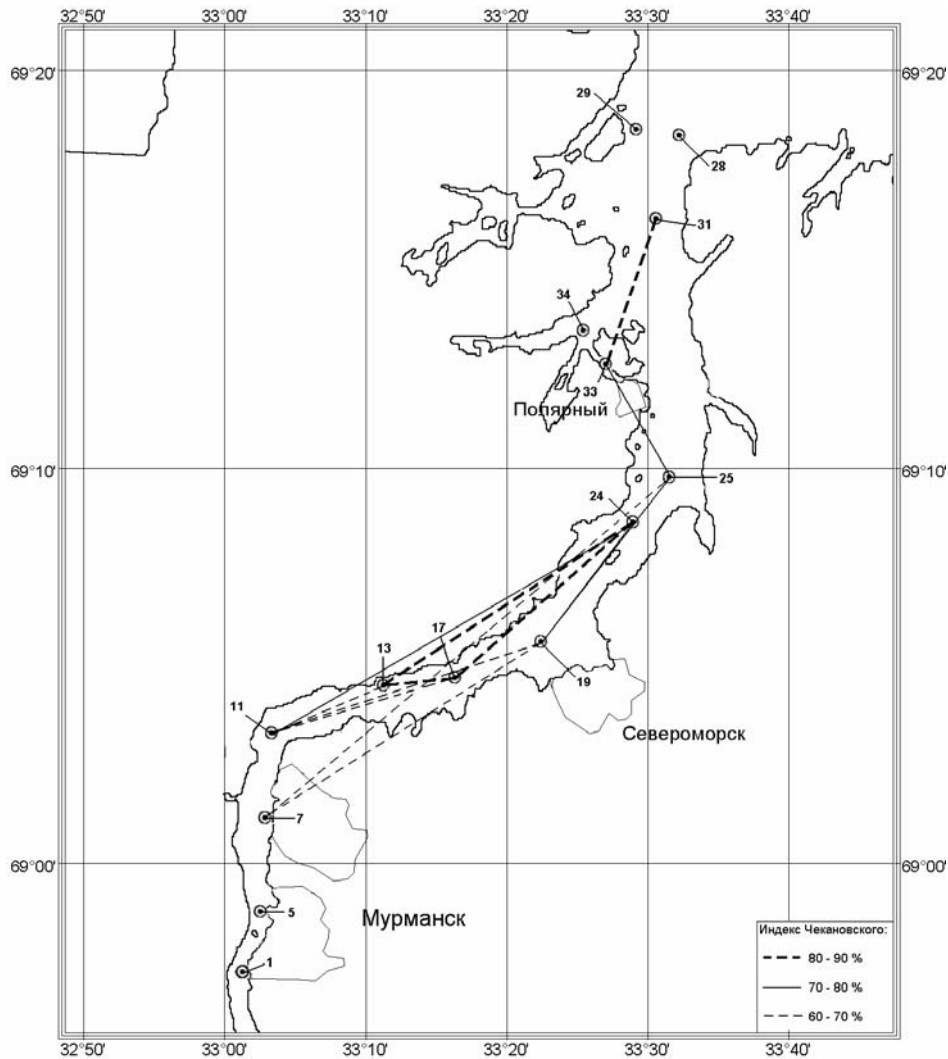


Рис. 2. Степень сходства сообществ зоопланктона в Кольском заливе в мае-июне 2001 года

Степень сходства сообществ зоопланктона в рассматриваемые периоды сильно различается (рис. 1, 2). В холодный год сообщества гораздо более однообразны, чем в теплый.

Выделено два однородных комплекса станций, выступающих центрами развития зоопланктона: наиболее протяженный в среднем колене и небольшой в зоне сильной изрезанности береговой черты северной части фьорда, где процессы перемешивания воды особенно интенсивны.

В это время общая численность варьировала от 622 (станция 1) до 70014 (ст. 28) экз/м³. Особо обильными были науплиусы и младшие копеподиты веслоногих ракообразных.

Большая разнородность наблюдается в южном районе рассматриваемой акватории, где сообщество зоопланктона наиболее бедно количественно, так как подвергается влиянию мощного стока рек Колы и

Тулумы, а также повышенной антропогенной нагрузке, исходящей от г. Мурманска.

В 1995 году численность зоопланктона была крайне малой, по сравнению с 2001 – от 12,98 (ст. 15) до 226,47 экз/м³ (ст. 10). В это время развитие сообществ еще только начиналось. В планктоне практически отсутствовали науплиусы и молодь копепод. В теплый год рассредоточение сообществ компенсировалось размножением половозрелых особей. Так, численность взрослого *Calanus finmarchicus* увеличивалась в сторону моря и на ст. 14 достигает 120,29 экз/м³.

Таким образом, весеннее сходство сообществ зоопланктона в Кольском заливе может сильно варьировать в различные годы в зависимости от температуры воды.

Список литературы

1. Кольский залив. Океанография, биология, экосистемы, поллютанты. Апатиты: КНЦ РАН, 1997. – 263 с.
2. Максимов Н.В.; Погребов, В.Б. Анализ количественных гидробиологических материалов: учебное пособие. / Н.В. Максимов, В.Б. Погребов. - Л: Ленинградский ун-т, 1986. - 97 с.
3. Сабурова О.Д. Особенности весенней и осенней динамики зоопланктона Кольского залива. / О.Д. Сабурова // Материалы XXIII конференции молодых ученых, посвященной 10-летию МБС – ММБИ. – Апатиты: Кольский научный центр РАН, 2005. – С. 101 – 105.
4. Тимофеев С.Ф. Экология морского зоопланктона. / С.Ф. Тимофеев. – Мурманск: МГПИ, 2000. – 216 с.
5. Фомин О.К., Дружков Н.В. Сезонная сукцессия зоопланктона в прибрежной зоне Восточного Мурмана. / О.К. Фомин, Н.В. Дружков // Продукционно-деструкционные процессы пелагиали побережья Баренцева моря. – Апатиты: Кольский научный центр АН СССР, 1991. – С. 62 – 72.

***СЕКЦИЯ:
«МИКРОБИОЛОГИЯ»***

Изучение физиологических групп бактерий для оценки степени загрязненности воды Кольского залива

Амосова И.А. (МГТУ, кафедра биологии)

Kola bay presents quite large and important ecosystem as the subject of research. The objective of current article is to study and identify various physiological groups of microorganisms, which allow estimating natural Kola Bay ecosystem self-purification rate. The research results state that despite both low temperature and anthropogenic pollution heterotrophic microorganisms maintain the activity of purifying the Kola Bay waters.

Кольский залив испытывает негативное антропогенное влияние. Оценить степень загрязненности литорали Кольского залива и дать прогноз о процессах очищения можно с учетом сапрофитных гетеротрофных бактерий: денитрифицирующих, аммонифицирующих, нитрифицирующих бактерий.

Денитрифицирующие бактерии - бактерии, восстанавливающие нитраты до молекулярного азота. Все денитрифицирующие бактерии — факультативные аэробы и могут окислять органическое вещество за счёт кислорода воздуха, но, попадая в анаэробные условия, они используют кислород нитратов как акцептор электрона («дыхание за счёт нитратов»).

Нитрифицирующие бактерии - аэробные бактерии, осуществляющие процесс окисления аммиака в соли азотной кислоты. В процессах естественного очищения водоемов нитрификаторы выполняют функцию окисления весьма токсичного вещества – аммиака.

Аммонифицирующие бактерии разлагают белки и другие органические соединения азота с образованием аммиака. Все аммонификаторы выделяют в среду протеолитические ферменты, под действием которых осуществляется гидролиз белка до аминокислот.

Для изучения денитрифицирующих, аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий нами были выбраны 3 станции: Морской вокзал, Абрам-мыс и Белокаменка, находящихся в акватории Кольского залива. Пробы отбирались с заглублением посуды для отбора проб на глубину 0,2 – 0,5 м, на расстоянии от берега от 5 - 50 метров. Пробы отбирались в асептических условиях, в стерильную посуду. Пробы воды отбирали в зимний период 2006 года.

Пробы воды подвергали изучению на присутствие и количественный учет на качественное обнаружение денитрифицирующих, аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий. Для обнаружения денитрифицирующих бактерий использовали среду Гильтая, для аммонифицирующих бактерий использовался реактив Несслера. Для нитрифицирующих бактерий использовали гелевые пластины и среду Виноградского (Теппер, 2004). Количественный анализ делали методом

предельных разведений. Проводили культивирование микроорганизмов на указанных средах, затем инкубировали, полученные культуры микроскопировали и на основе изученных свойств проводили идентификацию.

На станциях Морской вокзал и Абрам – Мыс были выявлены денитрифицирующие бактерии родов *Pseudomonas*, на станции Белокаменка обнаружены денитрифицирующие бактерии родов *Pseudomonas*, *Flexibacter*, *Bacillus*. На станции Морской вокзал также обнаружены грамотрицательные палочки, грамположительные кокки. На станции Морской вокзал обнаружили мелкие грамотрицательные палочки, стрептопалочки грамположительные без спор. Количество денитрифицирующих микроорганизмов на станции Белокаменка составило $1,9 \cdot 10^4$, Абрам – мыс - $1,6 \cdot 10^6$, Морской вокзал – $2,2 \cdot 10^5$.

На данных станциях были обнаружены аммонифицирующие бактерии: преобладали палочковидные формы, но встречались и кокковидные формы, в основном спорообразующие палочки. Преобладающим был род *Bacillus mycoides*, *Bacillus mesentericus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus idosus*. Количество аммонифицирующих микроорганизмов на станции Белокаменка составило $4,5 \cdot 10^2$, Абрам – мыс - $3,8 \cdot 10^4$, Морской вокзал – $2,7 \cdot 10^3$.

На указанных станциях обнаружены нитрификаторы *Nitrosomonas europa*, *Nitrobacter winogradskiy*, *Nitrococcus mobilis*, *Nitrospira marina*. Бактерии кокковидные и палочковидные, неспорообразующие.

Количество микроорганизмов на станции Белокаменка составило $1,6 \cdot 10^2$, Абрам – мыс - $2,8 \cdot 10^4$, Морской вокзал – $1,9 \cdot 10^3$

В результате полученных исследований показано, что на станции Белокаменка обнаружено значительно меньше количество бактерий, чем на станциях Морской вокзал и Абрам – мыс, это объясняется тем, что на станции Белокаменка происходит разбавление водных масс залива баренцевоморскими водами, вода более соленая, более низкая температура воды, чем на других станциях. Большее количество микроорганизмов на станциях Абрам – мыс и Морской вокзал связано с попаданием в воду залива сточных вод богатых органикой, что связано с местом расположения данных станций. Несмотря на холодные температурные условия и антропогенное загрязнение водных масс Кольского залива гетеротрофные микроорганизмы осуществляют свою деятельность по самоочищению вод Кольского залива. В связи с этим можно судить, что обнаруженные микроорганизмы обладают высокой приспособительной способностью к условиям низких температур.

Список литературы

1. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии: Учебное пособие для вузов/ Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева // Под ред. В.К. Шильниковой. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.

Особенности репродуктивной биологии промысловой голотурии *Cucumaria frondosa* Баренцева моря

Анциферова А.В. (МГТУ, кафедра микробиологии)

The studies of peculiarities of oogenesis of industrial sea-cucumber *Cucumaria frondosa* of the Barents Sea have been carried out, the information about fertility is given, morphometry of gonads and cell composition of genital tubules is described, the stages of maturity are found out, the changes of gametogenesis in tubules of different diameter are marked during autumn-winter period. The season of reproduction has been defined.

1. Введение

Среди промысловых беспозвоночных *Cucumaria frondosa* Баренцева моря привлекает все большее внимание исследователей. В настоящее время установлено, что органы и ткани этого вида голотурий содержат большой спектр ценных биологически активных веществ, концентрация и сезонные изменения которых тесно связаны с динамикой и интенсивностью гаметогенетических процессов (Хотимченко и др., 1993).

Голотурии входят в состав большинства бентических сообществ и играют в них доминирующую роль. Велика и экологическая роль голотурий, они оказывают мощное воздействие на биопереработку органического материала на дне моря. Во избежание подрыва ресурсов и нарушения целостности донных сообществ необходимым аспектом является изучение репродуктивной биологии вида.

В литературе накоплен обширный материал о репродуктивной биологии многих видов голотурий, а *C. frondosa* Баренцева моря в этом отношении является мало изученной.

Цель исследований состояла в изучении репродуктивного цикла на примере особенностей оогенеза промысловой голотурии Баренцева моря.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- изучить морфологию гонад и клеточный состав половых трубочек;
- выявить стадии зрелости гонад;
- определить сроки, характер и продолжительность нереста;
- оценить плодовитость особей.

Объектом исследования является баренцевоморская голотурия *C. frondosa*, которая относится к типу Иглокожих *Echinodermata*, классу Голотурий *Holothuroidea*, отряду Древовиднощупальцевых *Dendrochirotida*, семейству *Cucumariidae*, роду *Cucumaria*.

2. Материалы и методы

В основу исследовательской работы положены материалы, собранные в различных районах Баренцева моря: Мурманского мелководья, Западном Прибрежном, Семиостровском, Северо-Канинской

банке, Гусиной банке, мыса Святой Нос и о-ва Медвежий научно-промысловыми рейсами ПИНРО и рыболовецкими судами с 2000 по 2006 г. в различные сезоны. Отлов животных производили путем драгирования и траления на глубинах 76-180 м. Материал фиксировали в 4% и 10%-растворах формалина.

У каждой особи определяли длину и массу кожно-мускульного мешка; описывали морфологию гонад: цвет, длину, массу, общее количество половых трубочек.

Гонадный индекс (ГИ, в %) определяли как отношение массы гонад к массе кожно-мускульного мешка (КММ).

При исследовании репродуктивного цикла и стадий зрелости гонад использовали морфометрический и гистологический анализы.

У каждой самки отбирали 10 трубочек гонады, в каждой трубочке просматривали три участка (по 1 см): концевой, средний и основание трубочки. Измерение диаметра и подсчет разных категорий ооцитов проводили под биноклем при помощи окуляр-микрометра. Значения диаметра ооцитов группировали в размерные классы с интервалом 200 мкм. Развитие гонад классифицировали в 5 стадий.

Для микроскопического изучения также использовали основание, средний и концевой сегменты половой трубочки. Парафиновые срезы толщиной 6-8 мкм окрашивали гематоксилином и эозином, заключали в консервирующую среду «ПЕРТЕКС».

Полученные препараты просматривали под микроскопом БИОЛАМ при увеличении 10x8, 10x40 и с помощью окуляр-микрометра измеряли диаметр половых клеток разных генераций. Для получения снимков с гистологических препаратов применяли микроскоп фирмы «МИКМЕД» с комплектом визуализации – оптическим адаптером и цифровой камерой.

Для оценки индивидуальной абсолютной плодовитости определяли среднее количество половых клеток разного диаметра в сегменте (1 см), затем в одной трубочке. Далее находили среднее значение ооцитов на 10 трубочек и рассчитывали индивидуальную абсолютную плодовитость гонады в целом.

Результаты исследований обработаны статистически с помощью вспомогательных программ IBM PC с применением критерия Стьюдента (t_d).

3. Результаты и обсуждение

3.1. Морфология гонад

В основном голотурии *Cucumaria frondosa* раздельнополые животные. Нами при обработке материала обнаружена гермафродитная особь. Большую часть такой половой железы составляют мужские половые трубочки и 1/3 женские. В литературе гермафродитизм у *C. frondosa* отмечен только Джорданом (Jordan, 1972). Поэтому, можно сказать, что гермафродитизм у данного вида встречается очень редко.

Они 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 его легко идентифицировать по цвету гонад после вскрытия. У самцов они бледно-фиолетовые или розовые, у самок – темно-коричневые или бордово-оранжевые.

При изучении гонад кукумарии Баренцева моря мы обнаружили следующие категории половых трубочек: тонкие – диаметром от 0,15 до 0,50 мм, средние – от 0,60 до 1,00 мм и толстые более 1,00 мм. В отдельных наиболее утолщенных участках диаметр трубочек может достигать 2,00-3,00 мм. Яичники неполовозрелых животных представлены либо тонкими, либо тонкими и средними половыми трубочками. Гонады животных, участвующих в нересте образованы тремя категориями трубочек: тонкими, средними и толстыми. Количество половых трубочек у самок в гонадах колеблется от 48 до 181 штук. Длина трубочек варьирует – 0,6-15 см. В наших исследованиях сезонные изменения репродуктивной активности прослежены в половых трубочках, которые составляют большую часть гонады.

Клеточный состав на разных участках одной трубочки существенно не отличается. Различия в степени развития гаметогенеза обнаруживаются в трубочках разного диаметра. В тонких трубочках комплекс половых клеток характерен для неполовозрелого состояния, большей частью это ооциты цитоплазматического роста, которые располагаются вдоль эпителия. Средние трубочки в основном содержат превителлогенные ооциты и небольшое количество вителлогенных. Толстые трубочки содержат все категории половых клеток.

3.2. Диагностика пола

Для определения пола использовали животных с массой яичников от 0,39 до 2,47 г, длиной кожно-мускульного мешка от 5,00 до 9,00 см и массой – от 26,54 до 88,62 г. У 75 % особей не удалось установить пол, т. к. половые трубочки имеют диаметр менее 0,50 мм. Гонады самок образованы либо тонкими половыми трубочками; либо тонкими d 0,50 мм и средними трубочками d 0,60-0,88 мм. Длина трубочек варьирует – 0,5 до 15,00 см.

Тонкие трубочки содержат только пристеночные половые клетки d 25-225 мкм. В средних трубочках находятся ооциты цитоплазматического (d 25-225 мкм) и трофоплазматического роста (d 250-450 мкм).

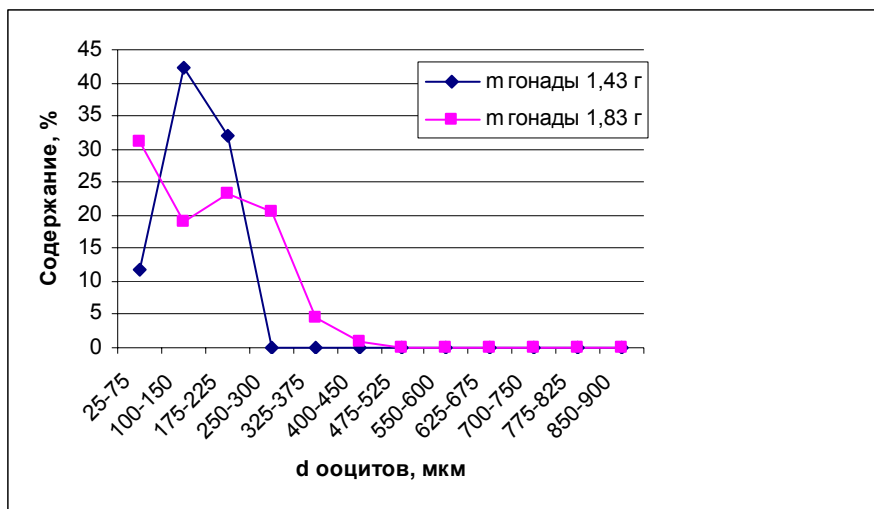


Рис. 1. Содержание различных категорий ооцитов в гонадах неполовозрелых самок (d половых трубочек 0,60-0,88 мм)

Полученные данные позволяют судить, что пол особей можно диагностировать при средней массе яичников 1,63 г (L КММ от 8,00 до 8,30 см и ср. m 52,98 г) при условии, если диаметр половых трубочек более 0,50 мм. Исследованные гонады молодых животных находятся на начальных этапах роста (рис. 1).

3.3. Репродуктивный цикл и стадии зрелости

Нами при изучении яичников кукумари Баренцева моря в годовом цикле выделено 5 стадий развития: посленерестовая (V), восстановления (I), роста (II), созревания (III) и зрелости (IV).

3.4. Сезонная динамика развития гонад

Самой длительной в репродуктивном цикле самок является стадия роста (II). У большинства особей она начинается в сентябре и продолжается по февраль. Самки в преднерестовом состоянии (III ст. зр.) встречаются с февраля по апрель, а с апреля по май происходит нерест (V). Летом осуществляется восстановление гонад, начинается новая волна гаметогенеза.

С помощью морфометрического анализа установлено, что процентное соотношение ооцитов разных фаз развития в течение года подвержено закономерным изменениям. С июля по август и в сентябре отмечено возрастание оогоний и вновь образовавшихся ооцитов. Рост ооцитов начинается осенью, а накопление нерестовой генерации гамет происходит в зимний период. 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. Материал резорбирующихся ооцитов, по-видимому, является одним из источников питания гонады и растущих половых клеток.

3.5. Динамика гонадного индекса

С февраля по май величина гонадного индекса постепенно увеличивается, это связано с накоплением нерестовой генерации гамет и нерестом кукумарии (рис. 2). Минимальные значения индекса гонад наблюдались у закончивших нерест особей, в июне. В июле, с развитием восстановительных процессов в гонадах и с развитием новой волны гаметогенеза отмечается возрастание гонадного индекса. Далее изменения ГИ не имели закономерного характера, из-за наличия в пробах разноразмерных особей.

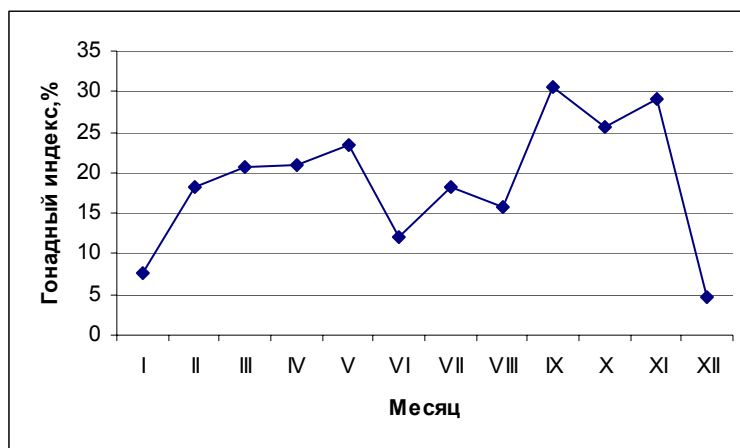


Рис. 2. Динамика средних значений гонадного индекса (%) самок кукумарии

3.6. Характер. Сроки и продолжительность нереста

Характер нереста – порционный, т.к. опустошенных полностью трубочек в результате нереста обнаружено не было. Обращает на себя внимание тот факт, что посленерестовые трубочки содержат довольно большое количество остаточных гамет. Можно было бы предположить, что оставшаяся часть гамет у кукумарии предназначена для вымета через какой-то определенный промежуток времени. Однако реализация второго нереста у данного вида не представляется возможной по двум причинам. Сразу после нереста начинается резорбция крупных ооцитов при участии питающихся фагоцитов и к моменту завершения нереста у самок у самцов в просветах трубочек остается очень мало невыметанных сперматозоидов (Оганесян, 1996).

Согласно нашим исследованиям нерест баренцевоморского огурца происходит в апреле-мае.

Анализ литературных данных и собственных наблюдений позволяют установить, что сезон размножения кукумарии приходится на зимне-весеннее и весеннее время, продолжительностью от 1 до 3 месяцев.

3.6.1. Факторы, стимулирующие нерест

Роль факторов среды в индуцировании нереста голотурий дискутируется достаточно широко. В качестве потенциальных триггеров нереста рассматриваются температура воды (Conand, 1993), цветение фитопланктона (Jordan, 1972), наличие спермы или феромонов в толще воды (Hamel, Mercier, 1995). Одним из наиболее важных возможных

факторов, стимулирующих нерест *C. frondosa*, является, по-видимому, массовое развитие фитопланктона. Вспышка фитопланктона в Баренцевом море по времени совпадает с нерестом кукумарии, начинается в марте и достигает максимума в апреле-мае.

3.7. Оценка плодовитости

Индивидуальная абсолютная плодовитость у среднеразмерных особей с массой КММ 150-200 г составила 60-150 тыс. яйцеклеток на гонаду. В пересчете на зрелые ооциты она составила 8600-31400.

4. Выводы

1. С помощью морфометрического анализа пол можно идентифицировать при массе гонад около 2,00 г, но при условии, если диаметр половых трубочек около 0,5 мм.

2. Выявлена неоднородность половых трубочек: тонкие трубки имеют неполовозрелое состояние, средние и толстые содержат все категории гамет.

3. Для баренцевоморской голотурии *C. frondosa* характерно пять стадий оогенетического развития: посленерестовая, восстановления, роста, созревания и зрелости. Необходимо отметить, что гаметогенетические процессы в гонадах возобновляются в летне-осеннее время; рост ооцитов осуществляется осенью, а накопление нерестовой генерации гамет – зимой. На протяжении годового цикла в яичниках отмечены постоянные процессы резорбции гамет.

4. В Баренцевом море нерест кукумарии осуществляется в зимне-весеннее и весеннее время, продолжительностью от 1 до 3 месяцев. Характер нереста – порционный.

5. Индивидуальная абсолютная плодовитость среднеразмерных особей с массой кожно-мускульного мешка 150-200 г составила 60-150 тыс. клеток на гонаду.

Список литературы

1. Оганесян С.А. Годовой репродуктивный цикл кукумарии *Cucumaria frondosa* Баренцева моря/С.А. Оганесян//Физиологические исследования рыб и беспозвоночных Баренцева моря: сб. науч. тр./ПИНРО. – Мурманск, 1996. - С. 109-132.

2. Хотимченко Ю.С. Биология размножения и регуляция нереста у иглокожих/Ю.С. Хотимченко, И.И. Деридович, П.А. Мотавкин. – М.: Наука, 1993. – 168 с.

3. Hamel J.-F. Spawning of the sea cucumber *Cucumaria frondosa* in the St. Lawrence Estuary eastern Canada/ J.-F. Hamel, A. Mercier// SPC Beche-de-mer information Bulletin. - 1995. - V. 7. - P. 7-18.

4. Conand C. Reproductive biology of the characteristic holothurians from the major communities of the New Caledonia lagoon/C. Conand//Mar. Biol. – 1993. – Vol. 116. – P. 439-450.

5. Jordan A.J. On the ecology and behaviour of *Cucumaria frondosa* (Echinodermata: Holothuroidea) at Lamoine Beach, Maine/ A.J. Jordan// Ph. D. Thesis. Univ. Maine. Orono. - 1972. - 75 p.

Оценка качества родниковой воды города Мурманска и его окрестностей на основе химических и микробиологических показателей

Богданова О.Ю. (МГТУ, кафедра микробиологии)

Indication and research on both microbial and chemical pollution within natural aquatic ecosystems are of great importance. The objective of current article is to estimate the quality of water from some of the Murmansk spring brooks based on its chemical, organoleptical and microbiological research. The article notes the spring at 25th km Verhnetulomskoe highway for having the best level of sanitation. It also states that proximity of springs to livestock enterprises leads to water quality deterioration.

В условиях Кольского Заполярья одной из самых основных проблем, от решения которой зависит жизнедеятельность человека и других живых организмов является проблема антропогенного загрязнения. Гигиенические аспекты решения этой проблемы заключаются в создании оптимальных условий для жизни населения Кольского полуострова. В связи с этим индикация и исследование микробиального и химического загрязнения в естественных экосистемах приобретает особое значение. Целью данной работы было оценить качество воды некоторых родников города Мурманска и его окрестностей на основе химических, органолептических и микробиологических исследований.

Вода является естественной средой обитания многих видов микроорганизмов, которые составляют постоянную водную микрофлору, способную жить и размножаться в воде, участвовать в превращении азотистых веществ, серы, железа, очищении водоемов. Количественный и качественный состав микроорганизмов природных водоемов зависит главным образом от содержания в воде органических веществ, метеорологических и прочих условий. Исследования санитарного состояния и процессов очищения водоемов выявили, что бактериологические показатели служат чувствительными и тонкими индикаторами загрязнения воды. Своевременное обнаружение бактериального загрязнения воды является необходимым условием для правильной оценки экологического состояния водоема.

Непостоянная или случайная микрофлора попадает в водоемы из почвы во время дождей, из воздуха с оседающей пылью, а также с отбросами промышленных предприятий и сточными водами. Сточные воды – основной источник загрязнения открытых водоемов органическими веществами и микроорганизмами, среди которых могут быть и патогенные. При загрязнении водоемов сточными водами, органическими отбросами производства, изменяется видовой состав микрофлоры воды, содержание палочковидных и спорообразующих бактерий увеличивается.

Вода играет важную роль в передаче возбудителей многих инфекций, главным образом кишечных (Buttiaux, Mossel, 1961; Carlson, 1965).

Поскольку качество водопроводной воды зачастую оказывается не идеальным, жители городов и населенных пунктов стараются использовать воду из альтернативных источников, например, родников, являющихся естественным местом разгрузки грунтовых вод. Но и в грунтовые воды вследствие инфильтрации могут попадать загрязняющие вещества и опасные бактерии (Баделин, Буймова, 2005). Всенародная любовь к родникам побуждает специалистов проводить анализ родниковых вод. При сильном загрязнении почва перестает служить фильтрационным барьером, атмосферные осадки вымывают вредные вещества и несут их с ключевой водой на поверхность, где она потребляется населением.

Исследования проводились в период апреля-сентября 2005 года, до, после и во время половодья на базе лаборатории Мурманскводоканала. Для исследования были выбраны наиболее популярные у населения Мурманской области пять объектов: родник по дороге в Аэропорт (№1); родник на 25 км дороги Кола – пос. Верхнетуломский (№2); родник в пос. Абрам-Мыс (№3); родник у железнодорожного переезда «Остановка Контейнерная» (№4); родник возле церкви по ул. Скальная, 7 (№5).

Исследования воды указанных родников проводились на соответствие нормам по следующим химическим показателям: общая жесткость; перманганатная окисляемость; цветность; мутность; фториды; сухой остаток; нитраты; нитриты; массовая концентрация общего железа; массовая концентрация аммиака и ионов аммония; концентрация ионов марганца.

Показатели общей жесткости, концентрации ионов марганца и сухого остатка в исследуемых источниках пресной воды находились в пределах нормы, установленной государственным стандартом для питьевой воды, кроме того значения данных показателей не демонстрировали динамики в процессе наблюдений.

Содержание общего железа в исследуемых источниках мало (не выше 0,02 мг Fe/л). Исключение составляет лишь источник №5, где зарегистрировано повышение показателя до 0,1 мг Fe/л, что возможно объясняется близким расположением автостоянки и автомобильной дороги, но не превышает норм, установленных для воды питьевого назначения. Что касается сезонной динамики содержания общего железа, то изменений практически не происходило и значения оставались более или менее постоянными.

Значения градуса цветности также находились в пределах нормы, установленной для воды питьевого назначения. Однако четко прослеживалось увеличение значения градуса цветности в период начала паводка и обильного таяния снегов (от 7 до 19°), затем, к осени значение показателя постепенно уменьшалось (до минимального – 2°), что было характерно для всех исследуемых источников. Наименьшее значение градуса цветности мы можем наблюдать в сентябре. Наиболее неблагоприятной в отношении показателя цветности являлась вода, взятая из источника №5. В данном источнике, в период паводка значение

показателя приближается к предельно допустимому для питьевой воды (ПДК – 20°). Такая ситуация, возможно, объясняется неблагоприятным местом расположения данного источника воды: рядом находится автомобильная дорога, автостоянка и другие постройки. Напомним, что родник находится в черте города Мурманска.

При анализе взятых за период с апреля по сентябрь месяц 2005 года проб воды исследуемых источников, прослеживалась динамика увеличения значения перманганатной окисляемости от начала сезона таяния снегов. Все исследуемые источники были благоприятны в отношении значения данного показателя и отвечали нормативам, хотя и очевиден всплеск значения перманганатной окисляемости в период сентября месяца для источника № 5 (3,6 мгО/л). Однако, даже такое высокое значение удовлетворяет требованиям государственного стандарта по отношению в питьевой воде и не является превышением (ПДК – 5 мгО/л).

Сезонная динамика показателя содержания нитратов прослеживалась крайне слабо, однако, имеется ярко выраженное достаточно высокое содержание нитратов в точке № 1 (5,5 мг/л). Родник расположен недалеко от птицефабрики «Снежная», возможно именно это и служит причиной таких высоких значений нитратов, так как часто происходят сбросы неочищенных вод, которые могут попадать в данный источник воды. Повышенное содержание нитратов обычно указывает на старое загрязнение органическим веществом.

Сезонные колебания нитритов характеризуются отсутствием их зимой и появлением весной при разложении органических остатков. Наибольшая концентрация нитритов наблюдается в конце лета, их присутствие связано с активностью фитопланктона. Аналогичная ситуация прослеживается и в проведенных исследованиях. В исследуемых родниках не было зарегистрировано превышение ПДК нитритов, однако всплески увеличения содержания говорят о том, что источники (1, 2, 3, 5) испытывали частичное загрязнение органикой.

Повышенная концентрация ионов аммония может быть использована в качестве индикаторного показателя, отражающего ухудшение санитарного состояния водного объекта, в первую очередь, бытовыми и сельскохозяйственными стоками. Обработка данных показала, что в конце лета происходило повышение значения содержания аммиака и ионов аммония по сравнению с периодом начала таяния снегов, однако все данные по показателю отвечают требованиям нормативных документов, так как ни в одном из взятых для исследования источников не наблюдалось превышение ПДК. Особой динамики значения аммиака и ионов аммония в период начала паводкового сезона не происходит. Наибольшее значение показателя отмечается для воды, взятой из источников № 1 и № 5 (источники с близким расположением к бытовым и сельскохозяйственным стокам).

Сезонное увеличение содержания фторидов наблюдалось в пробах источников №1 и №2 (до 0,1 мг/л при ПДК 1,5 мг/л.), скорее всего, это может быть связано с загрязнителями органической природы.

Проведенные микробиологические исследования воды родников г. Мурманска и его окрестностей показали полное соответствие нормативам, не выявили превышения допустимых норм по показателям содержания общего микробного числа и кишечных палочек. Вода родников города является полностью благоприятной в санитарном отношении и удовлетворяет требованиям СанПиН.

Запахи воды определяются живущими и отмершими организмами, растительными остатками, специфическими веществами, выделяемыми некоторыми водорослями и микроорганизмами, а также присутствием в воде растворенных газов – хлора, аммиака, сероводорода, меркаптанов или органических и хлорорганических загрязнений. Интенсивность запаха измеряли органолептически по пятибалльной системе при температуре воды 20 и 60 °С. По нормам СанПиН 2.1.4.559-96 запах воды должен быть не более 2 баллов. При температуре 60 °С вода в источнике № 5 обладала неприятным запахом, а значит, является непригодной для питьевых нужд. Самый благоприятный по данному показателю является родник № 2.

В результате проведенных исследований определено, что повышение уровня загрязнения окружающей среды способно повлиять на качество подземных вод, наиболее важными из которых являются техногенные загрязнения и сточные воды, богатые органикой. Показано, что наиболее благоприятное санитарное состояние по микробиологическим и химическим показателям присуще роднику, расположенному на 25 км по Верхне-Тулумскому шоссе. Зарегистрирован повышенный фон азотсодержащих соединений (нитритов, нитратов) в воде родника, расположенного на 7 км по дороге в аэропорт, что связано с местом расположения данного источника и близким расположением к нему птицефабрики «Снежная», следовательно, очевидно загрязнение органикой.

Список литературы

1. Баделин, В. И. О качестве родниковых вод Ивановской области/В.И. Баделин, С. А. Буймова, В. В. Костров, А. П. Куприяновская //Экология и промышленность России, 2005.

2. СанПин 2.1.4.559–96. Санитарные правила и нормы. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованной системы питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М., 1996. – (Госкомсанэпиднадзор России).

3. Buttiaux R., Mossel D. The significance of various organisms of faecal origin in foods and drinking water. – «J. appl. Bact.», 1961 , v. ,24, p. 353 – 364.

4. Carlson S. Bedeutung, Aufgaben und Ziel der Virusforschung in der Wasserhygiene. Gas- und Wasserfach 106 (1965) 12, S. 325 bis 329.

Дисбактериоз кишечника. Лабораторная диагностика

Кошелева Л.П. (МГТУ, кафедра микробиологии; МУЗ Мурманская инфекционная больница. Централизованная лаборатория клинической генетики)

The diagnostics of human disbacterios, methods of indication and identification of disbacterios are discussed.

Хронические болезни органов пищеварения относятся к числу наиболее часто встречающихся заболеваний, как в детском, так и в более зрелом возрасте. Ни одному разделу микробиологии не посвящено столько работ методического плана, сколько диагностике кишечных заболеваний. Это мировая ситуация.

Соотношение разнообразных популяций микробов отдельных органов и систем, поддерживающее биохимическое, метаболическое и иммунологическое равновесие, равновесие необходимое для сохранения здоровья человека, называют нормофлорой. Нормальная флора тонкого кишечника включает лактобактерии, бактероиды, клостридии, кишечные палочки и близкие к ней энтеробактерии, энтерококки и стрептококки группы Д.

Значительно больше групп представлено в толстом кишечнике. В его содержимом доминируют облигатно анаэробные бактерии, прежде всего бактероиды *B. fragilis*. В количестве более 10^8 КОЕ/г присутствуют превателлы, фузобактерии, пептострептококки, эубактерии, фузобактерии.

Перечисленные микроорганизмы представляют большой интерес при микробиологической диагностике дисбактериоза кишечника. Само понятие дисбактериоз признается не всеми. Отечественная практика признает дисбактериоз клинической реальностью, его микробиологическое подтверждение остается необходимым. При патологии органов пищеварения микрофлора существенным образом отличается от нормальной микрофлоры.

Микрофлора желудка скудна. Возникновение язв желудка, гастрита, онкопатологии связывают с *Helicobacter pylori*. Острые заболевания тонкого кишечника определяются энтеротоксигенными штаммами кишечной палочки, вибрионными холеры, *Vibrio cholerae*, *Staphylococcus aureus*, *Aeromonas shigelloides*, *Bacillus cereus*, *Plesiomonas shigelloides*, *Clostridium perfringens*, а так же вирусами и некоторыми простейшими.

Значительный перечень бактерий, вызывающих поражения терминальных отделов тонкого кишечника и толстого кишечника (колит, энтероколит): обширный род сальмонеллы, шигелл, энтероинвазивные и энтерогемморрагические штаммы эшерихии, а так же *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Clostridium difficile*.

Под дисбактериозом кишечника понимают клинико-лабораторный синдром, связанный с изменением качественного и количественного состава микрофлоры кишечника с последующим развитием метаболических и иммунологических нарушений с возможным развитием желудочно-кишечных расстройств.

У здорового человека состав нормальной микрофлоры достаточно стабилен, несмотря на количественные колебания, которые для некоторых бактерий достигают нескольких порядков. Относительное постоянство отражает собственный внутренний гомеостаз нормальной микрофлоры, который базируется на динамической стабильности ее взаимоотношений с хозяином, то есть той средой, где микробы поддерживают свое существование. Эти взаимоотношения поддерживаются постоянной эвакуацией содержимого кишечника быстрым обновлением эпителиального покрова слизистой оболочки (эксквamacией эпителии вместе с бактериями), физико-химическими параметрами, местными иммунными и воспалительными реакциями, которые сдерживают инвазивные бактерии и нейтрализуют токсические метаболиты бактерий (вместе с детоксицирующей функцией).

Устойчивость микроорганизмов подвергается постоянным испытаниям со стороны внешней среды – непрерывного источника новых микробов, претендующих за закрепление в кишечнике.

Кишечная микрофлора устойчива к переменам в диете. Требуются специальные спланированные диеты, которые влияют на кишечный микробиоциноз. Пища богатая углеводами стимулирует бифидофлору, Жировая - угнетает, но стимулирует бактероиды. Пищевой дисбиоз носит временный характер, исчезает при переходе на обычное питание. Существует стессорный дисбиоз (при длительном пребывании в необычных условиях). Существует возрастной и сезонный дисбактериоз у здоровых людей.

Микробный пейзаж толстого кишечника меняется при различных заболеваниях местного и общего характера. У большинства больных с поражением желудочно-кишечного тракта инфекционной и неинфекционной природы, у больных и реконвалесцентов после острых вирусных и бактериальных инфекциях некишечной локализации, при хронических воспалениях, аллергических заболеваниях, лучевой болезни, лейкозах, при злокачественных новообразованиях, на фоне применения цитостатиков и антибиотиков.

«Лекарственные» особенно антибиотикозависимые дисбактериозы отличаются наибольшей стабильностью. Они могут иметь серьезные последствия- кандидозы.

Сдвиги в нормальной микрофлоре всегда вторичны, они как следствие различных заболеваний.

Дисбактериоз как микробиологическое понятие: это любые выходящие за рамки нормы сдвиги в облигатной и/или в факультативной

флоре. Увеличение количества факультативных микроорганизмов часто сочетается с расширением их видового спектра.

Микробиологический анализ фекалий предусматривает количественное определение бифидобактерий, лактобациллы энтеробактерий (кишечной палочки и ее гемолитических вариантов), паракишечных лактозонегативных палочек протей, энтерококка, золотистого стафилококка, синегнойной палочки, кандид.

Акцент делается на снижение количества благородных бактерий (бифидобактерий) и повышение условно-патогенной флоры.

Параллелизм клинических проявлений и степени выраженности дисбиотических изменений имеется не всегда. В ряде случаев при выраженных нарушениях в микрофлоре кишечника никаких клинических проявлений нет и наоборот, выраженные клинические проявления сопровождаются незначительными изменениями в микрофлоре.

Клинические проявления дисбактериоза зависят от нарушений в микрофлоре и от его компенсаторных возможностей. Причины появления симптомов заболевания - снижение колонизационной резистентности слизистой кишечника, снижение детоксикационной функции кишечной микрофлоры, нарушение иммунного статуса организма.

Основными клиническими проявлениями кишечного дисбактериоза являются: нарушение общего состояния (интоксикация обезвоживания), снижение массы тела, симптомы поражения слизистых оболочек желудочно-кишечного тракта, нарушения пищеварения в различных отделах ЖКТ, молочница, яркость слизистых оболочек, боли в животе, газообразование, зуд и жжение в области ануса, диарея, запоры.

У взрослых наблюдается: снижение и отсутствие аппетита, тошнота, рвота, металлический вкус во рту, боли в животе, отрыжка, метеоризм, урчание, вздутие живота, запор, понос, ложные позывы, гиповитаминоз). А так же заеды, сухость кожи и слизистых), аллергический синдром- зуд кожи и слизистых, аллергические высыпания на коже. Утомляемость, слабость, головные боли, нарушение сна.

Диагноз дисбактериоза кишечника основывается на результатах данных микробиологического исследования кала. При бессимптомном течении решающее значение имеют микробиологические показатели:

- Нарастание количества условно-патогенных микроорганизмов одного или нескольких видов.
- Умеренное снижение количества бифидобактерий при нарастании условно-патогенной флоры;
- Значительное снижение облигатных представителей флоры (бифидобактерий и кишечной палочки);
- Появление измененных форм аэробной флоры в сочетании со снижением анаэробной и др.

Снижение облигатно анаэробной микрофлоры создает условие для развития условно-патогенных микроорганизмов.

Таблица 1

Результаты при исследовании фекалий на дисбактериоз

<i>Результаты (количество)</i>	<i>Всего исследований</i>	<i>%</i>
Всего анализов	651	
Не выявлен (наличие отклонений)	421	65
Не выявлен (без отклонений)	163	25
Дисбактериоз	67	10

Из результатов, отображенных в таблице 1 видно, что на долю явного дисбактериоза приходится 10%. Максимальный процент 65% приходится на обнаружение всевозможных отклонений от нормы. И лишь 25% отсутствуют всякие отклонения.

Таблица 2

Процент распределения отклонений от нормы

<i>Отклонения</i>	<i>%</i>
Снижение общего количества <i>E.coli</i>	28
Увеличение к-ва <i>E.coli</i> со слабо выраженными ферментативными св-ми	4,5
Наличие гемолизирующей <i>E.coli</i>	37
Увеличение количества лактозонегативной <i>E.coli</i>	9
Увеличение количества бактерий рода <i>Proteus</i>	4
Увеличение количества условно-патогенных энтеробактерий	34
Увеличение количества энтерококков	13
Увеличение количества сапрофитного и эпидермального стафилококка	2
Увеличение количества золотистого стафилококка	29
Увеличение количества дрожжеподобных грибов рода <i>Candida</i>	7
Наличие плесневых грибов	0,7
Наличие синегнойной палочки (<i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	2
Увеличение количества клостридий	4
Наличие патогенной микрофлоры (в частности, энтеропатогенных кишечных палочек)	0,5

При анализе отклонений лидирует снижение количества *E.coli* (28%) и наличие *E.coli* с имолизирующими свойствами (37%), увеличение количества условно- патогенных энтеробактерий (34%), увеличение количества золотистого стафилококка (29%).

Таблица 3
Процент распределения гр (-) палочек (от общего количества условно-патогенной флоры)

<i>Гр (-) палочки</i>	%
<i>Klebsiella</i>	63
<i>Enterobacter</i>	31
<i>Citrobacter</i>	17
<i>Acinetobacter</i>	0,7
<i>Serratia</i>	0,7
<i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i>	2

Среди гр (-) условно-патогенной микрофлоры плеволируют (61%) *Klebsiella* и *Enterobacter* (31%) как самостоятельно, так и в различных сочетаниях.

St aureus так же встречается как самостоятельно. Так и в сочетании с гр (-) условно патогенной флорой.

Таблица 4
Процент выявления золотистого стафилококка совместно с гр(-) условно-патогенными энтеробактериями или их комбинациями

Выявленные соотношения	%
<i>Staphylococcus aureus</i> + <i>Klebsiella</i>	65
<i>Staphylococcus aureus</i> + <i>Enterobacter</i>	16
<i>Staphylococcus aureus</i> + <i>Citrobacter</i>	10
<i>Staphylococcus aureus</i> + <i>Klebsiella</i> + <i>Enterobacter</i>	8
<i>Staphylococcus aureus</i> + <i>Klebsiella</i> + <i>Citrobacter</i>	2

При этом в 35% случаев выделяется *St aureus*, обладающий R⁺ как к одному, так и с множественной лекарственной устойчивостью R⁺⁺⁺.

Дисбактериоз кишечника не является самостоятельным заболеванием, однако необходима лечебная коррекция данного синдрома, так как наличие изменений микробиоциноза ухудшает пищеварение, снижает иммунологическую реактивность организма, может привести к развитию аллергических заболеваний, таких как аллергический дерматит, нарушает обмен витаминов и микроэлементов

При отсутствии лечебной коррекции дисбактериоз прогрессирует, и в ряде случаев может развиваться более тяжелое заболевание, например сепсис.

Ухудшение клинического состояния и микробиологических показателей происходит не сразу, а постепенно. Для коррекции микрофлоры необходим индивидуальный подбор биопрепаратов. В настоящее время перечень их достаточен. Это бифидумбактерин, бифидумбактерин форте, пробифор, бифилиз сухой, лактобактерин, ацилакт, колибактерин, бификол, бактиспорин, биоспорин, бактериофаги иммуноглобулиновый комплексный препарат для энтерального

применения. Лечение дисбактериоза не исключает применения и антибактериальных препаратов ципрофлоксацина, интетрикса, флуконазола при грибковом дисбиозе.

Список литературы

1. Медицинская микробиология. /Гл.ред. В.И. Покровский, О.К. Поздеев. - М.: ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 1999. - 1200 с.

2. Руководство по микробиологической диагностике инфекционных болезней / Под редакцией Матвеева К.И. - М.: Мир, 1964.

Санитарно-паразитологические исследования объектов окружающей среды

Лабинцева Е.В. (МГТУ, кафедра микробиологии; ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области»), Мишинева З.Р. (ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области»)

The results of the sanitary-parasitologic research of environment objects on the diseases caused by *Lamblia intestinalis*, *Hymenolepis diminuta*, *Ascaris lumbricoides*, *Toxocara canis*, *Enterobius vermicularis*, *Diphyllobotrium latum*, *Anizakis simplex* have been considered.

Широкое распространение паразитарных болезней (протоозов и гельминтозов) среди людей и животных способствует обсеменению окружающей среды их возбудителями. Возбудителей инвазий обнаруживают в почве, воде, на предметах обихода (абиотическая среда), в организмах окончательных, промежуточных и дополнительных хозяев (биотическая среда).

Лямблия (*Lamblia intestinalis*) - возбудитель лямблиоза. Впервые лямблию обнаружил в кишечном содержимом детей, страдающих диареей, профессор Харьковского университета Д.Ф. Лямбль в 1859 году. Это одноклеточные паразитические животные организмы из класса жгутиконосов. Лямблии - анаэробы, обитают в двенадцатиперстной и тощей кишках. *L.intestinalis* могут существовать в двух формах: трофозоитная (вегетативная, активная форма в организме хозяина) и цистная (во внешней, в том числе и водной среде). Цисты лямблий - овальной формы, размера 10-14 мкм в длину и 6-10 в ширину; незрелые цисты содержат 2 ядра, зрелые - 4; ядра находятся у переднего пояса цисты. Оболочка цисты отчетливо выражена и большей частью отстает от протоплазмы, что является одним из характерных отличий цист лямблий от цист других простейших. Цисты лямблий в воде выживают в течение 1-3 месяцев при t 4-20°C. Особое значение для распространения лямблий имеет высокая устойчивость их цист к хлору. Обычное хлорирование воды не действует на них губительно. Поэтому водопроводная вода, отвечающая по санитарным показателям требованиям нормативной документации в отношении микробной загрязненности, может служить фактором передачи лямблий и некоторых других патогенных простейших. Вероятность этого весьма высока, так как минимальная заражающая доза составляет всего лишь 10 цист. Основной путь передачи цист лямблий - водный. Профилактика водного пути распространения лямблиоза заключается в выполнении всех этапов очистки воды, в применении фильтрующих устройств, дезинфицирующих средств, кипячении воды (кипячение убивает цисты в течение 5 минут), и охране водоемов от загрязнения сточными водами.

В 2006 году в баклабораториях ФГУЗ Мурманской области было исследовано 273 пробы воды централизованного водоснабжения, 227 проб воды поверхностных водоисточников, 91 проба воды плавательных бассейнов. Из них в баклаборатории филиала ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области» в Кандалакшском и Терском районах в 1 пробе воды поверхностных источников обнаружены цисты лямблий.

Крысиный цепень (*Hymenolepis diminuta*) - возбудитель гименолипедоза крысиного. Это зоонозный гельминтоз, для которого человек является случайным хозяином. Источником инвазии служат мыши и крысы, очень редко - собаки, кошки, человек. Яйца крупные, размер яиц 60×80 мкм, почти шаровидные с двухконтурной желтоватой наружной оболочкой. Диаметр онкосферы 25-36 мкм, она вооружена двумя парами крючьев. Стробила цепня крысиного состоит из нескольких сотен коротких и широких члеников. Цикл развития происходит со сменой хозяев. Облигатные хозяева - крысы и мыши. Промежуточные хозяева - около 30 видов насекомых. Яйца крысиного цепня могут загрязнять различные объекты окружающей среды. Из всех объектов окружающей среды почва и вода поверхностных водоемов чаще подвергается загрязнению яйцами крысиного цепня. Почва для яиц крысиного цепня является местом их временного пребывания.

В 2006 году в баклаборатории филиала ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области» г. Мончегорска яйца крысиного цепня были обнаружены в 1 пробе воды поверхностных водоемов, в 1 пробе сточной воды и в 2 пробах почвы.

Аскарида человеческая (*Ascaris lumbricoides*) - возбудитель аскаридоза. Аскаридоз известен с глубокой древности. Упоминание об этом заболевании встречается в знаменитом папирусе Эберта (VI в. до н.э.) и в трудах Гиппократов. Возбудителя впервые описал К. Линней в 1758 году. Тело аскариды человеческой веретеновидной удлиненной формы, сужено к обоим концам бело-желтого или розового цвета. Самки крупнее самца. Задний конец самца загнут на брюшную сторону. Самцы и самки паразитируют в тонкой кишке, откладывают в сутки до 250 тыс. яиц, которые выделяются во внешнюю среду с фекалиями. Развитие яиц во внешней среде происходит в условиях достаточного снабжения кислородом при t 12-37°C и влажности почвы не ниже 8 %. Оплодотворенные яйца овальной или шаровидной формы. Наружная оболочка крупнобугристая, толстая, коричневого цвета. Размер яиц 50-70 на 40-50 мкм. Яйцеклетка мелкозернистая и шаровидная, расположена в центре яйца. Инвазионное яйцо содержит внутри живую подвижную личинку, свернувшуюся кольцевидно или перекрестно. Единственным источником аскаридоза является человек, выделяющий с фекалиями огромное количество яиц, высокоустойчивых к действию различных неблагоприятных факторов окружающей среды. Факторами передачи инвазии служат главным образом почва, руки и пища в меньшей степени.

Источником загрязнения окружающей среды является недостаточно обеззараженная сточная вода, которая в соответствии с санитарными правилами по охране поверхностных вод от загрязнения сточными водами, должна подвергаться соответствующей обработке, обеспечивающей удаление яиц гельминтов.

В 2006 году в баклабораториях ФГУЗ Мурманской области было исследовано 77 проб сточной воды, из них в г. Кандалакша в 2 пробах обнаружены яйца аскариды человеческой.

Аскарида собачья (*Toxocara canis*) - возбудитель токсокароза, относится к группе круглых червей. *T. canis* - раздельнополые нематоды. Длина самки - 9-18 см, самца - 5-10 см. Хвостовой конец самца загнут, имеет конусоидные придатки и две спикулы длиной около 0,8 мм. Хвостовой конец самки прямой. Яйца токсокар почти круглой формы, размером 65-75 мкм. Наружная оболочка яйца толстая, плотная, мелкобугристая. Цвет оболочки от светло-коричневого до темно-коричневого. Внутри незрелого яйца располагается темный бластомер, заполняющий почти все яйцо. В зрелом яйце располагается живая личинка. В сутки самка выделяет почти 200 тыс. яиц. Яйца выделяются незрелыми и неинвазионными. Дальнейшее созревание яиц происходит во внешней среде (почва, песок). Почва для яиц токсокар является средой прохождения их биологического цикла развития. Созревшие яйца сохраняются в почве в жизнеспособном состоянии в течение нескольких лет. Наиболее часто загрязняется почва и песок яйцами токсокар на территории детских дошкольных и школьных учреждений. Поэтому, в мероприятия по профилактике токсокароза включена регулярная замена песка в детских песочницах (три раза в теплое время года). Обсемененность почвы яйцами токсокар сама по себе не имеет решающего значения в передаче возбудителей токсокар, если человек слабо контактирует с ней.

В 2006 году в Мурманской области было исследовано 592 пробы почвы и песка, из них в 1 пробе песка на территории детского сада № 81 г. Мурманска были обнаружены яйца токсокар.

Острица (*Enterobius vermicularis*) - возбудитель энтеробиоза. Это заболевание известно с глубокой древности, описание энтеробиоза встречается в работах Гиппократов. Острица - мелкая нематода. Длина самки 9-13 мм, самца 2-3 мм, хвостовой конец загнут у самца, а у самки прямой. Яйца прозрачные, ассиметричные: имеет форму неправильного овала. В яйцах развиваются личинки, созревание которых завершается во внешней среде в присутствии кислорода. Источником энтеробиоза является больной человек. Яйца передаются от человека контактно-бытовым путем. Поэтому энтеробиоз относится к группе контагиозных гельминтозов. Яйца остриц довольно устойчивы во внешней среде.

В 2006 г. с целью оценки эффективности текущей уборки и дезинфекции помещений в Мурманской области были взяты около 10 тыс. смывов в помещениях детских учреждений, организаций общественного питания, плавательных бассейнов, лечебно-профилактических

учреждений. Из них в детских дошкольных учреждениях г. Мурманска в 7 пробах смывов с предметов обихода обнаружены яйца остриц. Обсемененность помещений детских учреждений инвазионными яйцами остриц приводит к непрерывным повторным заражениям, благодаря чему без проведения мер профилактики очаги энтеробиоза могут существовать длительное время.

Осадки сточных вод могут содержать возбудителей гельминтозов и являться источником загрязнения объектов окружающей среды. С целью санитарно-паразитологического контроля в 2006 году в баклаборатории филиала ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области» в городах Кировске, Апатитах было исследовано 5 проб осадков сточных вод, из них в 1 пробе были обнаружены яйца остриц.

Лентец широкий (*Diphyllobotrium latum*) - возбудитель дифиллоботриоза - зоонозный биогельминтоз. Лентец широкий - наиболее крупный из гельминтов, паразитирующих в организме человека. Его длина может достигать 2-10 метров. Цикл развития связан со сменой трех хозяев. Яйца лентеца широкого выделяются из кишечника человека еще незрелыми и их развитие происходит в воде. при благоприятных условиях через 2-3 недели в яйце развивается личинка, снабженная тремя парами крючков. Дальнейшее развитие происходит в промежуточных хозяевах (различных видов рачков), которые проглатываются рыбами, такие рыбы служат для личинок лентеца резервуарным хозяином. В желудочно-кишечном тракте окончательных хозяев личинки прикрепляются к слизистой оболочке тонкой кишки. Яйца лентеца широкого попадают в водоемы при спуске в воду неочищенных сточных вод.

В 2006 году в баклаборатории филиала ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области» в Кандалакшском и Терском районах в 3 пробах сточной воды были обнаружены яйца лентеца широкого.

Анизакиды (личинки сем. Anizakidae, род *Anizakis*) - возбудители анизакидоза - хронически протекающего зоонозного биогельминтоза. Анизакидоз у людей начал широко изучаться за рубежом в 50-60-х годах XX в. после его эпидемии в Нидерландах (1955 г.), причиной которой было употребление слабосоленой рыбы. Длина личинок 1,5-2 см, окраска беловатая или желтоватая. Личинки анизакидов локализуются в полости тела, на поверхности или внутри различных внутренних органов, мускулатуре рыб (треска, скумбрия, сайра, сельдь, нототения и др.). Они могут быть свернуты в спирали и заключены в бесцветные прозрачные капсулы или находится в свободном состоянии. Окончательными облигатными хозяевами анизакид служат гидробионты. Источник инвазии - зараженные личинками рыбы, реже крабы и кальмары. Заражение происходит при попадании в организм человека живых личинок анизакид, которые приживаются, но не развиваются до взрослой стадии у человека, используя его в качестве резервуарного хозяина. Потенциальную опасность для здоровья человека представляют только живые личинки

гельминтов. В связи с этим при паразитологическом инспектировании гидробионтов и продуктов их переработки, определяют жизнеспособность выявленных личинок. В связи с интенсивным освоением водных ресурсов и возрастанием доли морепродуктов в рационе человека анизакидоз становится одной из наиболее значимых паразитарных проблем.

В 2006 году в баклаборатории ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области» с целью санитарно-паразитологической экспертизы было исследовано 235 экземпляров (36 проб) рыбы и нерыбных объектов морского промысла, из них в 1 пробе трески мороженой и в 1 пробе филе трески охлажденной были обнаружены живые личинки *Anizakis simplex*.

Вывод: результаты лабораторных санитарно-паразитологических исследований позволяют оценивать обсемененность окружающей среды возбудителями паразитозов, риск новых заражений, прогнозировать заболеваемость населения, и на основе этого, планировать санитарные, противоэпидемические и лечебно-профилактические мероприятия, а так же контролировать их эффективность.

Список литературы

1. Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации. СанПин 3.2.1333-03.
2. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. СанПин 2.1.5.980-00.
3. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. СанПин 2.1.573-96.
4. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. СанПин 2.1.7.1287-03.
5. Генис Д.Е. Медицинская паразитология / Д.Е. Генис. - М: Изд-во «Медицина», 1978. - 279 с.

Ботулизм как пищевая токсикоинфекция. Лабораторная диагностика

Лабинцева Е.В., Ульченко О.П. (МГТУ, кафедра микробиологии; ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области»)

Botulism - a heavy food bacterial poisoning leading death. The diagnosis is put by results of research on presence of toxin or *Cl. botulinum* of a biological material or foodstuff, which used patient.

Баклаборатория ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области» единственная в области, проводит исследования клинического материала и пищевых продуктов на обнаружение ботулинических токсинов в реакции нейтрализации на белых мышах и выделение возбудителя ботулизма.

Ботулизм – тяжелое пищевое бактериальное отравление с высокой летальностью – представляет собой относительно редкое заболевание. Как правило, возникает неожиданно, нередко после семейного праздничного угощения. Внешне вполне доброкачественные продукты могут вызвать тяжелейшее заболевание. Вспышки ботулизма чаще всего возникают после употребления в пищу продуктов, заготовленных впрок в домашних условиях без соблюдения гигиенических требований. Общепринятые в домашних условиях способы обработки пищевых продуктов, такие как консервирование в банках, копчение, маринование, соление и др., не приводят к уничтожению возбудителей ботулизма и их спор и при длительном хранении в этих продуктах может образовываться токсин (Соколова И.С., 1970).

Возбудители ботулизма широко распространены в природе. Эти микроорганизмы были обнаружены в почве, в навозе, на фруктах и овощах, в рыбе, в фураже, в экскрементах теплокровных животных. Широкое распространение возбудителей ботулизма в почве неизбежно ведет к попаданию этих бактерий на фрукты и овощи, а также к обсеменению различного сырья, идущего для приготовления консервов, колбас и других продуктов. Интенсивность заражения зависит от санитарных и технологических условий обработки и хранения продуктов. Возбудители ботулизма – строгие анаэробы, они растут без доступа воздуха, поэтому обычно размножаются и образуют токсин в больших кусках рыбы, ветчины, колбасы, либо в герметично закрытых банках консервов. Некоторые виды консервов являются хорошей питательной средой для прорастания сохранившихся в них спор и токсинообразования. К таким консервам относятся прежде всего кабачковая икра, а также рыбные и мясные консервы. Присутствие жизнеспособных возбудителей ботулизма и наличие токсина в консервной банке наблюдалось в ряде случаев при отсутствии бомбажа и изменения органолептических свойств

продукта. Иногда отмечается специфический запах прогорклого масла (Нефедьева Н.П., 1975).

По морфологии возбудители ботулизма представляют собой небольшие палочки длиной от 4 до 9 μ и шириной от 0,6 до 0,9 μ с закругленными концами. Палочки образуют субтерминальные или терминальные споры; палочки со спорой имеют вид теннисной ракетки. Эти микробы легко окрашиваются различными анилиновыми красками. Молодые клетки окрашиваются по Грамму положительно. При старении культуры (через 4-5 суток роста) палочки окрашиваются грамотрицательно. Микробы подвижны, имеют от 4 до 35 жгутиков. Капсулы они не образуют (Покровский В.И., 1999).

Ботулинический токсин является продуктом жизнедеятельности как вегетативных, так и споровых форм *Clostridium botulinum*. Он известен как наиболее сильный из всех ядов бактериального происхождения. Каждый тип бацилл вырабатывает один специфический антигенный нейротоксин. В настоящее время различают по крайней мере семь вариантов токсигенных бацилл ботулизма, вырабатывающих токсины типа А, В, С (С1 и С2), D, E, F, G. Существует мнение что для человека наиболее опасны штаммы, продуцирующие токсины серотипов А, В, E и F, для рогатого скота и лошадей – штаммы, продуцирующие токсин серотипов С2 и D, а для водоплавающих птиц – штаммы, продуцирующие токсин типа С1. заболеваний вызванных токсином серотипа G, в естественных условиях пока не наблюдалось (Соколова И.С., 1970).

Все упомянутые токсины являются белками, состоящими из токсического и бактериального компонентов. Антигенный характер токсинов различен, специфичность определяется в основном токсическим компонентом. Однако биологическая проба на животных свидетельствует о некотором антигенном сходстве токсинов типа С и D, а серологические реакции, выявляющие бактериальный компонент, показывают сходство у типов А и В, С и D, а также F и E.

Кипячение разрушает токсины в течение 10-15 минут. Под воздействием внешней среды, при обработке некоторыми препаратами (формальдегид и др.) токсины утрачивают свои токсические свойства.

Ботулинические токсины способны вызывать отравления в результате всасывания их (адсорбции) любыми слизистыми оболочками – пищеварительного тракта, бронхов или конъюнктивой. Последующее проникновение токсинов в систему кровообращения, через которую они достигают специфических рецепторов в нервно-мышечных соединениях, приводит к поражающему эффекту.

К ботулиническому токсину чувствительны многие лабораторные животные – обезьяны, мыши, крысы, кролики, морские свинки, цыплята и др. В наших условиях наиболее пригодны белые мыши. Поражение мышей токсином проявляется в виде общей слабости, парезов задних конечностей и паралича диафрагмы. Все это обуславливает характерные признаки отравления: лежачее положение животных, «осиная талия» (бока втянуты),

дыхательные движения четко определяются, так как дыхание редкое и глубокое (Эльберт Б.Я, 1962).

Необходимо отметить, что степень проявления указанных признаков и сроки гибели животных зависят от активности токсина и его типа. Поэтому при постановке биологической пробы на мышах за ними следует наблюдать несколько суток (Нефедьева Н.П., 1975).

При ботулизме имеет место поражение бульбарных отделов головного мозга без попадания токсина в ликвор.

Ботулинические токсины выделяются из организма с мочой, желчью и фекалиями. Эти выделения можно использовать для лабораторной диагностики ботулизма.

Инкубационный период при ботулизме продолжается от 6 до 30 часов, удлиняясь в некоторых случаях до нескольких дней.

Болезнь начинается остро в первые 2-3 часа от начала, возникает недомогание, общая разбитость, выраженная миастения, незначительная головная боль, нарушается сон и аппетит. Вскоре появляется значительная сухость во рту, ощущение жажды, у некоторых больных появляются умеренно выраженные боли в животе. Ранним и довольно частым симптомом является рвота. Характерным симптомом является запор, нередко с метеоризмом. В подавляющем большинстве случаев ботулизм протекает при нормальной температуре. В самые первые часы заболевания появляется легкое головокружение, расстройство светоощущения, ухудшение зрения, диплопия (двоение в глазах). Нередки проявления неврологических расстройств, выражающиеся нарушением глотания, расстройства речи (Эльберт Б.Я, 1962).

При расследовании пищевых отравлений необходимо исследовать пищевые продукты и их остатки которые вызвали отравление, а также материалы, взятые от больного или в органах из трупов. При этом важно установить не только присутствие токсина или микроба, но и определить их тип, для того, чтобы подтвердить клинический диагноз и назначить правильное лечение.

Пробы, поступившие в лабораторию, исследуют одновременно по двум направлениям: проводят обнаружение ботулинических токсинов и ботулинических микробов. Две трети пробы предназначают для обнаружения ботулинических токсинов, одна треть – для посевов с целью обнаружения ботулинических микробов.

Биопробу на ботулинический токсин ставят на белых мышах массой 16-18 г. С этой целью двум мышам вводят внутрибрюшинно по 0,8 мл нативного материала пробы. Контрольными животными в опыте служат две белых мыши, предназначенные для биологического обогащения пробы, которым исследуемый материал вводится в смеси с поливалентной противоботулинической сывороткой. Для выявления признаков отравления животных ботулиническим токсином за ними устанавливают систематическое наблюдение. В положительных случаях гибель животных обычно наступает в течение первых суток. При малых концентрациях

токсина гибель мышей может наблюдаться и позднее. У контрольных животных признаки отравления токсином должны отсутствовать. В случае обнаружения в пробе ботулотоксина сразу же ставят развернутую реакцию нейтрализации для определения типа токсина с типоспецифическими диагностическими сыворотками. (Нефедьева Н.П., 1975).

Для обнаружения возбудителей ботулизма производится посев на жидкие питательные среды. При проведении данного вида исследования руководствуемся ГОСТ 10444.7-86.

Метод выявления *Cl. botulinum* основан на его способности развиваться и образовывать ботулинические токсины в питательных средах для анаэробных микроорганизмов.

За период с 2005 - 2006 гг было исследовано 23 пробы на обнаружение ботулинического токсина и 13 проб на *Cl. botulinum*.

В 2006 году в консервах домашнего приготовления «Бигус» был выделен *Cl. botulinum* и ботулинический токсин типа А. В крови больного этот токсин обнаружен в реакции нейтрализации. Проверка проводилась на белых мышах анализ оказался положительным, но установить тип не представлялось возможным в виду малого количества доставленной сыворотки крови.

Следует отметить, что *Cl. Botulinum* в почве Мурманской области отсутствует. По этой причине в консервах домашнего приготовления грибов и овощей, выращенных на нашей территории этот микроорганизм не обнаруживали. Заболевание вызывали консервы привезенные из других регионов.

Список литературы

1. ГОСТ 10444.7-86 «Продукты пищевые. Методы выявления ботулинических токсинов и *Clostridium botulinum*».
2. Нефедьева Н.П. Инструкция о порядке расследования, учета и проведения лабораторных исследований в учреждениях санитарно-эпидемиологической службы при пищевых отравлениях. – М.: Изд-во Коммунар, 1975.
3. Покровский В.И. Медицинская микробиология.- М.: Изд-во ГЭОТАР Медицина, 1999.-1184 с.
4. Соколова И.С. Ботулизм.- М.: Изд-во Коммунар, 1970
5. Эльберт Б.Я. Микробиология важнейших инфекционных болезней человека. – Минск.: Изд-во ГОСИЗДАТ БССР, 1962.- 342 с.

Микробиологическое качество новых видов продукции из гидробионтов

Лисицынская Е.Е., Себрукович Ю.М. (МГТУ, кафедра микробиологии)

This article reveals microbiological characteristics of pre-production models of 'The Paste' semiconserves. They are produced and researched by MSTU's Chair of food production. As a result the producing technology of the paste with the preparation "Scwama-2" (Gray Notothenia) was approved, the semiconserves' serviceable life and the optimal temperature of their keeping and safe storage were fixed.

Современные технологии переработки гидробионтов направлены на изыскание перспективных направлений как в технологии переработки, так и в получении экологически чистых и безвредных для человека пищевых продуктов.

В технологии изготовления пресервов «Пасты рыбные» намечено использование коптильного дыма или его жидких препаратов в качестве ароматизаторов, что позволяет улучшить вкусовые качества продукта и снизить его бактериальную обсемененность. Известно, что копчение (особенно холодное) оказывает консервирующее действие на продукт, неспорообразующие бактерии погибают при копчении в течение 2-3 ч.

Рыба и другие пищевые продукты — хорошая питательная среда для многих микроорганизмов, однако, активность их развития и существования можно регулировать.

Пресервы «Пасты рыбные» - это вид соленых продуктов, выпускаемый в закрытой таре без стерилизации. Качество этого продукта во многом зависит от строгого выполнения температурных условий хранения, качества сырья и вспомогательных материалов, технологии подготовки полуфабрикатов, санитарного состояния производства. При оценке безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов, прежде всего определяются микробиологические критерии безопасности. Проблема выпуска качественных продуктов питания имеет важное значение для сохранения здоровья населения.

Основной целью работы было санитарно-гигиеническое исследование в процессе изготовления и хранения новых видов пресервов «Пасты рыбные», изготовленных на кафедре технологии пищевых производств Мурманского Государственного Технического Университета.

В процессе исследования были решены следующие задачи:

- определены микробиологические критерии безопасности новых видов пресервов «Пасты рыбные»;
- установлены по микробиологическим показателям ориентировочные сроки хранения опытных партий продукции;
- изучено влияние процесса копчения полуфабрикатов и добавления коптильной жидкости в рыбный фарш на

бактериальную обсемененность продукции в процессе хранения.

Анализ данных показал, что оптимальная температура хранения пресервных рыбных паст – (0 ... –8)⁰С. Длительность хранения 3 месяца. Данные микробиологических исследований представлены в таблице 1.

Образец 1 - состоял из 30% измельчённого солёного филе сельди и 70 % копчёного и измельчённого филе сайки. В образец 2 для вкуса и аромата был добавлен препарат "Сквама 2".

Образцы исследовались на соответствие микробиологическим критериям безопасности СанПиН 2.3.2.1078-01. Методы отбора проб, подготовки, культивирования, определения и выявления микроорганизмов проводились в соответствии с ГОСТами - 26668, 26669, 26670, 10444.15, 30518, 30519, 10444.12, 10444.2, 29185, 28566.

Анализ данных показал, что соответствует требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 образец 2, приготовленный с добавлением коптильной жидкости "Сквама-2". Образец 1 содержал повышенное количество дрожжей (норматив, не более 100 КОЕ/г), на протяжении всего срока хранения.

Использование в качестве вкусоароматической добавки коптильной жидкости «Сквама-2», технология которой разработана в МГТУ, содержащей минимальное количество фенолов, карбонильных соединений, тяжелых углеводов, по сравнению с другими коптильными жидкостями, придает благородный аромат продукции, делает продукт экологически более безопасным, чем традиционный процесс копчения.

Кроме того, результаты наших исследований показали, что препарат «Сквама-2» тормозит развитие плесневых и дрожжевых грибов в рыбных пресервных пастах.

Микробиологический анализ препарата "Сквама-2" показал отсутствие в нём микроорганизмов, устойчивость препарата к микроорганизмам, по-видимому, объясняется его высокой кислотностью (рН среды 2,6)

Считаем перспективным исследование влияния на микрофлору продуктов препарата «Сквама-2» в качестве консерванта.

Выпуск пресервов «Паста рыбная» расширит ассортимент рыбной продукции, которая является важным компонентом в сбалансированном питании населения.

Список литературы

1. Дутова, Е.Н. Техническая микробиология рыбных продуктов / Е.Н. Дутова. - Л.: Пищевая промышленность, 1976. - 272 с.
2. Перетрухина А.Т. Микробиология сырья и продуктов водного происхождения / А.Т. Перетрухина, И.В. Перетрухина. - СПб.: ГИОРД, 2005. - 240 с.
3. Технология рыбы и рыбных продуктов / под ред. А.М.Ершова. - СПб.: ГИОРД, 2006. - 941 с.

Таблица 1

Микробиологические показатели качества пресервов "Пасты"

Наименование продукции, температура хранения	Срок хранения на момент анализа	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в котором не допускается наличие:				Плесени, дрожжи, КОЕ/г, не более
			БГКП	<i>S. aureus</i>	Патогенные, в том числе <i>Salmonella</i>	Сульфитредуцирующие клостридии	
1	2	3	4	5	6	7	8
Образец 1	после изготовления	$7,3 \cdot 10^2$	Обн в 0,01	Не обн в 0,1	Не обн в 25	Не обн в 0,01	$2,5 \cdot 10^3$
	10 суток	$5,6 \cdot 10^3$	Не обн в 0,01	Не обн в 0,1	Не обн в 25	Не обн в 0,01	$2,0 \cdot 10^3$
	20 суток	$4,2 \cdot 10^3$	Не обн в 0,01	Не обн в 0,1	Не обн в 25	Не обн в 0,01	$1,6 \cdot 10^3$
	30 суток	$4,5 \cdot 10^3$	Не обн в 0,01	Не обн в 0,1	Не обн в 25	Не обн в 0,01	$1,0 \cdot 10^3$
	40 суток	$1 \cdot 10^3$	Не обн в 0,01	Не обн в 0,1	Не обн в 25	Не обн в 0,01	$8,0 \cdot 10^2$
	60 суток	$1,3 \cdot 10^2$	Не обн в 0,01	Не обн в 0,1	Не обн в 25	Не обн в 0,01	$7,9 \cdot 10^2$
	90 суток	$4,8 \cdot 10^4$	Не обн в 0,01	Не обн в 0,1	Не обн в 25	Не обн в 0,01	$7,0 \cdot 10^2$
Образец 2	после изготовления	$3,7 \cdot 10^3$	Не обн в 0,01	Не обн в 0,1	Не обн в 25	Не обн в 0,01	$1,5 \cdot 10^3$
	10 суток	$6,3 \cdot 10^3$	Не обн в 0,01	Не обн в 0,1	Не обн в 25	Не обн в 0,01	$1,5 \cdot 10^3$
	20 суток	$1,7 \cdot 10^2$	Не обн в 0,01	Не обн в 0,1	Не обн в 25	Не обн в 0,01	$5,0 \cdot 10$
	30 суток	$3,3 \cdot 10^2$	Не обн в 0,01	Не обн в 0,1	Не обн в 25	Не обн в 0,01	$3,0 \cdot 10$
	40 суток	$7 \cdot 10^2$	Не обн в 0,01	Не обн в 0,1	Не обн в 25	Не обн в 0,01	$2,8 \cdot 10$
	60 суток	$9 \cdot 10^3$	Не обн в 0,01	Не обн в 0,1	Не обн в 25	Не обн в 0,01	$2,0 \cdot 10$
	90 суток	$8 \cdot 10^4$	Не обн в 0,01	Не обн в 0,1	Не обн в 25	Не обн в 0,01	$1,5 \cdot 10$

Исследование овощей в период зимнего хранения на наличие микроорганизмов рода *Yersinia*

Молчановская Т.И. (МГТУ, кафедра микробиологии; ФГУ Мурманский ЦСМ)

Псевдотуберкулез и иерсиниоз относятся к числу широко распространенных в мире инфекций, что в первую очередь, обусловлено выраженной адаптационной способностью возбудителя. Исследования последнего десятилетия позволили сформулировать положение о практически повсеместном распространении этих инфекций в России и странах СНГ. На фоне возрастающей заболеваемости заметно увеличение числа рецидивирующих и хронических форм болезней, причину которых трудно установить своевременно из-за отсутствия эффективных средств лабораторной диагностики. В последние годы разработаны новые диагностические препараты и методы, питательные среды для индикации и идентификации иерсиний.

По данным В.Г. Кузнецова (1986), среди позвоночных спонтанная зараженность *Y. Pseudotuberculosis* отмечена у млекопитающих, птиц, пресмыкающихся, земноводных и рыб. Иерсинии выделяли из членистоногих, преимущественно эктопаразитов, грызунов и птиц. Немногие виды бактерий могут соперничать с *Y. Pseudotuberculosis* по числу поражаемых видов животных. Из всех животных наибольшее значение в качестве резервуара инфекции придается мышевидным грызунам. Это подтверждается повышенной численностью грызунов в очагах псевдотуберкулеза и выделением идентичных псевдотуберкулезных микробов от больных людей и грызунов.

Существенное значение некоторые ученые придают “зимним” овощам, которые по их мнению, являются средой и местом обитания, размножения, накопления, что позволяет рассматривать их как резервуар возбудителя псевдотуберкулеза, хотя и временный.

Инфицированность овощей и оборудования на овощебазах установлена повсеместно. Например, в Москве в 32.6 % случаев факторами передачи инфекции явились овощи. На отдельных территориях причиной заражения псевдотуберкулезом явилось употребление фруктов. Чаще всего возбудителя обнаруживали на капусте, моркови, репчатом луке и свекле. При этом микробы выделяли как с поверхности листьев капусты, так и из глубоких слоев качана. Иерсинии выделяли со стеллажей, на которых хранятся овощи, с тары, из земли на полу, с обуви обслуживающего персонала, со стен овощехранилища.

Заражение человека и животных возбудителем псевдотуберкулеза происходит только алиментарным путем через пищевые продукты, реже через воду.

Возбудителем иерсиниоза является *Yersinia enterocolitica*, которая была выделена в странах с умеренным и жарким климатом. К настоящему времени установлена повсеместная циркуляция иерсиний.

Y. enterocolitica и другие виды широко распространены среди диких и синантропных грызунов, домашних и сельскохозяйственных животных (свиньи, крупный рогатый скот, кролики, птицы). Ведущая роль сельскохозяйственных животных в заражении людей подтверждается многочисленными случаями иерсиниоза среди профессиональных групп населения из очагов иерсиниоза среди животных. При иерсиниозе имеет место фекально-оральный механизм распространения возбудителя, который реализуется различными путями- пищевым (мясо, молоко овощи, фрукты) или водным. Водный фактор в распространении иерсиниоза в последние годы приобретает серьезное значение.

Основу профилактики псевдотуберкулеза и иерсиниоза составляют санитарно – гигиенические мероприятия:

- контроль за подготовкой овоще- и фруктохранилищ к приему нового урожая (тщательная очистка помещений от остатков овощей и мусора, утилизация отходов сжиганием или обработка их 20% раствором хлорной извести с последующим удалением с территории овощехранилища, обработка стен, оборудования, тары 3% раствором с последующей побелкой помещений);
- дератизационные мероприятия при появлении в овощехранилищах диких и полусинантропных грызунов, их лабораторное обследование;
- ежемесячный осмотр и выбраковка утративших целостность и подвергнувшихся гниению овощей и фруктов;
- лабораторные исследования обсемененности иерсиниями овощей не реже 1 раза в квартал;
- предупреждение контаминации продуктов на пищеблоках (контроль за общим санитарно-гигиеническим состоянием, особенно в летний период; текущая дезинфекция 1-3% раствором хлорамина помещений и тары перед каждым поступлением новой партии продуктов растительного происхождения);
- качественная подготовка овощей и фруктов к употреблению; контроль за качеством мясных и молочных продуктов;
- соблюдение регламентированных сроков хранения готовых блюд.

Целью данной работы было обследование овощей зимнего периода хранения на наличие микроорганизмов рода *Yersinia*. Всего было отобрано 17 проб овощей (свекла, морковь, картофель, капуста белокочанная, капуста китайская).

По современной классификации бактерий (Bergy, 1984) род *Yersinia*, входящий в семейство *Enterobacteriaceae*, объединяет 7 видов: *pestis*, *pseudotuberculosis*, *enterocolitica*, *frederiksenia*, *kristensenia*, *intermedia*, *aldovae*. Вид *Y. ruckeri* также включен в этот род, но имеет существенные отличия.

Безусловно, наиболее значимыми в этиологии заболеваний человека являются *Y. pestis*, *Y. pseudotuberculosis*, *Y. enterocolitica* сероваров 03, 05, 27, 08, и 09. Не исключается этиологическая роль других сероваров *Y. enterocolitica* и других иерсиний. Для дифференциально-диагностического разграничения видов биоваров и сероваров используют основные биохимические свойства и монорецепторные сыворотки против эталонных культур *Y. enterocolitica* и *Y. pseudotuberculosis*. В нашей работе мы не ставили задачу идентифицировать культуры с использованием монорецепторных сывороток и ограничились определением биохимических, морфологических и культуральных свойств выделенных культур. Для выделения культур применялась стандартная методика. В качестве накопительной среды использовали фосфатно-буферный раствор, на котором исследуемые пробы инкубировали при температуре холодильника до появления роста, но не более 10 суток. Из пробирок, в которых наблюдался рост осуществляли высев на дифференциально-диагностическую среду с бромтимоловым синим. Посевы инкубировали при температуре 37 град. в течение 48 часов. Характерные для иерсиний колонии (мелкие, голубые с ровным или фестончатым краем и суховатой матовой поверхностью) отвивали на скошенный питательный агар для дальнейшей идентификации. Иерсинии это грамотрицательные, не образующие спор палочковидные (кокки или овоиды) бактерии, обладающие перитрихальными жгутиками, обладающие на среде Олькеницкого уреазной активностью и ферментирующие маннит до кислоты.

Всего было выделено 9 культур из всех видов овощей зимнего хранения, которые по морфологическим, культуральным и биохимическим свойствам были отнесены к бактериям рода *Yersinia*.

Список литературы

1. Кузнецов В.Г. Патогенность психрофильных микроорганизмов. - Новосибирск, 1986. С.62-68.
2. Ценева Г.Я. Иерсиниоз и псевдотуберкулез.-СПб.,1992. С.41-51.
3. Определитель бактерий Берджи. В 2 т.: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Смита и др. – М.: Мир, 1997.

Патологии репродуктивных органов и молочной железы крупного рогатого скота в Мурманской области

Николаев А.В. (МГТУ, кафедра микробиологии), **Николаева Н.В.** (ГОВУ МО СББЖ г. Мурманск)

The illness of reproductive organs and mammary gland of large horned livestock in Murmansk region. Infringement of reproductive function. Reasons, consequences and measures of preventive maintenance.

На долю заболевания репродуктивных органов и молочной железы в Мурманской области приходится от 51-96% от всех заболеваний незаразной этиологии у взрослых животных.

Из числа животных с патологией органов репродуктивной системы большую часть составляют животные с патологией родов и послеродового периода: задержанием последа (от 16% до 30%) в зависимости от сезона года, в разных хозяйствах области), субинволюцией матки, острым послеродовым эндометритом (35-50%). В связи с повышением интенсивности использования молочных коров на фоне нарушений условий содержания и несоответствия рациона требованиям, предъявляемым к рациону для кормления высокопродуктивных коров возросло количество животных с нарушением гормональной регуляции репродуктивной функции: персистентное желтое тело, фолликулярные и лютеиновые кисты, гипофункции яичников и часто сопутствующие гипофункции атония и гипотония матки, хронический скрытый эндометрит, пиометра. Реже встречаются выпадение влагалища, выпадение матки, как осложнения родов, оофориты, сальпингиты. В хозяйствах со среднегодовым удоем выше 8000кг молока за лактацию возрастает количество животных с послеродовым парезом.

Основными причинами патологии репродуктивной системы и молочной железы у высокопродуктивных коров являются:

1. Низкая энергетическая ценность рационов.
2. Недостаток в рационе витаминов, микро- и макроэлементов, незаменимых аминокислот, легкоусваиваемых углеводов.
3. Нарушение структуры рациона (недостаток углеводистых кормов, избыток концентратов, доля которых в рационе высокопродуктивных коров в период лактации доводится до 70% по питательности).
4. Низкое качество и основного корма (сена, силоса, сенажа). Не соответствие содержания питательных веществ, витаминов, микро- и макроэлементов в используемом корме данным справочников.

Использование неполноценных рационов для кормления высокопродуктивных животных приводят к быстрому истощению организма коров, что приводит к выбраковке коров прежде, чем полностью реализуется её генетический потенциал и животное себя окупит.

Тяжелое положение с обеспеченностью животноводческих хозяйств основными кормами в Мурманской области связано с климатическими условиями. Предприятия не могут заготавливать грубые корма. Некоторые хозяйства занимаются заготовкой силоса, но его питательная ценность не всегда соответствует потребностям организма высокоудойных коров. Это зависит от суммы эффективных температур и содержания легкопереваримых углеводов в растениях на момент заготовки, строгого соблюдения технологии заготовки силоса. В 2003 году в производственном кооперативе "Полярная звезда" был заготовлен силос питательностью 0,33 к.ед., что улучшило поедаемость основного корма, содержание каротина в крови у коров поднялось с 0,4 до 1 мг%.

Погрешности в кормлении стельных коров приводят к нарушению обменных процессов, снижая защитные силы организма. Анализ биохимического состава крови свидетельствует о существенных нарушениях обменных процессов в организме, особенно за 2-3 месяца до отела и в первые месяцы послеродового периода, особенно если он совпадает с зимне-весенним периодом содержания. Дефицит каротина в крови коров в данный период составляет в среднем 55,3% (по данным биохимических исследований крови высокопродуктивных коров по области).

Это приводит к нарушениям воспроизводительной функции. Дисбаланс минеральных веществ приводит к нарушению физиологических процессов регуляции обмена веществ в тканях репродуктивных органов и плаценты, способствует развитию патологии родов и послеродового периода. Плацентиты, нарушения гормональной регуляции приводят к гипотрофии плода, снижению сократительной способности миометрия, задержанию последа и развитию послеродового эндометрита, часто переходящего в хронический и протекающий на фоне нарушения функции яичников: гипофункции, фолликулярных кист, персистенции желтого тела.

Для профилактики минеральной и витаминной недостаточности в хозяйствах области используются премиксы, полисоли, большой ассортимент витаминных и витаминно-минеральных препаратов для парэнтерального введения: аевит, тривитамин, тетрамаг, Е-селен, селемаг, нитамин, седимин, элеовит, хлористый кальций, кальция бороглюконат, гипертонический раствор глюкозы. (Диагностика, терапия и групповая...).

Из средств для лечения патологии органов репродуктивной системы применяются гормональные препараты: эстрофан, магэстрофан, сурфагон, фоллигон, фоллимаг, прогестерон, диамол, окситоцин; комплексные препараты антибактериального и патогенетического действия: гинобиотик, фурапен, тилозинокар, рифапол, рифациклин, АСД-2 фракция, ихтлюковит, ихтиол - в соответствии с наставлениями, по разработанным разными авторами схемам. Широко применяются новокаиновые и новокаин-антибиотиковые блокады. (Диагностика, терапия и групповая...).

Однако биохимическое исследование крови животных показывают, что обеспеченность рациона минеральными веществами и витаминами, а

иногда и парэнтеральное их введение не всегда адекватно отражается на содержании их в крови высокоудойных коров, хотя эти мероприятия снижают количество случаев клинических проявлений родильного пареза, задержания последа и эндометритов. Не менее важным фактором необходимым для нормализации обменных процессов в организме является активный моцион. (Современные проблемы ветеринарной диетологии....). Практически во всех хозяйствах Мурманской области круглогодичное стойловое привязное содержание. Коровы выгуливаются на специальных площадках по 2-4 часа, в зависимости от сезона года. Этот режим не обеспечивает такую нагрузку на опорно-двигательный аппарат, чтобы запустить механизмы активации усвоения и включения в обменные процессы организма минеральных веществ из корма.

В связи с повышением молочной продуктивности у коров и несоответствия условий содержания и качества кормления, необходимым для высокопродуктивного скота остро встает вопрос воспроизводства стада. Вместе с ростом молочной продуктивности увеличивается продолжительность сервис-периода до 120-140 дней, что приводит к снижению выхода телят до 70-80% в хозяйствах с продуктивностью выше 8000 кг молока за лактацию. При высоком проценте выбраковки молочных коров такой выход телят сужает возможности отбора лучших животных для селекционной работы.

Серьезной проблемой остаются маститы. При проведении диагностических исследований на скрытый мастит в хозяйствах выявляется 0,5-2,2% больных коров. Значительно распространен мастит с клиническими проявлениями. Основными причинами заболевания коров маститами ветеринарные специалисты хозяйств считают травмы, переохлаждение, нарушение технологии доения (передержка доильных стаканов, плохо отрегулированная система молокопровода, старое доильное оборудование), высокая обсемененность дворов условно-патогенной микрофлорой, общая интоксикация и нарушение обмена веществ в организме, частые заболевания репродуктивных органов, конечностей на фоне общего иммунодефицита и снижения факторов местной защиты молочной железы. Ущерб от маститов складывается не только от потери продуктивности и ухудшением биологических и технологических свойств молока, но и от снижения на 2-3 года средней продолжительности продуктивной жизни коровы, недополучения 2-3 телят и удоя от 2-3 лактаций. Этот ущерб приравнивается к экономическим потерям от всех незаразных болезней.

Все эти моменты причиняют хозяйствам значительный экономический ущерб, который складывается из потерь от снижения молочной продуктивности и качества продукции у больных животных, снижения выхода телят на 100 коров за год до 70-80%, затрат на приобретение новых дорогостоящих гормональных препаратов и антибиотиков, снижения качества продукции, преждевременной

выбраковки коров, потери племенной ценности из-за неполной реализации генетического потенциала.

Акушерско-гинекологическая диспансеризация проводимая в Мурманской области в хозяйствах по производству молока включает:

1. Осуществление лабораторного контроля используемых кормов на безопасность и питательную ценность.

2. Проведение анализа и коррекции рациона.

3. Профилактика минеральной и витаминной недостаточности путем введения в рацион премиксов, полисолей; парэнтеральное введение витаминных и комплексных витаминно-минеральных препаратов (аевит, тривитамин, тетрамаг, нитамин, Е-селен, элеовит, седимин, аквимаг), растворов глюкозы, хлористого кальция, кальция бороглюконата в сухостойный и послеродовой период.

4. Организация правильной подготовки коров к отелу (контроль за своевременным запуском и переводом в родильное отделение).

5. Организация своевременной квалифицированной помощи при отелах и поддержание надлежащего санитарного режима в родильном отделении.

6. Ежедневный клинический осмотр новотельных коров, проведение клинко-акушерского обследования на 1,5 и 10 день после отела и оказание своевременной и квалифицированной ветеринарной помощи при выявлении патологии родов и послеродового периода.

7. Проведение контрольного акушерско-гинекологического обследования коров на 30 день после отела для определения состояния органов репродуктивной системы (инволюция, функциональное состояние яичников). При обнаружении патологических изменений проведение лечебных мероприятий.

8. Своевременное выявление здоровых коров и телок в охоте и их осеменение.

9. Учет не осемененных в положенные сроки коров, проведение их акушерско-гинекологического обследования и лечения.

10. Контроль состояния обмена веществ у коров в сухостойный период путем биохимического исследования крови.

11. Проведение обязательного лабораторного исследования всех абортированных плодов.

Список литературы

1. Диагностика, терапия и групповая профилактика болезней органов размножения у крупного рогатого скота (Методические рекомендации).- М.: Информагротех, 1998.- 64с.- С. 47-54.

2. Современные проблемы ветеринарной диетологии и нутрициологии// Материалы третьего международного симпозиума (11-13 мая 2005 года). - СПб, 2005.-308с. С. 287-289.

Развитие перифитонных микроорганизмов макрофитов Кольского залива и санитарно-экологическая оценка воды

Никонова Е.П. (г. Мурманск, Управление Федеральной миграционной службы по Мурманской области, МГТУ, биологический факультет, кафедра микробиологии, e-mail: softrain@hotmail.ru)

Whether the water is safe depends in part on the presence or absence of pathogens—viruses, bacteria, and protozoans that can cause disease. Direct testing for pathogens is very expensive and impractical, because pathogens are rarely found in waterbodies. Instead, monitoring for pathogens uses «indicator» species – so called because their presence indicates contamination may have occurred.

Использование перифитонных микроорганизмов макрофитов для санитарно-экологической оценки воды возможно благодаря их высокой чувствительности к колебаниям внешней среды (Горбенко А.Ю., 1985). Изменение какого-нибудь экологического фактора или суммы факторов вызывает часто коренное преобразование видового состава перифитона. Информация о том, какой организм и на сколько увеличил свою численность, позволяет судить о причинах возникших нарушений, а анализ воды, проведенный с помощью перифитона, дает возможность проследивать последствия загрязнений за пределами чувствительности принятых в практике охраны вод методов.

Исследований перифитонных микроорганизмов макрофитов Кольского залива в полной мере не проводилось. Биохимические аспекты взаимодействия макрофитов и сопутствующих им бактерий изучены не достаточно. Хотя, по проделанным на данный момент работам исследователей, можно предположить тесное взаимодействие биохимического состава макрофитов и иммобилизацией бактерий на их поверхности. Целью данного исследования стало, во-первых, изучение временных и возрастных изменений перифитонных микроорганизмов макрофитов литорали Кольского залива, во-вторых, разработка более доступных методов исследования санитарно-экологической оценки воды, не требующих высоких технических и материальных затрат.

В основу работы положены материалы, собранные на литорали Кольского залива в районах поселка Абрам-мыс, Мурманского морского вокзала, нового моста со стороны города Мурманска и с противоположной стороны. Данные районы различаются по значениям концентрации загрязняющих веществ, что позволяет выявить характерные биоценозы перифитона, которые соответствуют определенному экологическому состоянию водных объектов.

Проведены микробиологические исследования перифитонных микроорганизмов макрофитов литорали Кольского залива: *Fucus*

vesiculosus и *Laminaria sacharina*, поскольку именно данные виды бурых водорослей характерны для побережья залива. Район литорали, богатый органическим веществом, из-за недостатка кислорода является местом развития анаэробной микрофлоры, в которой доминируют сульфатредуцирующие и метанобразующие бактерии. Для выявления доминирующих видов микроорганизмов проводились смывы микрообрастаний по методике Раилкина (1998г.) (Добрецов С.В., Тынтарева Н.А., 2000). Кроме того, при исследовании перифитона макрофитов очень полезной оказывалась информация о внешних, ярко выраженных морфологических признаках самих макрофитов, таких, как разнообразие и характер роста, высота и цвет слоевища растения, мощность, распределение, признаки угнетения и др. Эти характеристики свидетельствовали о состоянии абиотической среды, повлиявшей на развитие перифитонных сообществ.

Первые, пока предварительные данные, показали, что доминирующую позицию среди микроорганизмов макрофитов занимают денитрифицирующие бактерии: в зимний период максимального значения достигают микроорганизмы родов *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, весенний период – бактерии рода *Alcaligenes*, летнее-осенний – рода *Corynebacterium*. Это указывает на то, что развитие микроорганизмов макрофитов литорали и развитие микроорганизмов вод Кольского залива, изученное ранее, схожи (Богданова О.Ю., 2003). Таким образом, бактерии в анаэробных условиях деградируют ряд веществ, загрязняющих биосферу. Кроме того, в значительных количествах выделены сульфатредуцирующие бактерии. Проводится их идентификация. Планируется выделение метаногенных бактерий, т.к. зона литорали водоемов, богатая органическими соединениями, является обычными местами обитания этих бактерий.

Список литературы

1. Богданова, О.Ю. Пространственно-временная изменчивость гетеротрофных бактериальных сообществ воды литорали Кольского залива: Дисс. ... канд. биол. наук/О.Ю. Богданова. – Мурманск, 2003.

2. Горбенко, Ю.А. Статистический анализ динамики морской экосистемы микроорганизмов/Ю.А. Горбенко, И.И. Крышев. – Киев: Наукова думка, 1985.

3. Добрецов, С.В., Сообщества микрообрастания Баренцева моря/С.В. Добрецов, Н.А. Тынтарева. – Санкт-Петербург, 2000.

Влияние климата на здоровье северян

Осауленко В.Е. (НГООУ «Академия управления и экономики», г. Санкт-Петербург филиал Мурманский институт экономики), **Перетрухина А.Г.** (МГТУ, кафедра микробиологии), **Перетрухин В.Г.** (Детская городская больница)

In the article the research into the influence of the climate on the northerners' health is presented.

Из разных климатических зон страны индустриализация Севера в первой половине двадцатого века востребовала иммиграцию населения. Почему нынешнее поколение северян больше болеет, а продолжительность жизни становится короче?

Климат Мурманской области субарктический морской. В высоких широтах, за Полярным кругом, на здоровье людей негативное влияние суровых климатических условий при высокой относительной влажности, усиленном ветровом режиме, аperiodических колебаниях температуры воздуха и давления с учётом недостатка кислорода, ультрафиолетового голодания, геофизических процессов в магнитосфере, радиационного фона горных пород, усиливается во много раз. Внешние нагрузки постоянны, «запас здоровья» у северян снижен (Осауленко, 2006).

Большинство исследователей объясняют сезонность многих заболеваний неинфекционной природы сезонной изменчивостью иммунобиологической реактивности организма.

У здоровых северян в период полярной ночи в 60% наблюдается возбудимость сердечной деятельности, увеличение минутного объёма крови, угнетение кроветворения, ослабление функции коры надпочечников, по окончании полярной ночи только у 20% отмечена адекватная реакция на нагрузку. Детский организм больше, чем взрослых, подвержен воздействию различных солнечно-земных и антропогенных факторов, т.к. функциональное состояние нервной, эндокринной систем и общего гомеостаза его особенно мобильно. У детей отмечено увеличение молодых форм эритроцитов, изменение объёма клеток, больше, чем в умеренных широтах, распространены функциональные кардиопатии, сезонные колебания физиологической активности нейро-эндокринной системы, что способствует увеличению щитовидной железы. На территории России больных сахарным диабетом детей возрастает с увеличением широтности места проживания. Повышен риск сахарного диабета при кратком кормлении грудью, при гипокинезии, избыточной массе тела ребёнка. Причиной язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки названа метеопатия. Показатели отрицательных температур коррелировали с распространённостью болезней органов пищеварения ($r=0,66$). На фоне изменения рационов

питания, употребления импортных, несвойственных типу питания северян, продуктов, отсутствия солнечного света - актуальна проблема гиповитаминозов. При гиповитаминозах А и С происходит снижение секреции желудочного сока, структурные изменения слизистой желудка.

Получена прямая связь между температурой воздуха в зимние месяцы и болезнями периферической нервной системы ($r=0,59$). Нефриты у детей чаще начинаются в период низких температур, усилении ветра, колебаний атмосферного давления, высокой влажности, при циклональной погоде ($r=0,43$). Кольский полуостров является эндемичным районом по мочекаменной болезни, которая имеет связь с витаминной и ультрафиолетовой недостаточностью. В условиях Заполярья у школьников развивается синдром хронического зрительного утомления. Годовые показатели межсуточных изменений температуры воздуха коррелируют с хроническими отитами ($r=0,6$).

Экологическая ситуация в г. Мурманске характеризуется как чрезвычайная. Превышение ПДК составило за 2005 год нестандартных проб по пыли 11,2%, окиси углерода-25,9%, 71% всех выбросов от автотранспорта. Процент проб несоответствия качества воды источников водоснабжения по санитарно-химическим показателям- 48,6% (по органолептическим показателям и химическим показателям). Неудовлетворительных проб по микробиологическим показателям-2,7% (водопроводы). Почвы загрязнены никелем, свинцом, медью, цинком, хромом. Экологически обусловленные нарушения здоровья вследствие загрязнения окружающей среды помимо прямого неблагоприятного влияния на организм и загрязнение его внутренней среды способствуют понижению общей резистентности организма, изменению агрессивности микробных и вирусных факторов и приводят к возрастанию химической чувствительности и генотоксических эффектов (Зубов, 2004). Загрязнение окружающей среды, как правило, сопровождается повышением заболеваемости детей и подростков, утяжелением периода болезни, а течение болезни удлиняется на срок от 2 до 7 суток по сравнению с экологически чистым районом.

Природно-климатические особенности Севера и техногенное воздействие на окружающую среду приводят к появлению экологического неблагополучия, которое проявляется у населения увеличением количества аллергических заболеваний, задержкой нервно-психического и физического развития детей, онкопатологией, повторными вспышками респираторных инфекций, повышением общей заболеваемости населения.

Очагом наследственных и врождённых заболеваний на севере Европы является Финляндия (нифропатия, дистрофия роговой оболочки глаз, болезнь Дауна). Национальная изоляция финнов и саамов оказала влияние на генофонд. Показатель ожидаемой средней продолжительности жизни для населения коренных народностей в Мурманской области для мужчин- 45лет, для женщин - 55лет. Продолжительность жизни в области

неуклонно снижается, у мужчин за 2003год она составила- 56, 9 (в России- 58,8), у женщин- 70,3 (в России- 72).

Для оценки уровней заболеваемости необходимо знание физиологического фона населения изучаемого района с учётом относительно высокой степени акклиматизации и адаптации. Адаптация северян идёт по типу адаптации к гипоксии. По мнению В.П.Казначеева, вслед за периодом аварийной биорегуляции наступают вторичные сложные адаптивные преобразования, которые, в конечном счёте, сводятся к проявлению новых форм адаптивного реагирования. Долговременная адаптация должна перевести организм на новый уровень гомеостаза. Адаптационный процесс имеет свою генетическую базу, но выраженность, форма, темп и биологическая ритмика непрерывно меняются под воздействием разнообразных факторов внешней среды. Бытовая, материальная, семейная неустроенность, моральная среда- пути к срыву адаптации. К примеру, заболеваемость пневмонией детей в неполных семьях в 4 раза выше, чем в полных.

Общая заболеваемость детского населения Мурманской области характеризуется неуклонным ростом распространённости всех классов болезней (за исключением инфекционных), за последние 5 лет на 35% новообразований, в 1,6раза- анемии, в 2 бронхиальной астмы, на 36% болезней эндокринной системы, в т.ч. сахарным диабетом в 1,7раза, в 1,9раза ожирения, органов пищеварения на 42%, кожи на 24%, костно-мышечной системы в 1,5 раза, врождённых аномалий на 38%. Уровень общей заболеваемости детей в области выше, чем в среднем по России в 1,5раза; новообразования в 2,3раза, эндокринные болезни в 1,7, болезни глаз в 1,9, язва желудка в 2,4, болезни желчного пузыря в 2,7, атопический дерматит в 2,7, мочеполовой системы в 1,7раза. (Доклад о состоянии...)

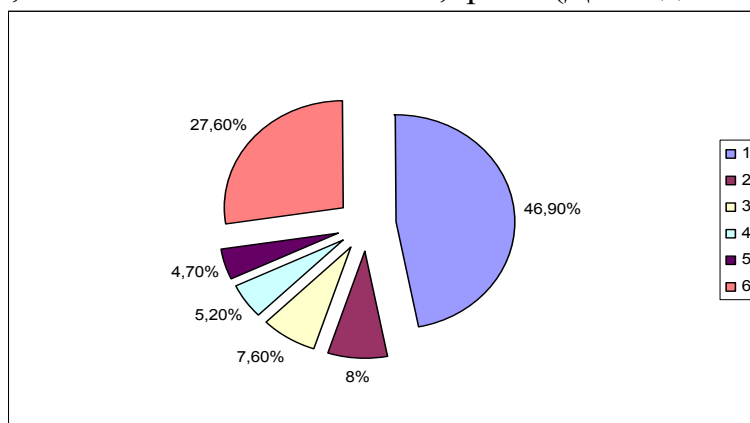


Рис 1. Структура детской заболеваемости в Мурманской области
1-болезни органов дыхания, 2- болезни глаз, 3-органов пищеварения,
4-кожи, 5- костно-мышечной системы, 6- другие болезни (по данным
Комитета по здравоохранению).

В 2003 году в Москве прошла Всемирная конференция по изменению климата с участием 100 с лишним стран мира. Арктика удостоилась особого внимания как территория наиболее уязвимая с точки

зрения изменения климата. Был сделан вывод буквально, что «в результате антропогенных эмиссий парниковых газов и аэрозолей в природе имеет место изменение климата, и это представляет угрозу для людей и экосистем». Но выявленные изменения климата настолько малы, что не позволяют отклонить гипотезу естественной изменчивости при стационарном климате. На фоне длительных межледниковых и ледниковых периодов происходили краткосрочные колебания климата (их называют событиями Дансгорда Эшгера). Они характеризуются быстрым резким потеплением (всего за десятилетие) за которым на протяжении 2-3 тыс. лет следует постепенное похолодание (Борисенков, Трешников, Осауленко, 2004).

На метеостанции Мурманск (68,58 с.ш., 33,03 в.д.) временные ряды гидрометеорологических характеристик представлены с 1919 года. Они в целом отражают климатические флуктуации всего региона. Потепление в начале века сменило похолодание 30х годов, а с конца 80х относительно потеплело. Но при сценарных оценках влияния изменения климата на распространение климатозависимых болезней (человека, растений, животных), на состояние природных экосистем недостаточно и даже рискованно характеризовать изменения климата лишь среднегодовыми значениями климатических переменных (Ранькова, Груза, 1998). Растения и животные (по наблюдениям в Лапландском заповеднике) на изменения климатической системы реагируют на похолодание. Так, пожелтение листьев у берёзы и конец листопада, наблюдается на неделю раньше, чем в 60-е годы, на 7-9 дней запаздывают сроки созревания ягод брусники и черники, медведь устраивается в берлоге на 5 дней раньше и др. Можно предполагать усиление континентальности климата области, связанное с изостатическим подъёмом суши (со скоростью 0,1-1,5 м/100 лет) вследствие векового уменьшения полярного сжатия планеты. А для районов высоких широт возможность проявления климата, связанная с существенным понижением температуры, следует рассматривать как наиболее неблагоприятную по социальным и экологическим последствиям (Кислов, Суркова, 1995).

По мнению автора, происходит не глобальное потепление, а подстройка климата под изменившиеся условия климатических факторов, связанных прежде всего с естественными причинами, по физико-географическим областям. Диссипация (рассеивание) энергии в экосистеме компенсируется не только солнечной энергией, но и эндогенной (внутренней) энергией самой планеты. Земля открытая термодинамическая система, способная к самоорганизации и самосохранению. Так, центры действия атмосферы (ЦДА) связаны с геомагнитным полем (накладываются линии изопор), рифтовыми разломами, в большей степени через которые осуществляется связь с источником геомагнитного поля земным ядром. Климат стремится к устойчивости, но климатическая система не является равновесной. Это не отрицает изменение климата в определённый момент на конкретных

территориях (потепление или похолодание). Одной из составляющих ухудшения здоровья может быть перестройка организма к предстоящим изменениям климата в регионе, параметры которого уже заданы. Для адаптации на основе пластичных признаков фенотипа крайне важны синхронизация или упреждение реакциями организма изменение внешних условий. Особи любого вида вынуждены адаптироваться не к конкретным значениям того или иного внешнего воздействия, а к некоторому диапазону его изменений. Сигнальность позволяет упреждать начало изменений внешней среды. Однако сами факторы среды, к которым организм приспосабливается посредством пластичных признаков фенотипа, как правило, не стабильны ни по времени действия, ни по силе (Северцов, 1990). Вероятность выживания в новых условиях зависит от степени приспособленности к ним. Адаптация означает процесс и результат изменений, которые происходят в организме под влиянием новых условий и воздействий, но эти изменения не наследуются. Речь может идти только о таких свойствах организма, которые возникли ранее, до того, как произошла встреча с новыми условиями, т. е. о предадаптациях, означающих наследственные изменения в организме (мутации). Преадаптации проявляются тем, что способность адекватно реагировать на воздействие возникает до этих воздействий (Зубов, 2004).

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Ухудшение состояния здоровья северян может быть вызвано не только ухудшением условий среды в результате локального техногенного загрязнения высокоурбанизированной территории в центральной части Кольского полуострова, в том числе г. Мурманска, но и изменением природных факторов.

2. Диагностика состояния здоровья северян, степени адаптированности, медико-генетические, биохимические исследования позволят определить степень перестройки организма северян к плановым условиям природы в сложных условиях загрязнённой, агрессивной окружающей среды. Обобщения требуют междисциплинарного подхода.

Список литературы

1. Борисенков Е.П., Трешников А.Ф. О роли полярных районов в проблеме глобальных исследований циркуляции атмосферы и океана.//Проблемы и результаты исследований взаимодействия атмосферы и океана. Т.296. Л.: Гидрометеиздат.- 1970./ Под ред.Е.П.Борисенкова.

2. Доклад о состоянии окружающей природной среды Мурманской области в 2001-2005 гг. Мурманск: Управление ПР и охраны окружающей среды МПР России по Мурманской области.

3. Зубов П.А. Биологические аспекты экологии человека (К итогам Всероссийской конференции с международным участием) // Экология человека. №6, 2004.- с.5-15.

4. Кислов А.В., Суркова Г.В. О модели регионального климата.// Метеорология и гидрология .- 1995, №5, с. 20-25.

5. Осауленко В.Е. Изменение климата и его экономические последствия. //Мат. Междунар. научно- тех. Конф. МГТУ, Мурманск, 7-15 апреля 2004 . В 6ч., ч.3.- с. 86 -60.

6. Осауленко В.Е. Факторы санитарно- биологического состояния почв г.Мурманска.//Доклады Московского общества испытателей природы. По мат. 4-ой Международной научной конференции «Биотехнология- охране окружающей среды». МГУ, Москва, 18-20 ноября 2006г.- с. 135 -141.

7. Перетрухина А.Т., Осауленко В.Е.(МГТУ, кафедра микробиологии), Перетрухин В.Г.(Комитет по здравоохранению администрации г. Мурманска). Влияние климата и антропогенных факторов на здоровье детей г. Мурманска. //Мат. Междунар. научно- техн. конф. «Наука и образование- 2006» МГТУ, ММБИ, ПГИ, Геологический институт КНЦ РАН, Университет Тромсе (Норвегия). Мурманск, 4-12 апреля 2006.

8. Ранькова Э.Я., Груза Г.В. Индикаторы изменений климата России.- //Метеорология и гидрология.- 1998, №1.- с.5-18.

9. Северцов А.С. Направленность эволюции. М.: Изд-во МГУ, 1990, 272с.

Санитарно-вирусологические исследования водных объектов

Перетрухина А.Т. (МГТУ, кафедра микробиологии)

The principal study of water areas for enteroviruses is discussed from sanitary and virology standpoint. The duration of virus life in water, virus-caused diseases, basic virology standards of water areas quality are investigated.

Основной причиной наличия в воде патогенных для человека вирусов является загрязнение ее фекалиями человека.

В фекалиях человека обнаруживаются более 100 различных вирусов, некоторые из них, принадлежащие к семейству пикорнавирусов, аденовирусов и реовирусов, обладают термостабильностью и долгое время могут сохранять жизнеспособность, многие из них устойчивы к обычным дезинфектантам, включая хлорирование, и могут быть обнаружены в сточных водах на далеком расстоянии от источника контаминации.

В воде при контаминации ее человеческими фекалиями обнаруживаются те же вирусы, что в фекалиях.

Наибольшее выделение кишечных вирусов происходит летом и осенью в связи с увеличением количества кишечных заболеваний. Однако вспышки гастроэнтеритов, вызывают энтеровирусы, следующих семейств: *Picornaviridae* (вирусы полиомиелита, Коксаки, ЕСНО, гепатита А,Е), *Reoviridae* (вирусы ротавирусы и реовирусы), *Adenoviridae*, *Coronaviridae*, *Caliciviridae*, неклассифицированные вирусы (Астровирусы, вирус Норволк). Эти вирусы встречаются обычно зимой и ранней весной. Массивное выделение энтеровирусов из кишечника больных людей и здоровых вирусоносителей вызывает значительное обсеменение вирусами сточных вод, а устойчивость их к неблагоприятным факторам внешней среды обуславливает длительное выживание в воде. Таким образом, сточные воды являются основным резервуаром энтеровирусов во внешней среде и водных объектах.

Присутствие энтеровирусов в воде централизованного водопровода представляет эпидемическую опасность в отношении полиомиелита и других энтеровирусных инфекций, гастроэнтеритов, гепатита А и может привести как к спорадическим случаям, так и вспышке этих инфекций.

Длительность сохранения вирусов в воде. Вирусы обнаруживаются в концентрации 1 млн. на 1 г. Время переживания некоторых вирусов в воде достигает нескольких месяцев.

Длительность сохранения в воде вирусов значительно повышается при понижении температуры. Так, вирус полиомиелита выживает в речной и водопроводной воде при температуре 4° С 90 дней, а при температуре 37 и 20° С соответственно 10 и около 40 дней. Чем выше исходная концентрация вируса, тем более длительное время он обнаруживается в воде. Сроки выживания колеблются для разных вирусов. Наиболее длительно в воде выживают вирусы Коксаки группы А, менее длительно

— вирусы полиомиелита, наиболее короткие сроки выживаемости—для вирусов Коксаки группы В (30—50 дней). Вирусы ЕСНО 7 более длительно выживают в воде, чем вирусы полиомиелита. Аденовирусы более устойчивы, чем вирусы полиомиелита и ЕСНО. Аденовирусы некоторых серотипов сохраняли свою активность в воде при температуре 4° С в течение 2 лет и более. К неблагоприятным факторам внешней среды наиболее устойчив из группы энтеровирусов вирус гепатита А. Вирус способен к длительному выживанию в воде в течение нескольких недель и даже месяцев. Известны водные вспышки гепатита А, например, распространение инфекции через сырую колодезную воду. Выживаемость вирусов более продолжительна в загрязненных водах. В морской воде сроки выживаемости более короткие в связи с повышенным содержанием солей и наличием йода, обладающего вирулицидным действием. Возможное вирулицидное действие оказывают находящиеся в морской воде микроорганизмы и растворенные химические вещества.

Из всех микроорганизмов в экспериментальных условиях наиболее длительной выживаемостью в воде различной степени загрязненности обладает фаг кишечной палочки (более 10 мес). Он является возможным кандидатом в санитарно-показательные микроорганизмы.

Сроки выживания вирусов в воде зависят от таких факторов, как температура, рН воды, присутствие органических веществ и др. В сильно загрязненных и очень чистых водах длительность сохранения инфекционной активности кишечных вирусов увеличивается. В силу высокой устойчивости в водных объектах, кишечные вирусы могут распространяться на значительные расстояния от источников загрязнения.

Присутствие вирусов в питьевой воде является чрезвычайно высоким фактором риска, поскольку попадание одной или нескольких вирусных частиц в кишечник человека способно вызвать заболевание.

При наличии неорганизованных сбросов бытовых сточных вод вирусы обнаруживаются в подземных водоисточниках, в воде которых выживаемость и инфекционная активность энтеровирусов выше по сравнению с поверхностными водоемами.

Эпидемические вспышки кишечных вирусных инфекций могут наблюдаться в любое время года, однако для большинства инфекций характерна определенная сезонность. Для вирусного гепатита А рост заболеваемости начинается в июле-августе и достигает максимума в октябре-ноябре с последующим снижением в первой половине очередного года. Сезонность вирусного гепатита Е выражена нечетко, вспышки и спорадические случаи могут возникать постоянно в течение года.

Широкое распространение на всех территориях имеет ротавирусная инфекция. Эпидемический процесс при ротавирусной инфекции характеризуется выраженной зимне-весенней сезонностью, высокой контагиозностью и очаговостью. локальностью домашних очагов, наличием бессимптомного выделения вируса.

Циркуляция энтеровирусов среди населения имеет выраженную летне-осеннюю сезонность, что коррелирует с их содержанием в сточных водах. Так, максимальное количество штаммов энтеровирусов (32-60 %) определяется в августе, сентябре и октябре, минимальное (до 10 %) – в весенние месяцы (апрель-май).

Таблица 1.

Объем проб, условия и периодичность отбора проб воды водных объектов на вирусологический анализ

№ п/п	Вид водного объекта	Объем исследуемой воды. показания к проведению и кратность анализа при контроле:				Методы концентрирования
		планово м	внепланово м по экстренным показаниям	внеплановом по санитарно-эпидемиическим показаниям	Производст вен-ном в соответствии с рабочей программой	
1	Чистая вода: а) питьевая	10л 1 раз в квартал	10-50 л	10 и 1000 л	10-50 ч	Ионообменная смола. Мембранная.
	б) подземных источников	10 л 1 раз в квартал	10-50 л	10 и 1000 л	10-50л	Фильтрация . Двухэтапный метод. Ловушечное устройство
	в) плавательных	По согласов с ТУ	10-50л	10 и 1000 л	10-50 л	
2	Вода поверхностных водоёмов :	10 л 1 раз в квартал	10 л	10 л	10 л	Адсорбционный метод (МПС). Ионообменная смола.
	б) рекреации	1 раз в месяц с				Мембранная.
3	Сточные воды после очистки и	1 л- 1 раз в месяц в контрол	1-5 л	1-5 л	1-5 л	Двухфазный метод. Адсорбционный метод

Таблица 2.

Заболевания, вызываемые вирусами, выделяемыми из водных объектов

Группа вирусов	Кол-во типов	Заболевания и симптомы, вызываемые вирусами	Максимальные сроки сохранения инфекционной активности вирусов в воде (питьевой, поверхностных водоисточников, в сточных водах)	
Энтеровирусы	Полиовирусы	3	Полиомиелит, менингит, лихорадки	Более 3-х месяцев
	Вирусы Коксаки А	24	Менингит, плевродиния, герпетическая ангина, заболевания органов дыхания	До года
	Вирусы Коксаки В	6	Менингит, миокардит, врожденные пороки сердца, заболевания органов дыхания	До 3-х месяцев
	Вирусы ЕСНО	34	Менингит, диарея, полиомиелитные заболевания, заболевания органов дыхания	Не менее 6 месяцев
	Энтеровирусы 68-71	4	Менингит, энцефалит, геморрагический конъюнктивит, заболевания органов дыхания	Более 3 месяцев
Вирус гепатита А	1	Гепатит	До 10 месяцев	
Вирус гепатита Е	1	Гепатит	Нет данных	
Ротавирусы	1	Гастроэнтерит	Более месяца	
Реовирусы	3	Гастроэнтерит, менингиты, энцефалиты	6-12 месяцев	
Аденовирусы	>32	Гастроэнтерит, конъюнктивит, заболевания органов дыхания	Более 2 месяцев	
Коронавирусы	3	Гастроэнтерит, заболевания органов дыхания	Нет данных	
Калицивирусы	2	Гастроэнтерит	Нет данных	
Вирусы группы Норволк	1	Гастроэнтерит	Нет данных	
Астровирусы	1	Гастроэнтерит	Нет данных	

Методы концентрации кишечных вирусов, находящихся в воде. Исследованию подлежит вода централизованного водоснабжения, колодцев, открытых водоемов, плавательных бассейнов, сточные воды. Исследование сточных вод проводят с целью изучения циркуляции вирусов среди населения данной местности, степени инфицирования воды, эффективности работы очистных сооружений и т. п. Исследование воды поверхностных и подземных водоемов проводят при выборе источника для централизованного водоснабжения, для оценки санитарного состояния мест отдыха, по эпидемиологическим показаниям. Исследования питьевой воды проводят только по эпидемиологическим показаниям.

Методы концентрации вирусов из воды можно условно разделить на 4 группы.

I. Физические методы (ультрацентрифугирование, ультрафильтрация, пенная флотация и др.).

II. Физико-химические методы (преципитация этиловым спиртом, сульфатом аммония, сульфатом алюминия, двухвалентными катионами, преципитация в изо-- электрической точке вирусного белка, концентрация полиэтиленгликолем).

III. Адсорбционные методы (адсорбция на марлевом тампоне, природных минеральных сорбентах — бентоните и других ионообменных смолах).

IV. Биологические методы (адсорбция на дрожжевых клетках и других микроорганизмах).

Наиболее надежным методом концентрации вирусов является метод ультрацентрифугирования, однако этот метод не всегда доступен для вирусологических лабораторий. Чаще применяют методы ультрафильтрации, методы концентрации вирусов с помощью полиэтиленгли-коля и адсорбционные методы — адсорбцию на марлевом тампоне и ионообменных смолах. Эти методы отличаются простотой, скоростью и достаточной эффективностью.

Для выделения вируса заражают культуру клеток или лабораторных животных (мышей-сосунков). Питьевая вода, безопасная в отношении вирусных инфекций, должна содержать менее одной вирусной частицы в 1 л. Однако эти требования не распространяются на вирус гепатита А и ротавирусы, которые могут быть обнаружены только с помощью малодоступных для вирусологических лабораторий методов.

Санитарно-вирусологические показатели качества водных объектов

Санитарно-вирусологический контроль воды водных объектов предусматривает исследования по следующим показателям:

- кишечные вирусы (энтеровирусы и аденовирусы в культурах ткани);
- антигены ротавирусов и вируса гепатита А в качестве маркеров вирусного загрязнения;

- идентификация цитопатических агентов энтеровирусов в реакции нейтрализации;
- определение вирусных агентов ротавирусов и вирусных гепатитов А, Е в иммуноферментном анализе;
- РНК вирусов гепатита А, ротавирусов, энтеровирусов и ДНК аденовирусов методом полимеразной цепной реакции со стадией обратной транскрипции (ОТ-ПЦР) для РНК-содержащих вирусов;
- колифаги (исследования проводят бактериологические лаборатории) в качестве косвенных показателей вирусного загрязнения вод различного назначения в соответствии с нормативными и методическими документами.

Выбор показателей осуществляют в соответствии с нормативными и методическими документами или по рекомендациям эпидемиолога.

Всего за 2006 год на энтеровирусы проведено 140 анализов из водных объектов внешней среды. Положительных проб не выявлено.

Список литературы

1. Букринская, А.Г. Вирусология / А.Г. Букринская – М.: Медицина, 1986. – 336 с.
2. МУК 4.3.2030-05 Санитарно-вирусологический контроль эффективности обеззараживания питьевых и сточных вод УФ-облучением: Методические указания. - М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. - 20 с.
3. МУК 4.2.2029-05 Санитарно-вирусологический контроль водных объектов: методические указания. - М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. - 38 с.
4. Методические рекомендации по лабораторной диагностике. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Ротавирусы.
5. Лабораторная диагностика вирусных и риккетсиозных заболеваний / под ред. Э.Леннета, Н.Шмидт. - М.: Медицина, 1974. - 774 с.

Энтеровирусные заболевания, идентификация и лабораторная диагностика

Перетрухина А.Т. (МГТУ, кафедра микробиологии)

The diagnostics of human enterovirus diseases, methods of indication and identification of enteroviruses are discussed.

В отдельную группу энтеровирусы были выделены в 1957 г. Вошедшие в нее вирусы полиомиелита, Коксаки А и В и вирусы ЕСНО являются обитателями кишечника человека и вызывают многие клинические синдромы, среди которых наиболее тяжелые связаны с вовлечением центральной нервной системы. Вирус полиомиелита, наиболее давно известный представитель энтеровирусов, был обнаружен в 1908 г. Landsteiner и Popper вирусы Коксаки группы А- выделаны в 1948 г. Dalldorf и Sickles , а вирусы Коксаки группы В - в 1949 г. Melnick и сотрудниками. Усовершенствование методов культур тканей и расширение их использования в вирусологии в 50-х годах способствовали выделению большого числа новых вирусов, непатогенных для лабораторных животных. Уже на ранних этапах работы с этими агентами была установлена возможность их выделения от здоровых детей, от больных с синдромом серозного менингита и показано существование многих различных типов вирусов. Вначале из-за отсутствия сведений об их связи с заболеваниями человека они получили название вирусов-сирот, которое затем было преобразовано в ЕСНО (enteric cytopathogenic human orphan - кишечные цитопатогенные человеческие вирусы-сироты). Объединенные исследования прототипных штаммов вирусов ЕСНО, проведенные Melnick, Sabin и Hammon, позволили выделить 13 антигенно-отличных типов. В дальнейшем энтеровирусы были классифицированы как одна из больших групп Пикорнавирусов. К настоящему времени обнаружены 64 типа энтеровирусов человека и ряд антигенно-отличных штаммов, возможно, являющихся новыми прототипами, находится в стадии изучения. Энтеровирусные заболевания вызывают следующие семейства вирусов: *Picornaviridae* (вирусы полиомиелита, Коксаки, ЕСНО, гепатита А,Е), *Reoviridae* (вирусы ротавирусы и реовирусы), *Adenoviridae*, *Coronaviridae*, *Caliciviridae*, неклассифицированные вирусы (Астровирусы, вирус Норволк).

Клинические синдромы. В большинстве случаев энтеровирусных инфекций клинические проявления слабо выражены или отсутствуют. Многие типы энтеровирусов могут вызывать различные общие синдромы—тяжелый паралич, серозный менингит, герпангину, плевродинию, миокардит, кожную сыпь, насморк и ряд других клинических проявлений. Различные энтеровирусы (а также неэнтеровирусные агенты) способны обусловить развитие одних и тех же клинических синдромов. Вместе с тем

один и тот же энтеровирус может быть причиной заболеваний с различной клинической картиной. Некоторые неполиомиелитные энтеровирусы (Коксаки А7, ЕСНО-вирусы типов 2,4 и др.) могут вызывать тяжелые параличи, однако в большинстве случаев они носят преходящий характер.

Пути передачи вируса. Энтеровирусы могут распространяться капельным путем, при помощи фекальной контаминации (пальцев, посуды, продуктов питания, молока), а также мухами и тараканами, которые в естественных условиях соприкасаются с человеческими испражнениями и могут служить механическими переносчиками инфекции. Энтеровирусы регулярно обнаруживают в сточных водах, даже прошедших очистку.

Инкубационный период. Этот период широко варьирует, составляя от 2 до 35 дней.

Период заразительности. Высокая заразительность энтеровирусов была убедительно доказана. Часто наблюдается внутрисемейное распространение инфекции. Средняя поражаемость детей составляет обычно 10—20%, достигая среди детей самых младших возрастов 50%; в семьях заражаются обычно все восприимчивые лица. Эпидемиологические данные указывают, что заразительность инфицированных лиц выше в ранние периоды инфекции, когда возбудитель присутствует в жидкостях и экскретах организма в наибольших концентрациях. Вирус обнаруживают в крови, носоглотке и фекалиях за несколько дней до появления клинических симптомов (в клинически выраженных случаях). Через 2 недели большинство энтеровирусов еще выделяется с фекалиями, но уже не обнаруживается в крови или в носоглоточном отделяемом.

Патогенез. Входными воротами инфекции принято считать пищеварительный тракт. Восприимчивость организма к энтеровирусам может быть повышенной во время беременности или при лечении кортикостероидами. После определенного периода первичного размножения (вероятнее всего в лимфоидной ткани глотки и кишечника) может развиться вирусемия, которая ведет к дальнейшему размножению вируса в клетках ретикуло-эндотелиальной системы и, наконец, в тканях поражаемого органа (мозг и спинной мозг, мягкие мозговые оболочки миокард, кожа). Вирус выделяется с фекалиями в течение нескольких недель и обнаруживается в глотке в первые 1—2 недели после заражения как при клинически выраженной инфекции, так и в бессимптомных случаях.

В кишечном тракте одновременно могут размножаться два или более типов энтеровирусов, но во многих случаях имеет место интерференция. Хорошо установленным фактом является интерференция между энтеровирусами и приживлением в кишечнике живой полиовирусной вакцины. Природа так называемого местного, или клеточного иммунитета, выражающегося в защите кишечника против реинфекции после перенесенного заражения энтеровирусами или после вакцинации живой вакциной, до сих пор достаточно не изучена. Вероятнее всего основную роль при этом играют местные антитела или интерферон.

Энтеровирусы можно выделить из фекалий, носоглоточных смывов, спинномозговой жидкости, сердца, крови, тканей центральной нервной системы, мочи и из участков поражений слизистых или кожных покровов.

Иммунология. На первых стадиях энтеровирусная инфекция часто носит локализованный характер, и вирус не распространяется на такие органы, как центральная нервная система. Нередко это распространение имеет место позже, и развитие неврологических симптомов происходит в период, когда специфические антитела уже появились или даже достигли максимального уровня. Образование антител носит при энтеровирусных инфекциях достаточно переменный характер, поэтому выбор диагностических методов является важным. Например, повышение титра комплементсвязывающих антител менее постоянно обнаруживается, если использовать прогретый антиген по сравнению с применением инфекционного вирусного антигена. Инфекция гетерологичным энтеровирусом может вызвать подъем титра комплементсвязывающих антител к инактивированному полиовирусу.

В результате естественного заражения энтеровирусами или вакцинации живыми вирусами полиомиелита вырабатываются нейтрализующие, комплементсвязывающие, флоккулирующие и преципитирующие антитела. Подавляющие гемагглютинацию антитела также образуются, однако их можно обнаружить только для энтеровирусов, обладающих гемагглютинином. Нейтрализующие антитела обычно типоспецифичны, появляются вскоре после инфицирования и сохраняются в организме много лет. Заражение одним типом может вести также к появлению низкого уровня быстро исчезающих антител к некоторым другим типам энтеровирусов; такой уровень обнаруживается и после введения живой полиовирусной вакцины. Комплементсвязывающие антитела появляются в течение 10—20 дней после инфицирования организма, достигают наибольшего титра через 1—3 месяца, затем титр в течение нескольких месяцев падает, и в низких титрах их можно обнаружить на протяжении 2 лет или более. После иммунизации инактивированной полиовирусной вакциной выработка комплементсвязывающих антител очень переменна и, по-видимому, зависит от предшествующей естественной инфекции. Антитела после инфекции вирусами полиомиелита и Коксаки часто обнаруживаются в течение всего нескольких месяцев. Комплементсвязывающие антитела при инфекции вирусами ЕСНО типов 6 и 16 после раннего падения титра выявляются в течение нескольких лет. В ходе инфекции антитела к денатурированному вирусному антигену выявляются и падают в титре раньше, чем антитела к натуральному антигену. Типоспецифические комплементсвязывающие антитела формируются только в результате первой инфекции, обычно в самом раннем детстве; последующие инфекции любым другим типом вызывают выработку антител к термостабильному группоспецифическому антигену.

Антитела, подавляющие гемагглютинацию, появляются примерно в то же время, что и комплементсвязывающие, или немного раньше (в те-

чение 21-го дня после инфицирования), падают в титре несколько медленнее и обычно сохраняются в организме дольше (для большинства энтеровирусов). В сыворотках многих людей могут присутствовать неспецифические ингибиторы гемагглютининов энтеровирусов.

Эпидемиология. Энтеровирусы обнаруживают у людей во всех районах земного шара. В тропических и субтропических зонах они циркулируют постоянно. В странах с умеренным климатом энтеровирусы наиболее часто встречаются в конце лета и начале осени и могут быстро распространяться среди населения в виде скрытых или явных эпидемий. В силу отсутствия иммунитета дети наиболее восприимчивы к инфекции энтеровирусами и служат основными их распространителями. Зараженность детей в условиях более теплого климата при низком санитарно-гигиеническом уровне жизни может превышать 50%. Уровень естественного иммунитета с возрастом увеличивается. Чем хуже санитарные условия, тем в более раннем возрасте инфицируется организм, и вырабатывается невосприимчивость. В некоторых районах свыше 90% детей оказываются иммунными к распространенным типам энтеровирусов уже в возрасте 5 лет. С возрастанием уровня личной и коммунальной гигиены циркуляция вирусов сокращается, и увеличивается число лиц, доживающих до взрослого возраста без инфицирования и без иммунитета. В некоторых изолированных группах населения, например в отдельных поселениях эскимосов, иммунные люди могут вообще отсутствовать.

Лабораторная диагностика.

В случаях клинически выраженной инфекции энтеровирусы выделяют из фекалий (или ректальных тампонов), носоглоточных смывов, спинномозговой жидкости, крови, жидкости везикул, мочи, пищевых продуктов, питьевой и сточных вод. При бессимптомной инфекции вирусы выделяли из фекалий и глоточного материала. Исключительную важность представляет правильное проведение сбора соответствующих материалов пробы следует брать в самые ранние дни болезни или немедленно после смерти больного.

Вирусы определяют на культуре клеток, куриных эмбрионах и лабораторных животных, в реакции нейтрализации. На ранних стадиях инфекции энтеровирусы можно выделить из сыворотки крови. Ранние антитела могут блокировать вирус, поэтому вероятность его выделения возрастает, если эту связь удастся разрушить.

Титрования антител к вирусам в сыворотках крови проводят: в реакциях торможения (задержки) гемагглютинации (РТГА, РЗГА), в реакциях диффузной преципитации (РДП) в геле, в реакциях непрямой гемагглютинации (РНГА), методом флуоресцирующих антител (МФА), методом иммуноферментного анализа (ИФА), методом ДНК-зондов, с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Цитопатологические изменения, наблюдаемые в тканях после смерти, могут быть более глубоко интерпретированы в сопоставлении с фактом выделения вируса из соответствующего органа. Некоторые

энтеровирусы (типичным примером является полиовирус) вызывают характерные поражения в головном или спинном мозге. Изменения тканей паренхиматозных органов (миокарда, печени и т. д.) или клеток пищеварительного тракта, как правило, для энтеровирусов не характерны.

Методом электронной микроскопии вирусные частицы или изменения клеток непосредственно в материале клинических проб обычно не обнаруживаются; их можно выявить в инфицированных клетках тканевых культур или тканей животных, иногда—в определенных тканях после смерти. Непосредственное исследование секционных материалов и клинических проб—клеток спинномозговой жидкости и лейкоцитов, полученных на ранней стадии болезни, методами иммунофлюоресценции позволяет в ряде случаев обнаруживать специфический вирусный антиген. До сих пор, однако, этими методами не было получено положительных результатов при исследовании клеток пищеварительного тракта и клеточного материала из кожных везикул.

Серологические реакции позволяют решать следующие задачи: определять титр антител к энтеровирусам в парных сыворотках крови; идентифицировать неизвестный вирус по известным сывороткам; установить степень антигенного родства двух вирусов.

Метод ДНК-зондов позволяет обнаружить нуклеиновые кислоты вирусов в любых материалах, включая патологический материал от больных людей.

ПЦР относится к методам генодиагностики и основана на размножении в пробирках участков генов вируса в несколько раз за 2-3 часа при помощи фермента термостабильной ДНК-полимеразы. ПЦР основана на амплификации ДНК с ДНК-полимеразой осуществляющей синтез взаимнокомплементарных цепей ДНК.

Таким образом, применение комплексных вирусологических, серологических, генодиагностических и других методов, позволяет более точно установить диагноз энтеровирусных заболеваний.

Список литературы

1. Медицинская микробиология. /Гл.ред. В.И. Покровский, О.К. Поздеев. - М.: ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 1999. - 1200 с.
2. Лабораторная диагностика вирусных и риккетсиозных заболеваний / под ред. Э.Леннета, Н.Шмидт. - М.: Медицина, 1974. - 774 с.
3. Букринская, А.Г. Вирусология / А.Г. Букринская – М.: Медицина, 1986. – 336 с.
4. Троценко, Н.И. Практикум по ветеринарной вирусологии / Н.И.Троценко, Р.В. Белоусова, Э.А. Преображенская – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Колос, 2000. – 272 с.

Воздействие газонефтедобычи и транспортировки нефти на экосистемы Кольского залива и Баренцева моря

Перетрухина А.Т., Анциферова А.В., Мишинёва Т.К. (МГТУ, кафедра микробиологии)

Different kinds of influence of oil extraction and transportation on the ecosystems of Kolsky Bay and The Barents sea are listed.

Морской нефтегазовый промысел, с точки зрения организации и последовательности освоения и разработки, включает 4 этапа:

1) геолого-геофизические изыскания и оценка запасов (сейсмо-разведка, разведочное бурение),

2) подготовка и обустройство месторождения (монтаж стационарных платформ, прокладка трубопроводов, строительство береговых терминалов, буровые работы, опробование скважин и пр.),

3) эксплуатация месторождения (извлечение, разделение и первичная обработка углеводородов, проходка и ремонт скважин, транспортировка жидких и газообразных продуктов и др.),

4) завершение и ликвидация (демонтажные работы, удаление платформ и трубопроводов, консервация скважин и др.).

Каждый из этих этапов сопровождается определенным набором видов деятельности и факторов воздействия на окружающую среду, главные из которых перечислены в таблице 1. Это воздействие носит комплексный характер и проявляется в форме физических, химических и биологических нарушений в водной толще, на дне и частично в атмосфере (Патин, 1997).

Таблица 1

Факторы экологического воздействия на разных этапах освоения морских нефтегазовых месторождений

Этап	Вид деятельности	Факторы воздействия
Разведка	Разведочное бурение.	Нарушения на морском дне. Отчуждение акваторий. Технологические сбросы. Аварийные ситуации.
	Консервация скважин	Помехи рыболовству.
Подготовка и разработка	Пробные бурения. Монтаж буровых платформ.	(См. разведочное бурение). Физические нарушение. Сбросы жидких и твёрдых отходов. Загрязнение.
	Обустройство месторождения	Физические нарушения.

		Сбросы жидких и твёрдых отходов. Помехи рыболовству (платформы, трубопроводы). Загрязнение.
Эксплуатация	Бурение, транспортировка и другие операции	Технологические сбросы при бурении. Аварийные разливы и сбросы. Отчуждение акваторий. Помехи рыболовству. Загрязнение.
Завершение	Демонтаж платформ консервация скважин и др.	Сбросы. Отчуждение акваторий. Помехи рыболовству.

Общая характеристика воздействия на водные экосистемы и их биоресурсы при разных видах деятельности в процессе освоения нефтегазовых месторождений и транспортировке нефти.

Возможны следующие воздействия и последствия на водные экосистемы: физические воздействия на пелагические виды, донные биоценозы и биотопы; атмосферные выбросы; отчуждение акваторий; помехи рыболовству; нарушение миграций рыб; химическое загрязнение водных объектов и гидробионтов; повышение мутности воды; ухудшение товарных качеств промышленных видов рыб.

Все известные токсичные агенты, являющиеся источниками химического загрязнения морской среды при буровых работах, в большей или меньшей мере растворимы в морской воде. С повышением температуры воды их растворимость и токсичность увеличиваются. Большинство из них способно участвовать в образовании сложных соединений с естественными и искусственными компонентами морской воды, что затрудняет ее качественный анализ. Токсиканты могут накапливаться в тканях организмов и передаваться по трофическим цепям. Нефтепродукты свободно переходят из пищеварительного тракта любых морских животных в лимфо- и кровотоки, внедряясь в жировую ткань. В результате резко снижается качество морепродуктов, возникает реальная угроза здоровью человека как их потребителя. Входящие в состав некоторых буровых растворов тяжелые металлы и синтетические органические соединения также способны накапливаться и передаваться в организмах и экосистемах, но, в отличие от углеводов, они практически не подвержены метаболической трансформации. Поступление тяжелых металлов в организм рыб осуществляется в основном через жабры, в меньшей мере - с кормовыми объектами. Они аккумулируются преимущественно в печени, почках, пищеварительном тракте, а содержание их в мышечной ткани сохраняется на стабильном уровне, независимо от концентрации в воде. Несмотря на значительное содержание тяжелых металлов в тканях гидробионтов, последние способны длительное время сохранять жизнеспособность. Синтетические

органические соединения, входящие в состав буровых растворов, более токсичны, чем соли двухвалентных и других металлов (Матишов, Денисенко и др., 1997).

Определенную опасность для биоты могут представлять буровые шламы. Они оказывают вредное воздействие на морские организмы на всех этапах развития. С ростом концентрации шлама наблюдаются отклонения от нормы в процессе развития икры, что в конечном итоге приводит к ее гибели. То же самое происходит с личинками и молодью рыб, а также с беспозвоночными. При этом даже небольшие концентрации шлама (0,8-1,2 г/л) вызывают значительные изменения в жизнедеятельности рыб. Уменьшается оплодотворяемость, выживаемость, интенсивность питания и прироста массы, изменяется поведение, а также некоторые биохимические показатели в тканях головного мозга.

Помимо токсического воздействия отдельных химических реагентов, содержащихся в шламе, на гидробионты отрицательно влияет повышенная мутность, создаваемая частицами выбуренной породы и глины (Матишов и др., 1997; Гусейнов, Алекперов, 1989).

При попадании буровых сточных вод в морскую среду изменяется ряд ее гидрохимических показателей: возрастает рН и окисляемость, уменьшается концентрация растворенного кислорода, изменяется прозрачность, цвет и запах (Быков, 1991).

Токсическое действие буровых сточных вод сказывается на всех стадиях развития рыб и кормовых организмов. При концентрациях их выше 96 мг/л гибель рыб наблюдается через 1-2 сут. При более низких уровнях загрязнения 20-22 мг/л значительно снижается интенсивность питания, задерживается рост рыб, наблюдается изменение физиологических и биохимических показателей крови (Гусейнов и др., 1985), а также ухудшается оплодотворяемость и развитие зародышей и личинок, снижается количество ГАМК (γ -аминомасляная кислота) в тканях головного мозга (Гусейнов, Алекперов, 1989). Безвредная концентрация БСВ в водоемах рыбохозяйственного назначения - 12,1 мг/л.

Аварийные ситуации. В период проведения буровых работ вероятны крупные аварии на скважинах, сопровождающиеся длительным фонтанированием газа, газового конденсата, нефти. По вероятной аварийности скважин Штокмановское газоконденсатное месторождение относится к наиболее опасным из разведанных баренцевоморских месторождений. В случае длительного фонтанирования газа и газового конденсата возможно загрязнение акватории площадью в десятки и сотни кв.км. Аварии остаются неизбежным спутником промышленной эксплуатации нефтегазовых месторождений на всех стадиях и операциях их освоения. Даже в Северном море, где, как полагают некоторые авторы, нефтегазовая индустрия обеспечила выполнение самых жестких экологических требований, с 1979 по 1987 гг. зафиксировано 516 аварий, при которых в море попало 21530 т нефти, из них 48 % - в результате аварий

на морских буровых установках (Cains,1992). Потенциально опасным источником поступления нефти и газа в морскую воду следует считать повреждения подводных трубопроводов на морском дне. Причины таких повреждений могут быть самыми разными - от коррозии металла до стихийных явлений (суровая ледовая обстановка, заходы промысловых судов с донными орудиями лова в зоны отчуждения, где проложены трассы газонефтепроводов и т.д.).Наибольшую опасность для экосистемы и живых ресурсов Баренцева моря представляют аварии танкеров, перевозящих газовый конденсат, сжиженный газ, метанол и сырую нефть. При аварии танкера-газовоза возможно массовое поражение рыб ударной волной от взрыва газа на акватории площадью от 70 до 390 кв.км. В случае аварии танкера с газовым конденсатом или метанолом на подходе к Кольскому заливу, где расположен единственный незамерзающий порт на севере России, площадь загрязненной акватории будет составлять несколько сотен кв.км и может перекрыть прибрежные промысловые районы.

Если исключить аварии, то в период эксплуатации Штокмановского газоконденсатного и Приразломного нефтяного месторождений основное воздействие будут оказывать источники хронического и случайного загрязнения морской среды нефтепродуктами, сырой нефтью, газоконденсатом, метанолом и бытовыми отходами. Эти воздействия в норме должны иметь локальный характер.

Ареалы многих промысловых рыб Баренцева моря, совершающих сезонные миграции, выходят далеко за пределы возможного района воздействия. Локальные воздействия в отдельных районах могут иметь отрицательные последствия для популяций мигрирующих видов в целом и распространяться практически на весь их ареал.

Всего лишь 10 %-ная потеря промысловых рыб, которая находится в пределах их естественных межгодовых вариаций, может обернуться очень крупным экономическим ущербом, сопоставимым с ожидаемой прибылью от эксплуатации Штокмановского газоконденсатного месторождения. Такие размеры ущерба эквивалентны одновременной потере нескольких промысловых районов Баренцева моря. Опасность столь больших потерь наиболее вероятна в случае крупных аварий на скважинах, на подводных нефтегазопроводах и хранилищах, при транспортировках по морю сжиженного газа конденсата, метанола (Семенов и др., 1995).

Список литературы

1. Быков И.Ю. Техника экологической защиты крайнего севера при строительстве скважин. - Л.: ЛГУ, 1991.- 237 с.
2. Гусейнов Т. И., Алекперов Р.Э. Охрана природы при освоении морских нефтегазовых месторождений (справочное пособие). - М., Недра, 1989.- 230 с.

3. Гусейнов Т.И., Литвин З.Л., Мурадян С.Г. Очистка буровых сточных вод малотоксичным коагулянтом // Газовая промышленность. М., 1985. N 1.

4. Матишов Г.Г., Денисенко Н.В., Денисенко С. Г., Зуев А.Н., Карамушко О.В., Сочнев О.Я., Шпарковский И. А. Оценка воздействия на окружающую среду поисково-оценочных работ на нефть по площади Медынская-море в юго-восточной части Баренцева моря. - Мурманск: Изд-во ММБИ КНЦ РАН, 1997.- 84 с.

5. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. - М.: ВНИРО, 1997. - 349 с.

6. Семенов В.Н. и др. Состояние биоресурсов Баренцева моря / и возможные последствия освоения морских месторождений нефти и газа для рыбного хозяйства (Проблемы и рекомендации). - Мурманск, ММБИ РАН, 1995.- 36 С.

7. Cairns W.J. Mitigation by design // North Sea oil and the / environment: developing oil and gas resources, environmental Impacts and responces. - London - New-York: Elsevler Applied Science 1992. - P. 281-332.

Интерферон его виды, получение и применение

Перетрухина А.Т., Макаревич Е.В. (МГТУ, кафедра микробиологии)

Information about types of interferones and ways of applying is concerned in the article.

А. Айзеке и Ж. Линдеман в 1957 г. обнаружили, что клетки, зараженные вирусом, вырабатывают особое вещество, угнетающее размножение как гомологичных, так и гетерологичных вирусов, которое они назвали интерфероном (ИФН). В дальнейшем было показано, что существует много интерферонов и поэтому следует говорить о системе интерферона. Если иммунная система обеспечивает белковый гомеостаз и через него устраняет чужеродную генетическую информацию, то система интерферона непосредственно воздействует на чужеродную генетическую информацию, устраняя ее из организма на клеточном уровне, и тем самым обеспечивает нуклеиновый гомеостаз. Система интерферона тесно взаимодействует с иммунной системой.

Интерфероны являются белками с молекулярной массой, колеблющейся у разных интерферонов от $22 \cdot 10^3$ (мышинный интерферон) до $94 \cdot 10^3$ (интерферон форели). Углеводные цепочки в молекуле β и γ -интерферона не обязательны для его активности.

Интерфероны закодированы в генетическом аппарате клетки. Гены для человеческого фибробластного интерферона располагаются во 2-й, 9-й и длинном плече 5-й хромосомы, а ген, регулирующий транскрипцию – в коротком плече той же хромосомы. Ген, детерминирующий восприимчивость к действию интерферона, локализован в 21-й хромосоме. Ген для α -интерферона располагается в 9-й хромосоме, для γ -интерферона – в 11-й хромосоме.

Система интерферона не имеет центрального органа, так как способностью вырабатывать интерферон обладают все клетки организма позвоночных животных, хотя наиболее активно вырабатывают его клетки белой крови.

Интерферон спонтанно не продуцируется интактными клетками и для образования его нужны индукторы, каковыми могут быть вирусы, бактериальные токсины, экстракты из бактерий и грибов, фитогемагглютинины, синтетические вещества — поликарбоксилаты, полисульфаты, декстраны, но наиболее эффективными индукторами интерферона являются двунитчатые РНК: двунитчатые вирусные РНК и двунитчатые синтетические сополимеры рибонуклеотидов (поли-ГЦ, поли-ИЦ) и др. Индукция интерферона происходит вследствие дерепрессии его генов.

Типы интерферонов. Известны три типа интерферонов человека: α -интерферон, или лейкоцитарный интерферон, который продуцируется

лейкоцитами, обработанными вирусами и другими агентами; β -интерферон, или фибробластный интерферон, который продуцируется фибробластами, обработанными вирусами и другими агентами. Оба эти интерферона принадлежат к типу 1. Более сильный γ -интерферон, или иммунный интерферон, принадлежит к типу 2. Имеется несколько подтипов α -интерферона, и общее число их у человека доходит до 25. Активность интерферонов измеряется в международных единицах (МЕ). Одна единица соответствует количеству интерферона, которое ингибирует репродукцию вируса на 50%.

При индукции интерферонов синтезируется два и более его типов. Так, при индукции интерферона на лимфоцитах образуется 87% лейкоцитарного и 13% фибробластного интерферона, при индукции интерферона на фибробластах имеют место обратные соотношения. Между тремя типами интерферонов могут существовать синергические взаимодействия.

Свойства интерферонов. Интерфероны обладают видотканевой специфичностью. Это означает, что интерферон человека действует только в организме человека, но неактивен в организме других биологических видов. Конечно, барьеры видовой специфичности не абсолютны: интерферон человека проявляет некоторую активность в тканях человекообразных обезьян, а куриный интерферон в организме близких видов семейства куриных. Однако активность интерферона в гетерогенных организмах резко снижается.

Поэтому можно заключить, что интерфероны, появившиеся у позвоночных, эволюционировали вместе с хозяевами. Интерферон является относительно устойчивым белком и хорошо переносит кислую среду (рН 2,2), что используется для выделения его и очистки. Антигенные свойства интерферонов мало выражены, в связи с чем антитела к нему удается получить лишь после многократных иммунизации.

Интерфероны не обладают специфичностью в отношении вирусов и действуют угнетающе на репродукцию различных вирусов, хотя разные вирусы обладают неодинаковой чувствительностью к интерферону. Чувствительность к нему обычно совпадает с индуцирующей активностью к интерферону. Наиболее часто применяемыми индукторами интерферона и тест-вирусами для его титрования являются рабдовирусы (вирус везикулярного стоматита), парамиксовирусы, тогавирусы. Продукция интерферона зависит также от характера применяемых клеток. Существуют клетки, дефектные по нескольким генам интерферона. (Букринская, 1986)

Интерфероны обуславливают разнообразные эффекты проявляющиеся как на клеточном так и на системном уровне.

Противовирусное действие. ИФН вызывают состояния невосприимчивости к широкому спектру вирусных инфекций. Считается что подавление синтеза вирусных белков основной механизм противовирусного действия ИФН. Под воздействием ИФН в клетке

синтезируется два фермента, один из которых тормозит синтез вирусных белков, другой расщепляет вирусные РНК. В результате этого вирусные частицы либо вообще не формируются, либо их число уменьшается.

Антибактериальное действие. В последние годы выявлено антибактериальное действие ИФН в отношении как к грамположительных, так и грамотрицательных микроорганизмов. Это по видимому обусловлено повышением фагоцитарной активности, образования иммуноглобулинов и усиление цитотоксичности.

Противоопухолевое действие. Изучение биологических свойств ИФН показало что он обладает противоопухолевым действием. Одним из самых важных механизмов этого действия ИФН - ингибция онкогенов, а так же в подавлении ИФН синтеза РНК и протеинов, роста нормальных и опухолевых клеток.

Иммуномодулирующее действие. ИФН может действовать на иммунную систему различными путями, изменяя:

- экспрессию мембранных рецепторов и антигенов;
- продукцию и секрецию внутриклеточных белков;
- функциональную активность иммунокомпетентных клеток;
- количественный и качественный состав секретируемых цитокинов.

Интерферон является регулятором различных механизмов иммунного ответа, оказывая стимулирующее или угнетающее действие на иммунные реакции.

Таким образом, интерфероны применяются для профилактики и лечения ряда вирусных инфекций. Их эффект определяется дозой препарата, однако высокие дозы интерферона оказывают токсическое действие. Интерфероны широко применяются при гриппе и других острых респираторных заболеваниях. Препарат эффективен на ранних стадиях заболевания, применяется местно, например путем закапывания или введения с помощью ингалятора в верхние дыхательные пути в концентрациях до $3 \cdot 10^4$ — $5 \cdot 10^4$ ед 2—3 раза в день. При конъюнктивитах интерферон применяют в виде глазных капель. Интерфероны оказывают терапевтическое действие при гепатите В, герпесе, а также при злокачественных новообразованиях. При этих заболеваниях назначают более высокие концентрации. Препарат применяется парентерально — внутривенно и внутримышечно в дозе 10^5 ед на 1 кг массы тела. Более высокие дозы оказывают побочное действие (повышение температуры, головная боль, выпадение волос, ослабление зрения и т. д.). Интерферон может вызвать также лимфопению, задержку созревания макрофагов, у детей — тяжелые шоковые состояния, у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями — инфаркт миокарда. Очистка интерферона значительно снижает его токсичность и позволяет применять высокие концентрации. Очистка осуществляется с помощью аффинной хроматографии с использованием моноклональных антител к интерферону.

Список литературы

1. Медицинская микробиология. /Гл.ред. В.И. Покровский, О.К. Поздеев. - М.: ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 1999. - 1200 с.
2. Лабораторная диагностика вирусных и риккетсиозных заболеваний / под ред. Э.Леннета, Н.Шмидт. - М.: Медицина, 1974. - 774 с.
3. Букринская, А.Г. Вирусология / А.Г. Букринская – М.: Медицина, 1986. – 336 с.
4. Троценко, Н.И. Практикум по ветеринарной вирусологии / Н.И.Троценко, Р.В. Белоусова, Э.А. Преображенская – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Колос, 2000. – 272 с.

Влияние макрофитов на численность и активность эпифитных углеводородокисляющих бактерий

Перетрухина И.В., Ильинский В.В., Литвинова М.Ю. (МГТУ, кафедра микробиологии)

This article reveals some data about abundance of epiphytic bacteria which live in the waters of Kola-bay. 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.

Роль прибрежно-водных растений в самоочищении воды от нефти достаточно велика: прежде всего, фотосинтетическая аэрация поддерживает в среде достаточное количество кислорода, развитая поверхность растений увеличивает зону контакта между нефтью и бактериями (Кроткевич, 1982; Морозов, 2001; Садчиков, Кудряшов, 2005).

Прижизненные выделения высших водных растений (аминокислоты, углеводы, органические кислоты, летучие амины, витамины, органический углерод и др.) являются стимулятором и питательной средой для нефтеокисляющих и гетеротрофных микроорганизмов (Ратушняк, 2002).

В зарослях макрофитов нефть подвергается с помощью микроорганизмов биологическому окислению и вовлекается в обменные процессы (Гусев и др., 1978; Гусев, Коронелли, 1982; 1983), причем не только бактерий, но и других гидробионтов, в том числе и растений. Предполагается, что эпифитные микроорганизмы, обитающие на поверхности растений, способны усваивать УВ нефти или продукты ее разрушения.

В процессе разрушения нефти часть окисленных соединений включается в метаболизм бактерий и растений, а оставшаяся - перерабатывается с образованием нетоксичных и малотоксичных соединений. Так что, разложение нефти – результат совместной деятельности гетеротрофных микроорганизмов и прибрежно-водных растений. Первые выступают, как основные деструкторы и минерализаторы загрязняющих веществ, а вторые – как индукторы, поглотители и потребители окисленных соединений. Биоинженерные сооружения, основанные на применении прибрежно-водных растений, позволяют сократить время очистки загрязненных стоков в 2-5 раз и уменьшить количество нефтяных загрязнений на 95-100% (Морозов, 2001).

Накопленная к настоящему времени информация о численности в морских экосистемах гетеротрофных бактерий по посеву, довольно разнородна: это касается как объема имеющихся об отдельных группах данных, так и методов их получения. Северные моря в этом плане исследовались главным образом в летний период, данных круглогодичных наблюдений очень мало. Все еще недостаточно изучено совместное

влияние комплекса факторов среды, включая гидрологические и гидрохимические показатели, на распределение углеводородокисляющих (УВ-окисляющих) бактерий в водных экосистемах. Еще меньше известно о бактериях, обитающих на талломах макрофитов северных морей, исследована, в основном, их общая численность, а информация о численности эпифитных УВ-окисляющих бактерий и их сезонной изменчивости практически отсутствует.

Материалы и методы.

Для отбора проб нами были выбраны две станции, расположенные в акваториях Кольского залива, находящихся на разном удалении от возможных источников антропогенного воздействия. Для смыва микроорганизмов с поверхности водорослей использовали фрагмент размером 1 см^2 , взятый в лабораторных условиях из центральной части таллома фукуса.

В работе использованы стандартные микробиологические методы учета численности морских УВ-окисляющих бактерий. Для оценки активности последних применяли модифицированный радиоуглеродный метод (Ильинский, Семененко, 1994).

Результаты и обсуждения.

Исследовали численность УВ-окисляющих бактерий на поверхности макрофитов Кольского залива. Проведенный анализ проб воды показал, что содержание нефтепродуктов в воде исследованных станций находится примерно на уровне предельно допустимых значений. Они могли быть как антропогенного, так и, частично – биогенного происхождения. Известно, что обильная водорослевая растительность прибрежной части водоемов может служить источником УВ и их производных (Caparello, LaRock, 1975).

Низкие величины численности эпифитных УВ-окисляющих бактерий (тысячи клеток на 1 см^2 таллома) наблюдались с сентября - октября по апрель, а высокие (десятки и сотни тысяч клеток на 1 см^2 таллома) – с мая по август (рис.1), что существенно превышает количества бактерий этой группы, обычно наблюдаемые в незагрязненных прибрежных морских водах умеренных широт и близки к таковым для хронически загрязненных вод.

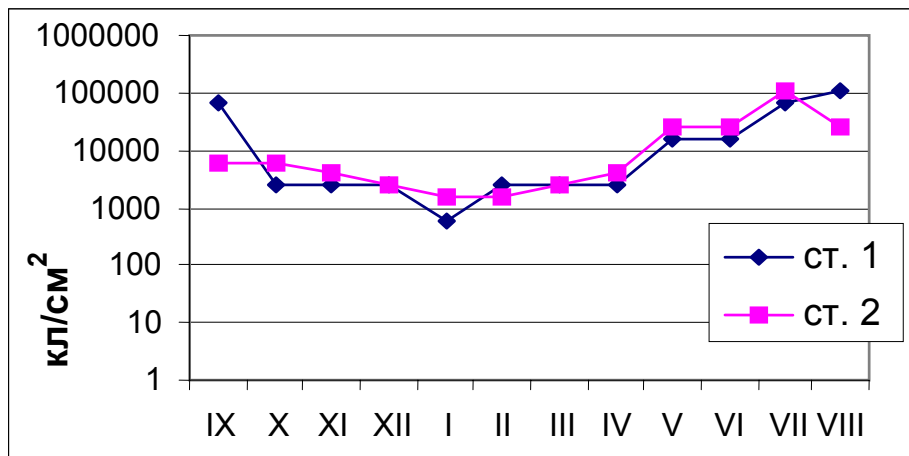


Рис. 1. Динамика численности эпифитных UV-окисляющих бактерий на станциях 1 и 2.

Талломы литоральных макрофитов являются важной средой обитания гетеротрофного бактериопланктона в условиях северных морей, поэтому на их поверхности присутствует обильный гетеротрофный бактериоценоз.

Известно, что сами водоросли в период их массового отмирания, а также продукты метаболизма водорослей, содержат UV (Кальвин, 1971). Скорее всего, именно по этой причине большинство эпифитных гетеротрофных бактерий способны к утилизации UV в качестве источников углерода и энергии.

Проведенный нами корреляционный анализ показал отсутствие значимых корреляций между содержанием UV и численностью UV-окисляющих микроорганизмов на поверхности макроводорослей. Таким образом, можно полагать, что колебания численности бактерий этой группы были, скорее всего, связаны с влиянием других факторов.

В связи с высокой численностью UV-окисляющих бактерий на поверхности талломов макрофитов, а также в связи со способностью последних продуцировать UV в окружающую среду, можно полагать, что в зарослях макрофитов будет наблюдаться более высокая UV-окисляющая активность микробного ценоза, чем вдали от них. По этой причине наряду с численностью UV-окисляющих бактерий нами были исследованы и сезонные изменения UV-окисляющей активности гетеротрофного бактериопланктона как в водах литорали вдали от зарослей макрофитов, так и непосредственно в зарослях макрофитов.

В зарослях макрофитов максимальные величины UV-окисляющей активности бактериопланктона составляли более $0,3 \text{ мкг} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ и наблюдались не только в летний период, в августе, но также и в сентябре, несмотря на более низкую температуру воды в осенний периоды времени (рис.2). В сентябре UV-окисляющая активность бактериопланктона в зарослях водорослей оказалась на 20% выше, чем вдали от них (рис.2).

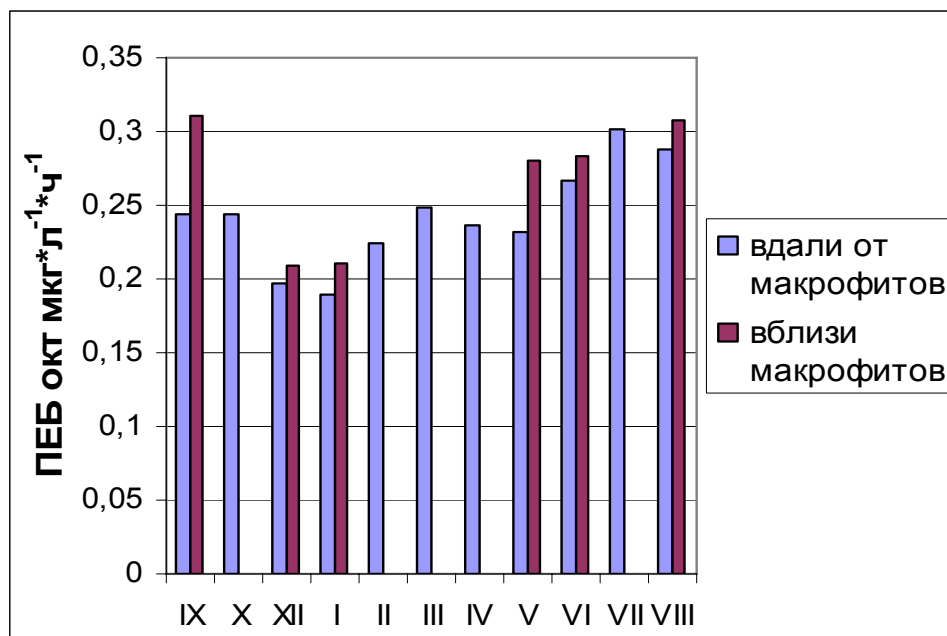


Рис. 2. Сравнение УВ-окисляющей активности бактериопланктона на ст. 2 вдали и вблизи зарослей макрофитов

На основании этого можно полагать, что присутствие макрофитов может заметно стимулировать УВ-окисляющую активность бактериопланктона литорали. Положительное влияние макрофитов на скорость бактериального разложения НУ ранее отмечалось Н.В.Морозовым (2003).

Выводы

Талломы литоральных макрофитов являются важной средой обитания гетеротрофного бактериопланктона в условиях северных морей. Макрофиты способны оказывать стимулирующее влияние на углеводородокисляющую активность гетеротрофного бактериопланктона, прирост активности бактерий в их зарослях может достигать 20% по сравнению со свободной от них акваторией.

Список литературы

1. Гусев М.В. Нефтеокисляющая микрофлора арктических морей СССР / Т.В. Коронелли, О.Ю. Сенцова, С. Стоева // Микробиология. - 1978. - 47. - № 4. - С. 762-764.
2. Гусев М.В. Биodeградация дизельного топлива в присутствии легкодоступного органического вещества / М.В. Гусев, Т.В. Коронелли, В.Н. Максимов, В.В. Ильинский // Человек и биосфера. - М.: Изд-во МГУ, 1982. - Вып. 7. - С. 8-19.
3. Гусев М.В. Бактериопланктон и бактерионейстон некоторых районов северо-западной части Тихого океана в связи с различным содержанием углеводов в воде / М.В. Гусев, Т. В. Коронелли, В.В. Ильинский, А.В. Игнатченко // Известия АН СССР. Сер. биол. - М.: 1983. - № 1. - С. 70-79.

4. 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.
5. Кальвин М. Химическая эволюция / М. Кальвин. - М.: изд-во Мир, 1971. - 240 с.
6. Кроткевич П.Г. Роль растений в охране водоемов / П.Г. Кроткевич // Новое в жизни, науке и технике. - М.: Знание, 1982. - № 3.
7. Морозов Н.В. Эколого-биотехнологические пути формирования и управления качеством поверхностных вод : автореферат дис. ... доктора биол. наук./ Н.В. Морозов. - М.: МГУ, 2003. – 51 с.
8. Морозов Н.В. Экологическая биотехнология: очистка природных и сточных вод макрофитами / Н.В. Морозов. - Казань: Изд-во Казанского гос. пед. ун-та, 2001.
9. Ратушняк А.А. Эколого-физиологические аспекты регуляции гомеостаза водных биосистем разного уровня организации с участием фитогидроценоза: автореферат дис. ... доктора биол. наук. - Нижний Новгород, 2002. – 53 с.
10. Садчиков А.П. Гидробиотаника: прибрежно-водная растительность/ А.П. Садчиков, М.А. Кудряшов. - М.: Академия, 2005. - 240 с.
11. Caparello D.M. A radioactive assay for the quantification of hydrocarbon biodegradation potential in environment samples / D.M. Caparello, P.A. LaRock - Microbial Ecol., 1975. - v. 2. – p. 28.

Исследования сельскохозяйственных кормов на токсины плесневых грибов

Пуговкин Д.В. (МГТУ, кафедра микробиологии), **Кирьянова Н.Н.** (ГУ Мурманская областная ветеринарная лаборатория)

The article is concerned with presence of toxic substances in fodder, contaminated with mold fungi.

Вопрос контроля качества сырья и комбикормов в последнее время привлекает все более пристальное внимание как производителей, так и потребителей.

Понятие качества комбикормов включает в себя совокупность многих показателей. Очень важным показателем является срок хранения. Именно в процессе хранения происходит ухудшение качества кормов по химическим (перекисное и кислотное числа) и биологическим (зараженность патогенными бактериями и грибами) показателям. Все они в комплексе отвечают за такую характеристику как общая токсичность, т.е. способность вещества или продукта в нормальных дозировках вызывать негативную реакцию у живого организма.

Традиционно в токсикологической практике для определения токсичности кормового продукта используются тесты на кроликах, мышах или крысах.

Токсичные партии зернового сырья и комбикормов, выявленные с помощью биопробы на инфузориях стилонихиях, исследовались методом кожной пробы на кроликах и, по полученным данным оценивалось санитарное качество корма.

Определение токсичности по биопробе на инфузориях стилонихиях проводится по ГОСТ 134967-97, ГОСТ 29136-91.

Культура инфузорий транспортировалась в стеклянной посуде вместимостью 50-100 см³, не допуская перегрева и переохлаждения. Период акклиматизации к лабораторным условиям 24 ч.

Средой для культивирования стилонихий являлась водопроводная вода, которая отстаивалась в закрытых ватным тампоном колбах в течение 1 недели и стерилизовалась нагреванием в кипящей водяной бане в течение 1 часа.

Культивлись стилонихии в чашке Петри, в качестве корма применялись сухие пекарские дрожжи в количестве около 0,003 г во время посева культуры. Пересев культуры проводят 2 раза в неделю.

Экстракт, приготовленный из исследуемого продукта, в количестве 0,5 см³ осторожно переносился в химический стакан с водой комнатной температуры. Количество воды в стакане зависит от видов испытуемого продукта.

Для биотестирования использовалась суточная культура, инфузорий. Для этого инфузории за сутки до постановки опыта в массу помещались в новую среду с кормом (на 25 см³ среды — не более 0,003 г пекарских сухих дрожжей, избыток корма может привести к гибели инфузорий) и культивировались при температуре 24-26°С. При этом инфузории концентрировались вокруг корма.

Для исследования одного образца корма используют пять повторностей (пять микроаквариумов). Пересадка и подсчет инфузорий проводилась под микроскопом при увеличении 2X8.

Через 5 минут инфузории подсчитывались в каждом микроаквариуме, и их численность заносилась в журнал. Травмированные инфузории при подсчете не учитывались. После подсчета инфузорий объемы, содержащего в микроаквариума доводили до 1/2 их вместимости внесением той же пробы и регистрировали время в журнале

Параллельно, с целью определения качества ацетона и воды проводили контрольный опыт. Для этого также в пять микроаквариумов помещались инфузории и каждый микроаквариум водным раствором ацетона доводили до 1/2 его вместимости. Численность инфузорий в каждом аквариуме регистрировалась в журнале.

Через 1 ч экспозиции вторично подсчитывалась численность инфузорий. Инфузории в контроле должны остаться живыми.

В случае токсичности продукта, инфузории подвергаются распаду — лизису. Количество погибших (лизированных) организмов зависит от степени токсичности корма, степень которой определялась по выживаемости инфузорий через 1 ч экспозиции в вытяжке исследуемого продукта.

Выживаемость инфузорий (N) в процентах вычислялась по формуле

$$N = \frac{N_2}{N_1} \times 100$$

где - среднее арифметическое (из пяти повторностей) количество инфузорий через 1 ч экспозиции, шт.; N1- среднее арифметическое (из пяти повторностей) количество инфузорий в начале опыта, шт.

Степень токсичности исследуемого продукта определяют по таблице.

Степень токсичности продукта	Выживаемость инфузорий, % для	
	Свиней	Других видов сельскохозяйственных животных
Нетоксичный	90-100	81-100
Слаботоксичный	50-89	50-80
Токсичный	0-49	0-49

Следующий этап исследования постановка кожной пробы на кролике. Для этого проба испытуемого продукта при необходимости измельчалась.

В колбу с пришлифованной пробкой вместимостью 500 см³ помещалось 50 г измельченного корма, заливалось 150 см³ медицинского эфира или ацетона и экстрагировалось 24 ч, периодически встряхивая.

После окончания процесса экстракции жидкость фильтровалась через бумажный фильтр в выпарительную чашку. Оставшаяся в колбе проба корма дополнительно промывалась небольшой порцией экстрагента (не менее 20 см³), промывная порция фильтровалась через тот же фильтр.

Экстракт концентрировал до получения маслянистого остатка желтоватого или коричневого оттенка.

У кролика на участке кожи размером 6Х6 см в области бедра, лопатки или бока в день постановки пробы тщательно выстригался волосяной покров (до полного оголения).

Пигментированная кожа, а также кожа с признаками шелушения не пригодна для проведения испытания.

На одном кролике допускается ставить одновременно не более четырех кожных проб.

Повторное использование кролика для постановки кожной пробы допускается лишь при отрицательных результатах предыдущих исследований.

На выстриженный участок кожи кролика наносится, слегка втирая, половина экстракта. Небольшая часть оголенного участка кожи оставлялась свободной от экстракта для контроля.

Для предупреждения слизывания экстракта, нанесенного на кожу, на шею кролика надевают воротник, который снимают не ранее чем через 3 дня.

Наблюдение за реакцией начиналось на следующий день после повторного нанесения экстракта и продолжалось в течение 3—5 суток в зависимости от степени токсичности корма.

Токсичность исследуемых продуктов определялась по наличию воспалительного процесса в месте нанесения экстракта.

Продукт – нетоксичный: отсутствие воспалительной реакции или наличие гиперемии, сохранявшийся не более 2 суток после нанесения экстракта и не сопровождающийся шелушением кожи.

Продукт – слаботоксичный: гиперемия, сохранявшаяся в течение 3 суток после нанесения экстракта, заканчивавшаяся шелушением кожи, или гиперемия, болезненность и отечность, проявлявшаяся незначительным утолщением кожи с последующим образованием отдельных корочек.

Продукт - токсичный: резкая гиперемия, болезненность, складчатость, отек, проявлявшийся сильным утолщением, кожи, на всей, поверхности участка появились язвы, затем сплошной струп.

Исследования проводились на базе Мурманской областной лаборатории.

В 2006 году сюда поступило 462 пробы различных видов корма, которые были исследованы на токсичность методом биопробы на стилонихиях и кожной пробой на кроликах и белых мышах.

Из них:

- сена-9
- силоса-9
- комбикорма-222
- зерна- 2
- прочих кормов-197

В результате исследований, по органолептическим показателям (внешний вид, наличие запаха) было забраковано 10 проб кормов. 2 пробы сена, 8- комбикормов, 2- зерна, 4 жмыха и отрубей, 4- прочих кормов (рыбная мука).

Путем посева на питательные среды выявлен рост плесневых грибов различных групп, что может оказать влияние на образование токсинов в кормах. Исследования на токсичность также, в ряде случаев дали положительный результат.

В итоге имеем следующие данные:

В 11,11% проб сена были выявлены плесневые грибы аспергилловой группы (*Aspergillus fumigatus*). Исследования на токсичность, проводившиеся на стилонихиях показали слаботоксичный характер корма.

36,03% (8 проб) комбикорма оказались поражены представителями аспергиллами (*Aspergillus spp.*), муковыми (*Mucor spp.*), пеницилловыми (*Penicillium spp.*) грибами. Из них, половина (4пробы) - забракованы при токсикологическом исследовании на стилонихиях, подтвержденных кожной пробой на кролике.

100% (2 пробы) зерна, из которых 1 проба забракована по микологическим показателям (активный рост *Aspergillus flavus*), 1-слаботоксична (проба на стилонихиях, подтверждена кожной пробой на кролике).

2 пробы комовых концентратов (1 проба отруби, 1проба - жмых) оказались слаботоксичными при биопробе на стилонихиях, что было подтверждено кожной пробой на кролике.

Прочие корма. 1,02% (2 пробы) забракованы по органолептическим свойствам (запах плесени). Токсичность доказана на биопробах.

Полезные свойства микромицетов позволили использовать их для промышленного производства антибиотиков, витаминов, стеролов, ферментов, а также таких незаменимых аминокислот, как лизин, метионин.

Однако встречаются и микромицеты, которые наносят огромный ущерб народному хозяйству и промышленности своей разрушительной деятельностью.

Некоторые микромицеты, которые оказывают на организм человека и животных негативное действие. Они вызывают нередко тяжело протекающие, смертельные болезни. Потери от микотоксикозов значительны и определяются:

- высокой летальностью и вынужденным убоем животных, особенно там, где осложняется постановка правильного и быстрого диагноза;
- заметным снижением продуктивности животных (молоко, привесы, яйценоскость);
- нарушением воспроизводства;
- материальными затратами (лечение, профилактика и труд специалистов);
- выбраковкой значительных масс зерна, концентрированных и объемистых кормов, продуктов животноводства, в которых обнаружен микотоксин.

Экономический ущерб перерастает в крупную социальную проблему, если допустить, что ряд микотоксинов играет роль в канцерогенезе человека.

Список литературы

1. ГОСТ 13496.7-97 Зерно фуражное продукты его переработки, комбикорма. Методы определения токсичности. М.: Изд.гостстандартов,- 1997.
2. Иванова Е., Васильева Н. и др. Биотест токсичности кормов / Птицеводство, №5.М.,1999
3. Кашкин П. Н., Шеклаков Н. А. Руководство по медицинской микологии.— М.: Медицина, 1978.- 325 с.
4. Мюллер Э., Леффлер В. Микология / Пер. с нем.— М.: Мир, 1995.— 343 с.
5. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно-патогенных грибов / Пер.с английского.-М.: Мир, 2001.- 468 с.
6. Оценка загрязнения пищевых продуктов микотоксинами. Сборник учебно-методических материалов под ред. В.А. Тутельяна.М.: Центр международных проектов ГКНТ, 1985.-228с. Плесневые грибы.

Заблевание новорожденных и родильниц, вызванные бактериями рода *Klebsiella* в родильном доме г. Мончегорска за 6 лет с 2000 - 2005 г.

Сбитнева В.В., Перетрухина А.Т. (МГТУ, кафедра микробиологии)

The diagnostics of new-born children and their mothers at the Monchegorsk maternity hospital, who fell ill with *Klebsiella* species of bacteria caused diseases, is discussed.

Энтеробактерии – представители семейства *Enterobacteriaceae*, на протяжении развития всей медицинской бактериологии являются объектом постоянного и серьёзного внимания специалистов. Работа по их выделению и идентификации составляет немалую долю в деятельности бактериологов. Микроорганизмы, принадлежащие к семейству *Enterobacteriaceae*, многочисленны и разнообразны по своим биологическим свойствам. В семейство *Enterobacteriaceae*, род *Klebsiella*, входят бактерии, обладающие способностью образовывать капсулы, как в организме так и на питательных средах. Название дано в честь немецкого бактериолога Э. Клебса (1875 г). Впервые выделил чистую культуру бактерий и доказал их патогенность Фридендер (1882 г.)

Капсульные бактерии решением Подкомитета по энтеробактериям Международного номенклатурного комитета (1953) объединены в род *Klebsiella* и включены в семейство *Enterobacteriaceae*. Основными видами этого рода являются *K. rhino scleromatis* — возбудитель склеромы; *K. ozaenae* — возбудитель озены; *K. pneumoniae* — один из возбудителей пневмонии и *K. aerogenes*. Последний вид часто обнаруживается в кишечнике теплокровных животных и во внешней среде; иногда он вызывает у человека и животных воспалительные процессы различной локализации.

Cowan и соавторы (1960) предлагают, кроме 4 перечисленных выше видов, выделить новый — *K. edwardsii* с двумя подвидами — *edwardsii* и *atlantae*.

Биохимические признаки, отличающие виды *Klebsiella* от видов *Enterobacter*, приведены определителе бактерий Берджи в табл. 5.10, 5.12.

Наиболее трудно отличать штаммы *K. pneumoniae* от штаммов неподвижных представителей *Enterobacter aerogenes*, которые очень медленно разжижают желатину. Решающее значение в этих случаях может иметь тест на уреазу.

Виды *Klebsiella omithinolytica* и *Klebsiella terrigena* не приведены в «Bergey's Manual of Systematic Bacteriology». Вид *K. omithinolytica* описан в 1989 г. для штаммов, ранее отнесенных к орнитинполо-жительному виду *K. oxytoca*, CDC *Klebsiella* (Group 47) индолположительные, орнитинположительные и индолположительной, орнитинположительной

био группе *K. planticola*. Между двумя указанными лабораториями нет разногласий в части фенотипических свойств этих организмов, но у них отсутствует единое мнение о том, указывают ли данные о родстве ДНК, что этот вид следует оставить как био группу *K. planticola* или же согласно им нужно считать его отдельным видом. *K. terrigena* описан в 1981 г. Существовавшие ранее виды *Klebsiella ozaenae* и *Klebsiella rhinoscleromatis* в 1984 г. было предложено рассматривать как подвиды *Klebsiella pneumoniae*. Не вызывает сомнений, что *K. ozaenae* и *K. rhinoscleromatis* относятся к тому же геновиду, что и *K. pneumoniae*.

Основные биологические свойства клебсиелл

Морфология. Капсульная форма клебсиелл имеет вид эллипсоида размером 5—8 x 3—5 мк, бескапсульная — форму палочки с закругленными концами размером 2—3 x 0,5—1 мк. Размеры бактерий подвержены значительным колебаниям, особенно у *K. pneumoniae*. Жгутики отсутствуют, бактерии спор не образуют, часть штаммов содержит реснички. Клебсиеллы имеют нуклеоид, протоплазму, мембрану, клеточную стенку и толстую полисахаридную капсулу. В естественных условиях клебсиеллы озены, склеромы и пневмонии обычно находятся в капсульной форме. Бескапсульная форма может быть получена путем воздействия на бактерии низкой температуры, нормальной и иммунной сыворотки, желчи, антибиотиков, бактериофага или отбором естественных мутантов.

Биологические и культуральные свойства. Все виды клебсиелл хорошо и быстро растут на простых бактериологических средах в аэробных условиях при относительно высоких колебаниях температуры и рН. Оптимальная температура 35—37°, крайние границы 12-41°C, рН 7,2—7,4. Клебсиелла склеромы для своего роста нуждается в аргинине (орнитине) и глюкозе. Добавление этих аминокислот и углеводов к солевой основе создает достаточно универсальную и высокочувствительную синтетическую среду. Такие аминокислоты как глютаминовая, глицин, серин, лизин, а также ферросульфат, хлорид марганца и инозин стимулируют рост этого микроба; норлейцин, норвалин, тирозин и α -амино-масляная кислота угнетают его. Большинство штаммов других видов клебсиелл способны расти на средах, содержащих в качестве источников азота аммонийные соли, а углерода — цитраты, тартраты и соли других органических кислот. При росте в мясо-пептонном бульоне клебсиеллы образуют равномерное помутнение, иногда со слизистой пленкой на поверхности; на полужидких средах рост более обилен в верхней части среды.

На плотных питательных средах капсульные бактерии растут в виде крупных, выпуклых круглой формы блестящих колоний слизистой консистенции. Клебсиелла арегенес и некоторые штаммы клебсиеллы пневмонии нередко дают менее характерные, пастообразные колонии. Согласно Б. Я. Эльберту с соавторами, бактерии склеромы в юных колониях располагаются концентрическими рядами, озены — рассеянно-

концентрическими, пневмонии — петлеобразно, аэрогенес — террасовидно, что может быть использовано с дифференциальными целями. Возбудитель склеромы в отличие от других клебсиелл не растет на средах Козера и Симмонса, Левина и бактоагаре, с метиленовым зеленым и бриллиантовым зеленым.

Клебсиеллы — факультативные анаэробы. На агаре образуют мутные слизистые и различные по структуре колонии, в бульоне — интенсивное помутнение. Хемоорганотрофы, обладающие и дыхательным и бродильным типами метаболизма. Оксидазоотрицательные, каталазаположительные. Восстанавливают нитрат. Большинство видов сбраживают все обычно тестируемые углеводы, за исключением дульцита. Глюкоза сбраживается с образованием кислоты и газа, H_2S и индол не образуются.

Для капсульных бактерий характерны более или менее активная ферментация углеводов и отсутствие ферментации белков. Наиболее обособлена по своим свойствам и наименее активна в ферментативном отношении клебсиелла склеромы, затем следуют *K. ozaenae*, *K. pneumoniae* и *K. aerogenes*. Предложено несколько схем внутривидовой дифференциации клебсиелл по биохимическим признакам.

Антигенная структура. В составе клебсиелл обнаруживаются капсульный (K), стеночный (O), цитоплазматические и общий для энтеробактерий антигены. Бескапсульные формы не содержат K-антигена. По O-антигену выделяют 6 групп клебсиелл: 01, 02A, 02B, 03, 04, 05; по K-антигену — 72 серологических типа (с 1 по 72).

В литературе имеются сообщения о 6—12 O-группах и K73-K80 типах. Между некоторыми O- и K-антигенами имеются перекрестные связи, которые могут быть расшифрованы и удалены реакцией адсорбции.

Встречаются в фекалиях человека и клиническом материале, почве, воде, зерне, на фруктах и овощах. *Kl. pneumoniae* и иногда другие виды вызывают оппортунистические инфекции у человека, в том числе бактериемию, пневмонию, инфекции мочевыводящих путей, органов дыхания, желудочно-кишечного тракта и нервной системы. Часто вызывают внутрибольничные инфекции у новорожденных.

Результаты и обсуждение

Проведен анализ влияния бактерий рода *Klebsiella* на инфицирование новорожденных и родильниц в г. Мончегорске за 6 лет (с 2000-2005 г.г.). Всего было обследовано 2496 человек, произведено 16860 исследований.

Показаниями для взятия мазков у новорожденных является подозрение на внутриутробное инфицирование (ВУИ); - инфекции у матерей; - недоношенность; - гнойно-септические заболевания новорожденных.

Мазки отбирали из зева и носа, с кожи, из пупочной ранки, желудочное содержимое, отделяемое из глаз.

У женщин брали мазки во время постановки их на учет по беременности, затем в 30 недель и перед родами, а так же на 3-и сутки после родов. По необходимости, при обнаружении инфекции, они берутся чаще. Мазки отбирали из уретры, цервикального канала и анального отверстия.

Идентификация бактерий рода *Klebsiella* проводили с помощью различных микробиологических методик: культурального метода, бактериоскопического, включающего постановку биохимического ряда.

Данные обследований новорожденных и рожениц за 6 лет на предмет инфицирования бактериями рода *Klebsiella* представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Обследование новорожденных и родильниц на предмет инфицирования бактериями рода *Klebsiella*.

Годы	Всего взято анализов	Из них с положит. высевам бакт.р. <i>Kl.</i> %	новорожденные		родильницы	
			выделенная флора бак. рода <i>Kl.</i>	заболевания, вызвано ею	выделенная флора бак. рода <i>Kl.</i>	заболевания, вызвано ею
2000	446	0,44	<i>Kl pneumoniae.</i> <i>Kl pneumoniae.</i>	гнойный конъюнктивит гнойный конъюнктивит	-	-
2001	490	0,24	<i>Kl.ozaenae</i>	омфолит	-	-
2002	420	0,24	<i>Kl pneumoniae.</i>	Абсцесс	-	-
2003	400	-	-	-	-	-
2004	344	-	-	-	-	-
2005	360	-	-	-	-	-

Из таблицы видно, что у родивших женщин за 6 лет бактерии рода *Klebsiella* заболеваний не вызывали. Однако при взятии мазков у матерей заболевших детей данная флора высевалась. За данный период исследования у родивших женщин было 6 случаев гнойного мастита. При обследовании обнаруживался разных видов стафилококк. Бактерий рода *Klebsiella* не высевалось. У новорожденных бактерии данного рода вызывали ряд заболеваний, которые приведены в таблице 1. Имели место случаи, когда по показаниям (необследованные женщины) у новорожденных брали мазки и высевалась *Klebsiella*, но заболеваний флора не вызвала. Доминирующей микрофлорой, вызвавшей гнойно-септические инфекции (ГСИ) за 6 лет (2000-2005 г.) у новорожденных и родильниц являются различные виды стафилококка.

Обследовались также объекты внешней среды в родильном отделении за 6 лет (таблица 2).

Таблица 2.

Обследование объектов внешней среды

Годы	Всего взято смывов	Из них с выделением бактерий рода <i>Klebsiella</i>	Выделенная флора
2000	83	-	-
2001	68	-	-
2002	38	-	-
2003	83	2	<i>Kl. Ozaenae</i>
2004	67	-	-
2005	200	3	<i>Kl. Ozaenae</i>

Из таблицы 2 видно, что в 2003 и 2005 годах высевали бактерии рода *Klebsiella*, но заболеваний, вызванных ею в эти годы, у новорожденных и родильниц не обнаружено.

Таким образом, исходя из полученных результатов обследования новорожденных, родильниц и объектов внешней среды видно, что у новорожденных детей инфицирование происходило от матерей, т.е. внутриутробное инфицирование (ВУИ). Это подтверждают и данные таблиц, где видно, что в те годы, когда фиксировалось ГСИ новорожденного, вызванные бактериями рода *Klebsiella*, смывы с объектов внешней среды родильного дома города Мончегорска положительных высевок данной флоры не давали. У матерей инфицированных детей данная микрофлора в мазках была обнаружена. Соответственно, инфицирование детей не было внутрибольничным (ВБИ). У родивших женщин за исследуемый период ГСИ вызванных бактериями рода *Klebsiella* не зарегистрировано.

Список литературы

1. Определитель бактерий Берджи. В 2 т.: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Смита и др. – М.: Мир, 1997.
2. Медицинская микробиология. /Гл.ред. В.И. Покровский, О.К. Поздеев. - М.: ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 1999. - 1200 с.
3. Руководство по микробиологической диагностике инфекционных болезней / Под редакцией Матвеева К.И. - М.: Мир, 1964.

Санитарно-микробиологическая оценка вод Кольского залива

Ульченко О. П. (МГТУ, кафедра микробиологии)

Very important problem of Murmansk area is pollution of Kola bay. It is possible to estimate its condition by results of water microflora structure research namely presence and character of microorganisms and bacteria. Sanitary-microbiological research in this case is more indicative rather than chemical and biological ones. It testifies to epidemiological and sanitary well-being and specifies necessity of carrying out of corresponding precautionary, cleaning and other actions.

Изучаемый объект - Кольский залив, является стратегическим объектом – это одна из причин его малого изучения.

Кольский залив – фьорд Баренцева моря на северном берегу Кольского полуострова. Длина его – около 60 км, ширина 1–7 км.

Кольский залив является зоной повышенной экологической загрязненности, испытывающей значительную нагрузку от непрекращающегося сброса мало очищаемых промышленных, хозяйственно-бытовых и ливневых сточных вод г. Мурманска и области. В акватории залива и на прилегающих территориях размещаются рыбный и торговый порты, ряд рыбоперерабатывающих предприятий, животноводческие фермы, базируется военный и атомный флот. Не меньшее влияние оказывает на экосистему Кольского залива концентрация судов в Кольском заливе и густая заселенность его побережья. По этой причине актуальным является санитарно-бактериологическое исследование вод залива.

Свое отрицательное влияние на качество воды также оказывают выпадение загрязняющих веществ из атмосферы и поступление их с впадающими в залив реками и ручьями (Кольский залив: океанография..., 1997).

Актуальным является санитарно-бактериологическое исследование вод залива, так как он находится в черте города, граничит с населенными пунктами. В залив впадают реки Кола и Тулома, которые используются в хозяйственно-бытовых и промышленных целях.

Количественный и качественный состав микрофлоры воды Кольского залива зависит от ряда факторов: обилия и постоянства источников загрязнения; времени года; метеорологических факторов; степени удаления от населенных пунктов; химического и физического состава воды данного источника; характера почвы берегов; степени заиления, зарастания водоисточника и характера донных отложений; наличия и состава гидробионтов и др.

Исследования в области морской микробиологии, проведенные в районах Кольского Заполярья, носили отрывочный характер и были направлены на изучение количественных и продукционных характеристик бактериопланктона. Однако, экологические и физиологические особенности микроорганизмов в условиях Крайнего севера были мало изучены. В связи с этим имеется необходимость в проведении комплексных работ по выделению и идентификации микроорганизмов, изучении физиолого-биохимических, морфологических и таксономических особенностей функционирующих здесь микробных сообществ.

Многочисленные исследования санитарного состояния и процессов самоочищения водоемов выявили, что бактериологические показатели служат более чувствительными и тонкими, индикаторами хозяйственно-бытового загрязнения воды, чем химические или биологические. Там, где по химическим показателям не удастся обнаружить сравнительно небольшие источники загрязнения, бактериологические показатели регистрируют их, и это подтверждается изучением санитарной обстановки. (Вербина Н.М., 1980)

Текущий санитарно-микробиологический контроль за водными объектами наряду с индикацией отдельных патогенных микроорганизмов включает косвенные приемы, в основу которых положены учет общего количества сапрофитных бактерий и определение степени загрязнения экскрементами человека и животных по санитарно-показательным микроорганизмам (коли-титр, коли-индекс). Имеют санитарно-показательное значение и бактериофаги, которые, как правило, сопутствуют тем бактериям, к которым они адаптированы. Однако бактериофаги могут длительно сохраняться и переживать соответствующих бактерий. Это тем не менее не исключает возможности использовать бактериофаги для гигиенической оценки внешней среды.

Высокая чувствительность санитарно-бактериологических показателей, особенно коли-индекса, объясняется большой разницей в содержании индикаторных микроорганизмов в сточных водах и в воде водоемов: в отношении сапрофитных бактерий эта разница достигает десятков – сотен тысяч раз, в отношении коли-индекса миллионное десятков миллионов раз. Санитарно-химические показатели в сточных водах и воде водоемов различаются не более чем в сотни раз.

Эта особенность санитарно-бактериологических показателей широко используется при изучении закономерностей распространения загрязнений в водоемах, процессов смешения, разбавления сточных вод, самоочищения и т. п. При оценке данных следует иметь в виду, что речь идет о живых организмах, способных в некоторых пределах к размножению, а также к отмиранию в водной среде.

О безопасности воды в эпидемиологическом отношении судят по результатам санитарно-бактериологического исследования, которое включает определение двух микробиологических показателей: общего количества микробов в воде (определение микробного числа) и количества

бактерий группы кишечных палочек (определение коли-титра и коли-индекса).

- Микробное число должно быть не более 100.
- Коли-титр должен быть не менее 300.
- Коли-индекс не должен превышать 3.

Коли-титром называют наименьший объем воды, в котором обнаружена одна бактерия группы кишечной палочки.

Коли-индекс – количество бактерий группы кишечной палочки в 1 дм³ воды.

Санитарно-микробиологический анализ осуществляется учреждениями санэпидслужбы, а также другими организациями, которым санэпидслужба предоставляет право проведения санитарно-микробиологических анализов. При лабораторно-производственном исследовании качества эксплуатируемых источников водоснабжения санитарно-микробиологический анализ осуществляется производственными лабораториями и может быть ограничен определением двух показателей: числа сапрофитных микроорганизмов (температура инкубации 37 °С) и лактозоположительных кишечных палочек.

Колиформные и условно-патогенные грамотрицательные факультативно-анаэробные бактерии относятся к санитарно-показательным микроорганизмам, часто обнаруживаемым в загрязненных водных объектах. Эти микроорганизмы обладают высокой чувствительностью и определяются при небольших источниках загрязнения, являются основным критерием для оценки качества питьевой воды, воды источников водоснабжения, пресной и морской воды, а также при оценке процессов микробного самоочищения водоемов (Вольпе И. М., Кучеренко В. Д., 1970).

Определение санитарно-показательных микроорганизмов – специфический метод санитарной микробиологии.

Санитарно-микробиологические показатели наиболее чувствительными в практике санитарной охраны водоемов с большими массами воды. (Вербина Н.М., 1980)

Поэтому исследование микрофлоры воды Кольского залива представляет определенный интерес в этом вопросе.

Следует заметить, что ценность эпизодических наблюдений над бактериальной загрязненностью воды сравнительно невелика. Требуются систематические исследования по сезонам года с очень строгим соблюдением принятой методики.

Практические лаборатории пока не могут осуществлять повседневный контроль за наличием в водных объектах одновременно всех потенциальных возбудителей заболеваний. В последнее время намечается тенденция изменения этиологической структуры некоторых патологических процессов, и список возбудителей постоянно пополняется за счет так называемых условно патогенных микроорганизмов. Эти

сапрофиты при определенных условиях вызывают не только спорадические заболевания, но и эпидемические вспышки.

Уровень микробного загрязнения нормируется по установленной величине косвенных показателей. Эти нормативы отражены в документах санитарного законодательства (ГОСТ, санитарные правила, гигиенические рекомендации), которые являются основой для профилактических мероприятий.

Санитарно-микробиологические показатели оказались наиболее чувствительными в практике санитарной охраны водоемов, со своеобразным гидрологическим режимом и большими массами воды водохранилищ, морей. В ряде случаев микробиологические показатели могут служить весьма чувствительными индикаторами перемещения водных масс в водоемах с замедленным течением. Эти показатели позволили выявить компенсационные течения в придонных слоях воды в водохранилищах, способствующие распространению загрязнений; в противоположную сторону от движения масс воды по поверхности. Это создавало реальную угрозу для водозаборов, расположенных выше выпусков сточных вод (Вольпе И. М., Кучеренко В. Д., 1970).

Особый интерес представляет изучение видового состава бактериопланктона, влияние топливных и хозяйственно-бытовых загрязнений на микрофлору залива. Результаты санитарно-микробиологических исследований могут свидетельствовать об эпидемиологическом и санитарном благополучии или же указывать на необходимость проведения соответствующих предупредительных, очистительных или других мероприятий. Приводить в действие систему мер (охрана вод), направленных на предотвращение, ограничение и устранение последствий загрязнения, применение строгих мер к нарушителям.

Изучение микроорганизмов баренцевоморской литорали проводились рядом авторов, при этом основное внимание было уделено процессам микробной деструкции органических остатков на литорали. Интенсивное развитие бактерий наблюдалось в мае с максимумом в июле и вторым максимумом в ноябре-декабре. Установлено, что интенсивность разложения органических веществ зависит от качественного и количественного состава бактериальной флоры, участвующей в этих процессах (денитрификация, нитрификация, восстановление сульфатов), причем определяющим является не только количество бактерий, но и их активность (Никитина, 1955, 1958; Рубан, 1955, 1961).

Список литературы

1. Вербина Н.М. Гидромикробиология.- М.: Изд-во Пищевая промышленность, 1980.- 288 с.

2. Вольпе И. М., Кучеренко В. Д. Практическое руководство по санитарной микробиологии. – М.: Изд-во Московского университета, 1970.- 148 с.

3. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты/Под ред. Г.Г. Матишова и др. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. – 265 с.

4. Проблемы санитарной микробиологии окружающей среды/Сборник научных трудов.- М.: Изд-во Институт санитарного просвещения,1977.- 138 с.

5. Санитарно-бактериологическое и вирусологическое исследование воды/Гирич В.Н., Григорьева Л.В., Ерусалимская Л.Ф. и др. -Киев: Изд-во Здоровье,1981.- 175 с.

6. Скворцов В.В., Киктенко В.С., Кучеренко В.Д. Выживаемость и индикация патогенных микробов во внешней среде.- М.: Изд-во Медицина, 1966.-360 с.

Санитарно-гигиенические исследования кулинарной продукции в процессе хранения

Черткова Е.А., Белокопытова Е. Е. (МГТУ, кафедра микробиологии)

In the article the sanitary and hygienic researches of culinary products are indicated according microbiological characteristics as well as shelf life of the production is determined.

Проблема питания человека стоит в центре внимания при разработке рецептур кулинарной продукции. Необходимо, чтобы питание населения было сбалансировано. В последние годы отмечается значительное увеличение ассортимента кулинарных изделий, изготавливаемых на предприятиях различных форм собственности. Появляются рецептуры продуктов с многокомпонентным составом, что увеличивает их эпидемиологическую значимость. К сожалению, недостаточно разработаны качественные показатели этих изделий и не в полной мере решены методические вопросы санитарно-бактериологических исследований. Однако это не означает, что не следует уделять должного внимания объективной оценке соблюдения технологии производства этой группы продуктов, санитарно-гигиеническим требованиям к хранению, реализации и транспортировке.

Холодные закуски, в частности салаты из морепродуктов и овощей, относимые к кулинарной продукции, являются поставщиками незаменимых в питании человека белков и углеводов. Такая продукция должна быть безопасна для здоровья потребителей, стабильна по качественному составу и потребительским свойствам.

Основными целями санитарно-бактериологического контроля кулинарных изделий прежде всего являются: предупреждение пищевых отравлений и кишечных заболеваний, связанных с их употреблением, выявление причин выпуска недоброкачественных, опасных продуктов и разработка рекомендаций, способствующих ликвидации в кратчайшие сроки этих причин.

Целью данной работы было санитарно-гигиеническое исследование салатов с консервантом и без в процессе хранения.

В процессе исследования были решены следующие задачи:

- определены микробиологические критерии безопасности данной продукции;
- установлены по микробиологическим показателям ориентировочные сроки хранения салатов;
- изучено влияние консерванта на бактериальную обсемененность продукции в процессе хранения;

Были проведены исследования салатов, состоящих из следующих компонентов: кальмар вареный, яйца вареные, майонез, морковь и картофель вареные.

Образцы хранились при температуре +4 °С в стерильных контейнерах в течение 6-ти суток.

Исследования продукции на КМАФАнМ, БГКП, E.coli, S.aureus, Proteus, Salmonella, дрожжи и плесени проводились в соответствии с общепринятыми схемами и методами.

КМАФАнМ определяют почти во всех продуктах и его увеличение в продуктах и изделиях, которые по своей технологии не зависят и не связаны напрямую с использованием микробиологических процессов, свидетельствует о нарушениях температурного режима при их приготовлении, реализации и хранении.

Ряд разновидностей E.coli можно рассматривать как потенциально патогенные микроорганизмы, способные вызывать острые желудочно-кишечные заболевания.

Количественное содержание золотистого стафилококка нормируется во многих кулинарных изделиях в связи с тем, что он является одним из этиологических агентов пищевых бактериальных отравлений.

Бактерии рода Proteus могут являться возбудителями пищевых токсикоинфекций.

Дрожжи и плесневые грибы являются показателями микробиологической стабильности.

В ходе исследований БГКП, E.coli, S.aureus, Proteus, Salmonella, дрожжи и плесени выявлены не были, изменения КМАФАнМ (КОЕ/г) в ходе хранения приведены в таблице.

Сроки хранения	Проба №1	Проба № 2 (с добавлением консерванта)
0 суток	$2 \cdot 10^2$	$2,1 \cdot 10^2$
2 суток	$3,1 \cdot 10^2$	$2,2 \cdot 10^2$
4 суток	$4,9 \cdot 10^3$	$2,4 \cdot 10^2$
6 суток	$6,2 \cdot 10^3$	$3,3 \cdot 10^2$

Параллельно проводилась органолептическая оценка продукции. Учитывая полученные органолептические и микробиологические показатели можно сделать следующие выводы: салаты с добавлением консерванта можно хранить при температуре +4 0С до 6 суток, без консерванта - до 3 суток.

Список литературы

1. Гигиенические требования безопасности и пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01. – М.: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. – 168 с.
2. ГОСТ 26668-85 «Продукты пищевые и вкусовые. Методы отбора проб для микробиологического анализа».
3. ГОСТ 26669-85 «Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологического анализа».
4. ГОСТ 51446-99 (ИСО 7218-96) «Продукты пищевые. Общие правила микробиологических исследований».
5. Карцев В.В., Белова Л.В., Иванов В.П. Санитарная микробиология пищевых продуктов. – СПб: СПбГМА им. И.И. Мечникова, 2000. – 312 с.

***СЕКЦИЯ:
«БИОХИМИЯ И МЕДИЦИНА»***

Основные закономерности протеолиза при созревании соленой рыбы

Ананенко Н. С. (МГТУ, кафедра биохимии)

Abstract. In this article the basic laws proteolysis are considered. The author examines various hypotheses of maturing of a salty fish, which describe this process.

Протеолиз представляет собой комплекс сложнейших превращений веществ и проходит в условиях со многими изменяющимися параметрами. В силу большого разнообразия химического состава сырья, строения и структуры тканей, физических и других воздействий, сопровождающих приготовление и хранение продукции, процессы протеолиза характеризуются чрезвычайно широкой вариабельностью и трудно поддаются какой-либо единой аналитической оценке. Поэтому основным критерием оценки качества соленой рыбы, несмотря на значительные успехи в области биохимии созревания, является наличие "букета созревания", а понятие созревшая рыба чаще всего принимают по отношению к традиционной соленой продукция из сельди, лососевых, осетровых, сельди иваси и пр.

Современные представления о созревании соленой рыбы базируются на ферментативной гипотезе, выдвинутой Н.А.Воскресенским (1966), которая явилась обобщением более ранних исследований (Турпаев, 1940; Воскресенский, 1953; Миндер, 1954; и др.). Согласно этой гипотезе в процессе созревания происходит гидролиз основных компонентов рыбы под воздействием ферментов. Накапливающиеся продукты гидролиза создают благоприятные условия для развития микроорганизмов, содержащихся в системе рыба — соль, которые принимают участие в процессах дальнейших превращений белков, липидов и углеводов.

За последние годы накоплен значительный экспериментальный материал, подтверждающий роль ферментов в процессе протеолиза соленой рыбы, причем большинство исследователей считают, что роль основного фактора созревания играют протеазы внутренних органов рыб (Левиева, 1964а, б; Никитин, 1968; Миндер, 1970; Пивоварова, Колонтаева, 1982; Соловей, Сорина, 1982). В пользу ферментативной гипотезы свидетельствуют работы Е.Н.Дутовой и М.М.Гофтарш (1971), которые установили, что радиационная обработка пресервов из кильки оказывает губительное действие на микрофлору и в то же время практически не оказывает влияния на процессы гидролитического расщепления белков под действием протеолитических ферментов. Тем не менее ферментативная гипотеза не позволила объяснить некоторые особенности гидролиза белковых веществ при созревании различных видов рыб, а также неудачные попытки ускорить созревание рыб путем введения

препаратов животного происхождения и микробиологического синтеза. Поэтому была выдвинута так называемая "субстратная" гипотеза ферментативного гидролиза (Шендерюк, 1976), основанная на положении об идентичности или незначительных различиях степени гидролиза белка определенного строения протеазами пищеварительных органов разных рыб. В качестве иллюстрации (рис. 1) этого приводятся результаты исследования кинетики гидролиза казеината натрия комплексом протеаз скумбрии и сардинеллы, по которым можно судить о практически одинаковой степени расщепления белка в течение гидролиза. Так, прирост тирозина (у/г субстрата) составляет для ферментов скумбрии и сардины после 1, 3 и 5 ч гидролиза соответственно 30 и 55; 85 и 86; 95 и 98. В то же время, как указывает В.И.Шендерюк (1976), кинетика гидролиза белков разных рыб одним и тем же набором ферментов внутренностей скумбрии значительно различается в зависимости от вида рыбы. Как считает автор, эти различия свидетельствуют о влиянии на скорость протеолиза количества и расположения гидролизуемых связей в белке, что предполагает возможные различия в составе продуктов протеолиза разных рыб и в свою очередь обуславливает своеобразные органолептические признаки созревания продукции.

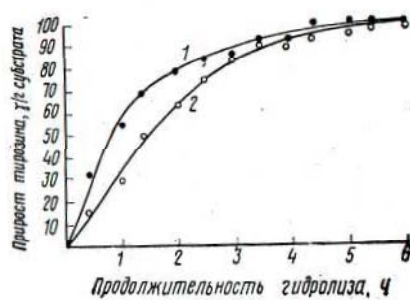


Рис. 1. Кинетика гидролиза казеината натрия комплексами пептидгидролаз скумбрии (1) и сардинеллы (2).

Полученные В.И.Шендерюком и его сотрудниками экспериментальные материалы позволили сформулировать субстратную гипотезу, созревания соленой рыбы, согласно которой этот процесс представляется как комплекс ферментативных превращений белков, липидов и углеводов. Качественный состав образующихся продуктов созревания зависит от специфического строения и состава субстратов, а скорость созревания — от активности ферментов, и количества гидролизуемых связей в исходных субстратах. Основная роль в качественном и количественном составе продуктов, образующихся при созревании соленой рыбы, отводится специфическому для каждого вида рыбы строению и составу белков, липидов и углеводов.

Субстратная теория получила подтверждение в дальнейших работах при изучении скорости гидролиза белковых веществ различных видов рыб Атлантического океана (Лисовая, 1980). Исследование

проводилось на атлантической ставриде, скумбрии, нототении, помолобусе, сельди и других рыбах; гидролиз белка осуществляли комплексом мышечных ферментов и комплексом протеаз внутренних органов скумбрии. Полученные данные подтвердили влияние видовой специфичности мышечной ткани рыб на гидролиз белков под действием комплекса протеаз ферментного препарата.

Теоретическое положение о решающей роли специфических особенностей белков рыб при протеолизе имеет большое значение для раскрытия основных закономерностей протеолиза при созревании и регулировании этого процесса. Однако при этом не было сделано попыток объяснения причинности разной гидролизуемости белков рыб под действием ферментов пищеварительных органов. В то же время, по мнению ряда исследователей, протеолизу белков под действием трипсина или химотрипсина должна предшествовать вызываемая ферментами или другими факторами денатурация: предполагается, например, что медленное действие трипсина на нативные белки и быстрое расщепление молекул денатурированного белка указывает на то, что субстрат должен претерпевать какое-то начальное воздействие, в результате которого облегчается гидролиз.

Г.Нейрат и К.Бейли (1958) приводили анализ данных, полученных группой исследователей, который позволил предложить, следующую схему течения протеолиза. При этом постулировались два положения: 1) протеолитические (пищеварительные) ферменты действуют только на денатурированные белки; 2) распад любой молекулы белка совершается в две последовательные стадии, которые заключаются в нарушении расположения полипептидных цепей внутри белковой молекулы и в распаде развернутой (или денатурированной) молекулы до низкомолекулярных пептидов и аминокислот. Следует отметить, что предварительная денатурация или нарушение расположения полипептидных цепей являются по сути равнозначными факторами, определяющими первую стадию протеолиза. На основании экспериментальных данных Г.Нейрат и К.Бейли (1958) выдвинули общую теорию протеолиза, которая заключается в следующем. Нативный белок имеет на своей поверхности относительно мало пептидных связей, из них лишь немногие способны гидролизоваться данным ферментом с относительно узким спектром специфичности. Фермент может действовать как на нативную, так и на денатурированную формы белка; относительная скорость протеолиза двух, форм белка зависит от ряда факторов. Этими факторами являются относительные концентрации нативной и денатурированной форм и относительное число связей, которые могут подвергаться гидролизу, в каждой форме. Вероятно, гидролиз внутренних пептидных связей полипептидных цепей будет вызывать некоторое нарушение цепочечной структуры белка без обязательного освобождения пептидных фрагментов. Этот процесс можно рассматривать как ограниченный протеолиз, вызываемый денатурацией.

Ограниченный протеолиз предполагается рассматривать по следующей схеме: белок А — > белок (полипептид) В + пептиды (низкомолекулярные) С.

Стоит принять во внимание и те работы, которые показали на примере последовательности пищеварения, что атакуемость белков затруднена за счет структурного барьера. В животном организме этот барьер снижается за счет начального этапа переваривания белков, а именно: денатурирующего воздействия на белки кислой среды желудка. Кислая среда желудка способствует денатурации глобулярных белков, после чего они атакуются пепсином и гастроксином до сравнительно крупных пептидов. Для объяснения плохой гидролизуемости белков в нативном состоянии пищеварительными протеазами было выдвинуто положение о недоступности их пептидных связей в нативной форме молекулы, что получило подтверждение экспериментальными данными (Черников, 1956). На основании анализа ряда экспериментальных работ сделано заключение о последовательном ходе протеолиза вообще, первой ступенью которого является образование большого количества промежуточных крупномолекулярных осколков (Черников, 1956).

В процессе внутриклеточного протеолиза, по всей видимости, также существует определенная последовательность в действии разнообразных групп протеаз, присутствующих в клетке. Причем некоторые белки могут подвергаться быстрому расщеплению ферментами лизосом, тогда как другие сохраняются в негидролизованном состоянии в течение довольно длительного времени; скорость гидролиза на этой стадии определяется их устойчивостью к денатурации в среде, оптимальной для действия фермента. Образующиеся продукты гидролиза, представленные пептидами и частично аминокислотами, подвергаются дальнейшему гидролизу в цитоплазме, главным образом до аминокислот в присутствии пептидаз.

Существует определенная иерархия протеаз при расщеплении белка: белок → (внутриклеточные протеазы - эндопептидазы) → полипептиды → (пептидазы: аминотрипептидазы и дипептидиламинопептидазы) → дипептиды → (дипептидазы) → аминокислоты

По мнению Т.Н.Слуцкой (1991а), эта схема наиболее правильно в общем виде отражает возможную последовательность участия в протеолизе различных групп протеолитических ферментов при автопротеолизе. Т.Н.Слуцкая предположила, что в качестве эндопептидаз могут выступать не только лизосомальные протеазы, но и цитоплазматические, например кальпаин.

Таким образом, проанализировав предыдущие исследования, Т.Н. Слуцкая выдвинула следующую гипотезу, согласно которой протеолиз мышечной ткани рыб протекает в несколько стадий. Учитывая данные по возможной иерархии протеаз, осуществляющих протеолиз, можно предположить, что роль ферментов, выступающих как эндопептидазы, играют ферменты мышечной ткани, в том числе и некоторые из лизосомальных. Эти протеазы осуществляют частичный гидролиз белков

мышечной ткани рыб, нарушая полипептидную структуру и "подготавливая" белки к последующему воздействию протеолитических ферментов внутренних органов рыб.

Если выдвинутое положение достаточно приближается к истинному процессу, то возникает вопрос о степени влияния протеаз мышечной ткани на белки и о факторах, определяющих глубину этого влияния. Возвращаясь к положению, выдвинутому В.И.Шендерюком (1976) об определяющей роли субстрата в процессах протеолиза соленых рыб разного вида, можно на основании выдвинутой Т.Н.Слущкой гипотезы предположить, что эта определяющая роль состоит в различной степени предварительного протеолиза белков разных рыб и, следовательно, подготовленности для действия протеаз внутренних органов. Таким образом, Т.Н. Слущкая считает, что решающую роль в процессах протеолиза белков рыб играют ферменты мышечной ткани рыб, осуществляющие первый этап протеолиза; глубина этого процесса будет зависеть от их активности.

Список литературы

1. Воскресенский Н.А. Посол, копчение и сушка рыбы. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 561 с.
2. Воскресенский Н.А. Основы технологии посола, копчения и сушки рыбы. – М.: Гизмедпищпром, 1953. – 182 с.
3. Дутова Е.Н., Гофтарш М.М. Применения гамма-радиации при производстве пресервов // рыб. Хоз-во.- 1971. - № 10.
4. Левиева Л.С. Оценка способности сельдевых рыб к созреванию // Рыб. хоз-во. – 1964б. - № 4. – С. 69 – 70.
5. Лисовая В.П. Исследование процесса приготовления пресервов из океанических рыб и изыскание способов улучшения их качества: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1980. – 25с.
6. Миндер Л.П. Коэффициент просаливания рыбы // Рыб. хоз-во. – 1954. - № 7. – С. 58 – 60.
7. Миндер Л.П. Некоторые вопросы теории посола рыбы // Тр. ПИНРО. – 1962. – Т. 13 – С. 5 – 9.
8. Нейрат П., Бейли К. Белки. – М.: Иностранная лит-ра, 1958. – 844 с.
9. Никитин Б.П. Рыбные продукты. – М.: Пищ. пром-сть, 1968. – 211 с.
10. Слущкая Т.Н. Созревание соленых рыб // Рыб. хоз-во. – 1988. - № 7. – С. 57 – 60.
11. Пивоварова Г.Н., Колонтаева В.Н. Пресервы из кильки черноморской в различных заливках и соусах //Рыб. хоз-во. – 1982. - № 9. – С. 64 – 67.
12. Соловей В.Е. Сорина И.И. Пресервы из активно питающейся мойвы // Рыб. хоз-во. – 1982. - № 4. – С. 74 – 75.

13. Турпаев М.И. Технология рыбных продуктов. – М.: Пищепромиздат, 1940. – 271 с.
14. Черников М.П. Некоторые вопросы теории действия протеиназ //Успехи соврем. биол. – 1956. – Т. 42, № 1. – С. 3 – 18.
15. Шендерюк В.И. Производство слабосоленой рыбы. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 172 с.

Способ культивирования баренцевоморской трески в прибрежных районах Западного и Восточного Мурмана

Анохина В.С. (МТГУ, кафедра биохимии)

Abstract. There is given the brief description of a way rearing wild Barents cod in coastal waters of Western and East Murman of Russia.

Треска является потенциально-перспективным объектом морского рыбоводства на Мурмане. Для нее характерны большая плодовитость (до 12 млн. икринок), высокий темп роста, широкие адаптационные возможности, хорошие вкусовые качества мяса, постоянный спрос на рынке. При длительном содержании в искусственных условиях треска активно питается.

Искусственное разведение морских гидробионтов, в том числе трески, имеет уже вековую историю. Технология доращивания в морских садках молоди трески из природных популяций получила широкое распространение в Норвегии. При доращивании треска быстро набирает вес и в период между путинами выгодно реализуется.

Природные условия Мурмана менее благоприятны для культивирования трески вследствие значительной изменчивости гидрологических параметров прибрежных вод и более суровых климатических условий прибрежных морских районов. Тем не менее, эти условия отвечают биологическим потребностям вида (Журавлёва, 1998; Анохина, 2000; 2002; 2005; 2006). Наши исследования показали, что треска Баренцева моря устойчива к лову и транспортировке, способна без больших потерь переносить продолжительное содержание в морских садках. Треска, выловленная в прибрежье и глубоководных районах моря, имела сходный характер адаптации к рыбоводному хозяйству.

В данной работе кратко излагается способ доращивания баренцевоморской трески *Cadus morhua* в прибрежных районах Западного и Восточного Мурмана.

Способ включает отлов дикой молоди трески и /или дикой отнерестившейся тощей трески промыслового размера щадящими орудиями лова, сортировку улова, транспортировку посадочного материала, отбраковку погибших и травмированных особей, акклимацию отобранных особей и последующее их размещение в производственно-выростные садки с целью доращивания трески до товарной кондиции.

Отлов дикой молоди трески массой до 1000 г и/или дикой отнерестившейся тощей трески промыслового размера рекомендуем осуществлять в прибрежных районах с учетом абиотических факторов в сроки, оптимальные для трески определенной массы. Проведенными нами исследованиями выявлены наиболее адекватные термические условия и показатели солёности воды для заготовки различного посадочного

материала с последующей акклимацией в прибрежных районах Баренцева моря.

При отлове каждой из размерно-возрастных групп посадочного материала трески рекомендуем соблюдать следующие условия:

- треска массой менее 400 г - в течение всего года, исключая периоды с отрицательной температурой воздуха от -4°C и ниже;
- треска массой 400-800 г - в прибрежье, предпочтительно в период с мая-июня до конца сентября месяца;
- треска массой 800 г и более - в период с марта-апреля до июля-августа месяца, при температуре морской воды не ниже $+1^{\circ}\text{C}$, температуре воздуха – не ниже -6°C , солёности поверхностных вод не менее 27;
- дикой отнерестившейся тощей трески промыслового размера преимущественно поздней весной.

Заготовка посадочного материала в прибрежной зоне на относительно небольших глубинах до 60-100 м позволяет максимально снизить потери (смертность) и сроки адаптации рыбы. Опыт показал, что при скорости траления не более 2.5-3.0 узлов и скорости подъема рыбы из глубины на поверхность не более 9 м/мин, рыба успевает достаточно хорошо адаптироваться к смене давления, (не травмируется плавательный пузырь, не повреждаются глаза).

Заготовленную рыбу транспортируют к месту постоянного обитания при условии обеспечения постоянной регулируемой проточности морской воды из расчета полной смены воды не менее, чем за 15 мин, соотношения рыба : вода не более чем 2:1 – 1:1, соотношения длин молоди в одной живорыбной емкости не более 1:1.5, а также постоянного контроля за состоянием рыбы с незамедлительным удалением снулых и уснувших особей. Рекомендуемое время транспортировки – не более 6 часов, плотность посадки в транспортировочной ёмкости от 25 до 100 кг/м³.

Сокращение срока транспортировки положительно сказывается на качестве посадочного материала и снижает затраты на его заготовку.

Треску, доставленную к месту культивирования, переливают в сортировально-транспортное проточное средство (прорезь), доставляют отдельными партиями к адаптационному садку, сортируют по качеству, массе и размеру. Однородные группы рыб помещают на акклимацию в адаптационные садки. По завершении периода акклимации, который продолжается 2-4 недели, треску переводят в производственно-выростные садки для выращивания.

Адаптационные садки, в которых треска содержится в период акклимации, размещают ниже по течению на расстоянии не менее 50 м от производственно-выростных садков.

Рекомендуемая минимальная высота подводной части сетного полотна адаптационных садков – до 8 м, производственно-выростных садков – не менее 5 м. Минимальное расстояние между сетным полотном и дном водоема - не менее 2-х высот высоты подводной части сетного

полотна садков. Соблюдение этого правила позволяет минимизировать случаи заболевания трески вследствие ухудшения условий их содержания из-за загрязнения среды обитания отходами жизнедеятельности рыб.

Для доращивания трески рекомендуем один из трёх нижеследующих циклов:

- за 24 месяца от массы менее 400 г до массы не более 3 кг;
- за 18 месяцев от массы 400-800 г до массы от 3 кг и более;
- за 12 месяцев от массы 800 г и более до 4 кг и более.

Оптимальная плотность посадки при зарыблении производственно-выростных садков составляет 10-15 кг/м³. Перед забоем плотность посадки может быть увеличена до 20-30 кг/м³.

Нами установлено, что в условиях побережья Мурмана увеличение биомассы баренцевоморской трески связано с увеличением термального прироста на единицу веса. Прогнозируемый рост трески в зависимости от температуры воды рекомендуем рассчитывать по формуле:

$$Y = 0,62 + 0,11 X, \text{ где}$$

Y – прирост (г) на один градусодень;

X – весовая категория рыб, кг.

Кормовой коэффициент при кормлении разносортной кормовой рыбой колеблется от 1,4 в весенне-летний и осенний периоды, до 2,6 в зимний период.

При соблюдении указанных здесь рекомендаций, рыбоводных и санитарных норм содержания рыб в морских садках, смертность трески в период основного выращивания не превышает 5 %.

Использование предлагаемого способа позволяет с минимальными потерями адаптировать и доращивать в морских садках дикую треску, доставленную с районов промысла. По нашим расчётам тресковые хозяйства с объемом производства товарной рыбы более 600 т в год достигают рентабельности до 43%.

Экспериментальное изучение биохимического состава молоди атлантического лосося Кольского полуострова

Анохина В.С., Похольченко Л.А. (МТГУ, кафедра биохимии)

Abstract. There are presented preliminary results of research of biochemical structure cultivated and "wild" young generation *Salmo salar* of Kola Peninsula

Атлантический лосось, семга (*Salmo salar* L.) - наиболее ценный представитель ихтиофауны Кольского полуострова. Во всем мире рассматривается как часть национального достояния. Мировые запасы лосося испытывают глубокую депрессию (Anon., 2005). В реках Кольского полуострова численность лосося сохраняется на достаточно стабильном уровне. С 1988 года при управлении запасами атлантического лосося рек Кольского полуострова используется принцип «осторожного подхода», снижается промысловая нагрузка на популяции атлантического лосося благодаря развитию рекреационного рыболовства (Зубченко, 2006). Коммерческие уловы атлантического лосося в реках и прибрежных морских районах Кольского полуострова в конце прошлого столетия составляли около 100 т, в 2005 г. объём промышленного вылова сёмги на прибрежных тонях Белого моря едва превысил 42 т, промышленный лов атлантического лосося в реках Мурманской области в последние годы не осуществляется. Репродуктивный потенциал лососевых рек региона позволяет при определенных условиях довести промысловый вылов сёмги до 1-1,5 тыс. т (Зубченко, 2005).

В настоящее время на 3 рыбоводных заводах Мурманской области ведётся деятельность по воспроизводству атлантического лосося. Культивируемый лосось имеет все характерные признаки вида *Salmo salar* L., однако отличается от «дикого» лосося рядом параметров и свойств, приобретенных в процессе отбора. При разведении лосося необходимо стремиться к сохранению всего присущего виду генетического и экологического разнообразия, поскольку культивируемый атлантический лосось оказывает заметное влияние на генофонды его «диких» популяций (Алтухов, 1981). Например, у «диких» и заводских производителей лосося установлены различия по характеру миграций, соотношению самок и самцов, возрастной структуре, размерам и массе рыб (Зубченко, 2003).

Отслеживание тенденций в изменении количественных и качественных характеристик атлантического лосося из разных рек, в том числе биохимических, является важной частью мониторинга и необходимым условием сохранения генофонда популяции, её субпопуляционной структуры.

Многолетние исследования отечественных авторов позволили описать популяционные морфометрические параметры и биологические

свойства, характерные для сёмги крупнейших рек Кольского полуострова (Зубченко, 2006). Вместе с тем, чрезвычайно скудны сведения о химическом составе частей тела сёмги, практически не освещены в отечественной литературе вопросы биохимического статуса сёмги разных популяций. В конце 90-х годов исследования в этом направлении проводили в ПИНРО (Лебская и др., 1998), однако комплексные исследования химического состава и биохимических свойств «дикой» и культивируемой молоди атлантического лосося далеки от завершения.

Важнейшие из приобретенных свойств обусловлены изменениями на генетическом уровне, подконтрольными, в свою очередь, пространственно-временному развитию метаболических процессов. Развитие метаболических процессов и передача информации на уровне организма рыб осуществляется разными путями, но всегда с участием материальных переносчиков биохимической природы. По биохимическому статусу рыб можно с большой степенью достоверности судить о глубине протекающих при этом физиологических процессов.

В случае существенных изменений жизненно важных факторов, например, типа и состава питания, экологического состояния окружающей среды, при смене места обитания, текущие метаболические процессы настраиваются и отвечают стратегической задаче максимального выживания организма. Необходимым шагом на пути углублённого исследования метаболических путей у гидробионтов, подверженных экологическому воздействию, является изучение особенностей их биохимического состава.

В 2005-2006 г.г. на кафедре МГТУ выполнили серию экспериментов с целью сравнительного изучения химического состава молоди сёмги р. Йоканьга Кольского полуострова и заводской молоди, выращенной на двух рыбободных заводах Мурманской области.

Образцы мышечной ткани исследовали на содержание альбуминов, глобулинов, миозина, каротиноидов, макроэргов. Изучали аминокислотный состав мышечной ткани заводской молоди лосося. Для определения содержания связанных аминокислот использовали модифицированный метод жидкостной хроматографии.

Выявлены существенные различия количественных показателей химического состава молоди сёмги разного происхождения. Полученные результаты обсуждаются.

Игровая зависимость: причины, развитие, последствия

Баранок Н.В. (МГТУ, кафедра биохимии)

Abstract. The problem of people's dependence on game is considered in this article. The different factors of risk, the pathology, the behavior are considered here.

Введение. Сведения об игровой зависимости можно встретить ещё в трудах психиатров позапрошлого века.

Гораздо раньше, чем Россия с этой проблемой столкнулась Америка, первый автомат «однорукий бандит» появился там ещё в 1895 году.

По международной классификации болезней игровая зависимость (игромания, гемблинг) относится к расстройствам поведения, однако существуют основания приравнивать зависимость от азартных игр к наркологическим заболеваниям: выраженное влечение к игре, рост толерантности (переносимости) к игре, асоциальность (выпадение из общества).

В Москве по разным данным от 50000 до 300000 патологических игроков.

Для Мурманска нет такой статистики, но по опыту работы видно, что патология эта растёт.

Причины развития игровой зависимости.

Факторы риска:

- Наследственность, отягощённая наркоманией, игроманией, психическими заболеваниями близких родственников
- Условия воспитания
- Особенности личности, расстройства личности
- Наличие других наркологических заболеваний

Что касается наследственности, то существует ген, ответственный за транспорт серотонина (вещества центральной нервной системы, связанного с процессом получения удовольствия). Доказано, что с нарушениями на уровне этого гена связаны навязчивые формы поведения.

Если говорить об особенностях личности и поведения, свойственного людям, имеющим большой риск развития патологической игровой зависимости, то для них часто характерно:

1. Более высокий уровень интеллекта (IQ в среднем 120), чем в популяции.

2. Патологические игроки оказываются, как правило «трудоголиками», отличающимися высокими профессиональными достижениями.

3. Себя они часто описывают в крайних категориях — либо как очень хороших, либо как очень плохих, но почти поголовно отмечают

присущий им высокий уровень внутренней энергии, которую «порой просто некуда девать».

4. Для личности патологических игроков характерным является избегание тяжелых конфликтов с помощью лжи, преувеличения и искажения фактов. Они обычно чрезмерно критичны к своим супругам, друзьям и членам семьи. Таким лицам свойственны авантюризм и риск в делах.

5. Характерные особенности имеются у них в коммуникативной сфере: при неформальном общении они часто скучают среди людей или склонны продолжать свою деловую активность после работы с помощью телефонных переговоров.

6. Игроки, как правило, являются хорошими организаторами, но плохими исполнителями. В силу этого они инициируют различные проекты, но редко доводят их до конца.

7. Азартные игроки обычно не занимают денег, пока у них имеется какое-то их количество, но если занимают — то делают это в максимально возможных количествах и с нарастающей частотой. Вообще игроки считают, что деньги надо тратить, а не копить. Они предпочитают иметь деньги наличными, а не в виде чеков или кредитных карточек.

8. Игра является для них наиболее привлекательным способом получения удовольствия и релаксации, которые, правда, в процессе развития игровой зависимости угасают.

Конечно, всё вышеуказанное характерно для взрослых пациентов с игровой зависимостью, подростки — игроманы чаще всего дополняют игрой другую наркологическую патологию или имеют психические расстройства.

Финские учёные классифицируют патологических игроков следующим образом:

1. Люди с другими наркологическими пристрастиями (наркоманы, алкоголики)
2. Лица, ранее лечившиеся от психических расстройств
3. Одинокие люди
4. Профессиональные игроки
5. Лица без сопутствующей патологии, являющиеся «чистыми» игроками

Американская классификация

1. «Боевые» игроки (играющие для получения острых ощущений)
2. Люди, бегущие от реальности

Типичный американский игрок — мужчина, афроамериканец, в возрасте 30 – 33 года, имеющий проблемы с законом и безработный.

Игроки в Москве: 1/3 злоупотребляет алкоголем или наркотиками, 50% имеют крупные долги, проблемы на работе.

Возраст начала игры самый разные, здесь нет чёткой закономерности: от 14 до 40 лет и выше. Половина играет в автоматы,

оставшаяся часть в рулетку, казино, но при отсутствии денег тоже играет в автоматы.

Как развивается зависимость?

Если игровую зависимость разделить на стадии, то сначала возникает интерес к азартным играм, затем – увлечённость игрой и только потом - игровая зависимость.

10 критериев игроков

1. Озабоченность игрой
2. Привычка
3. Потеря контроля
4. Эмоциональные сдвиги
5. Побег от проблем
6. Погоня за удачей
7. Ложь
8. Правонарушения
9. Проблемы в семье
10. Проблемы на работе

Если из этих критериев для игрока характерны 4, то это человек, у которого формируется интерес к игре, если 5-6, то это «проблемный игрок», 7-8 – игроман.

Почему люди играют в азартные игры на деньги?

Причины игры:

1. Азарт
2. Необъяснимое возбуждение, вызываемое игрой
3. Алчность
4. Скука
5. Необходимый атрибут социального статуса
6. Сексуальное удовольствие
7. Тренировка памяти
8. Игра с судьбой
9. Стремление доказать удачливость
10. Убежище для праздного ума

Здесь мы сталкиваемся с распространенными иллюзиями игрока.

1. Сначала у каждого есть надежда (твердая уверенность) на крупный выигрыш, который, якобы, разом решит все их жизненные проблемы. Иллюзия крупного выигрыша - это изначальная, наиболее стойкая иллюзия. Близка к ней иллюзия возможности зарабатывать игрой (это именно иллюзия, т.к. сальдо игроков с зависимостью всегда отрицательно), а также иллюзия возможности уйти с крупным выигрышем.

2. Затем (когда уже есть большой, непосильный долг) желание отыграться одним ударом («Не за то отец сына бил, что он играл, а за то, что отыгрывался») и тем самым полностью, сразу погасить долг.

3. Иллюзорная псевдовозможность управления игровой ситуацией и процессом игры (вплоть до безумного желания обыграть сами автоматы, а

- через них - и даже владельцев казино и автоматов). Это наблюдается даже у играющих администраторов залов игровых автоматов и старших менеджеров казино. Эта иллюзия резко усиливается азартом, фанатизмом, упрямством игроков, бессонницей, плохим питанием и плохим (ночным) освещением, длительным временем игры, особым состоянием сознания у игроков с «коридорным», суженным мышлением, неадекватной оценкой себя (переоценка собственной личности с большим самомнением) и ситуации (недооценка ее).

4. Иллюзии контроля своего игрового поведения, своей активности, в частности, психоэмоционального состояния.

5. Иллюзорное восприятие характера игры (элементы индивидуализации, персонификации, олицетворения, одушевления, отождествления, присвоения, вплоть до полного овладения объектом зависимости; иллюзия «игры с партнером», чаще - враждебным).

6. Игровое фантазирование как иллюзия суррогатного возмещения игры в период абстиненции, т.е. воздержания от игры, когда она по разным причинам невозможна (нет денег, автомата и т.д.). Игра подменяет для игрока реальную жизнь, а игровое фантазирование замещает игру (во сне и наяву в номерах машин, в груде помидоров игроку видятся «счастливые», призовые комбинации цифр, изображений). Любая зависимость сродни навязчивостям.

7. Иллюзия возможности предвидения и контроля последствий игры. Каковы отдаленные последствия игры?

1. Неизбежность конечного проигрыша для большинства (если бы в самом начале игрового стажа игрок мог бы знать, сколько он всего и в целом проиграет), если не для всех.

2. Большой долг, дамокловым мечом висящий над игроком.

3. Разлады и распад семьи, ее обнищание (т.к. закладываются и продаются вещи из дома).

4. Потеря друзей и знакомых. Игрок опускается, деградирует, не следит за собой, теряет работу.

Его психика изнурена непрерывными переходами от надежд, иллюзий к сокрушительным разочарованиям, постоянной чередой выигрышей и проигрышей. Настроение постоянно резко колеблется от неоправданной эйфории до крайнего пессимизма.

Список литературы

1. Зайцев В.В. Патологическая склонность к азартным играм – новая проблема российской психиатрии, Социальная и клиническая психиатрия. – 2000.

2. Мак-Вильямс Н. Психоаналитическая диагностика – Москва: «Класс», 1998.

3. Акопов А.Ю. Психотерапевтический метод контрадиктивной стимуляции, лечение игровой зависимости, Санкт – Петербург, 2004.

Остеопороз. Факторы, влияющие на возникновение и развитие

Билан Л.С. (МГТУ, кафедра биохимии, e-mail: bilan_lidiya@mail.ru)

Abstract. Osteoporosis is the disease of skeleton, which is characterized by the decrease of bone-tissue mass and destruction of bone's microstructure. The factors of osteoporosis risk are: age, earlier menses pause, low level of sex hormones, genetic factors, low body mass, decrease of physical activity, low adjustment of calcium in food, calciferol, use a lot of coffee, alcohol, smoking, taking some medicines.

Остеопороз - системное заболевание скелета, характеризующееся снижением массы костной ткани и нарушением микроархитектоники кости. Кости становятся более хрупкими, что приводит к увеличению степени риска возникновения переломов. Потеря костной массы происходит исподволь и зачастую диагностируется только после уже случившегося осложнения - перелома позвоночника, шейки бедра или других отделов скелета.

Остеопороз протекает длительно и поражает значительную часть населения. По значимости проблем ранней диагностики, лечения и профилактики остеопороз в настоящее время, по данным ВОЗ, занимает среди неинфекционных заболеваний четвертое место после болезней сердечно-сосудистой системы, онкологической патологии и сахарного диабета. Это обусловлено его широкой распространенностью, многофакторной природой, частой инвалидизации больных, а в ряде случаев смертностью в результате переломов проксимальных отделов бедренной кости (шейки бедра). По мнению ряда исследователей, это заболевание, особенно в развитых странах, приобрело характер «безмолвной эпидемии». Причиняя немалые страдания, инвалидизируя людей, нередко приводя к смертельному исходу, остеопороз становится чрезвычайно важной социально - экономической проблемой.

Наиболее распространенными видами остеопороза являются постменопаузальный (климактерический) и сенильный (старческий), на долю которых приходится до 85% всех метаболических (связанных с нарушением обмена веществ в тканях) заболеваний скелета. Проводимые за рубежом последние 20 лет широкомасштабные исследования в области остеопороза посвящены в основном этим его видам.

По мере увеличения продолжительности жизни риск развития остеопороза и переломов возрастает. Ежегодно среди лиц старше 45 лет происходит около 1,3 млн. переломов костей вследствие остеопороза. При этом наиболее часты переломы позвонков.

По данным НЦАГиП РАМН, частота первичного остеопороза в развитых странах составляет 25-40%. К 70-летнему возрасту 40% женщин

имеют в анамнезе не менее одного перелома, обусловленного остеопорозом. Среди жительниц г. Москвы остеопороз поясничных позвонков в популяции женщин 50 и более лет выявлен у 23,6%. Частота же костных переломов у женщин 50-54 лет возрастает в 4-7 раз в сравнении с мужчинами аналогичного возраста (Рожинская).

Остеопороз - медленно развивающееся заболевание с длительным латентным периодом. Как правило, клинически он проявляется уже при наличии переломов, сопровождающихся болевым синдромом. У части больных заболевание протекает бессимптомно и диагноз ставят, заметив при плановом рентгенологическом обследовании по поводу другого заболевания костные изменения (демнерализацию), снижение высоты тел позвонков или их клиновидную деформацию.

Настораживающими в плане развития остеопороза могут быть следующие признаки: уменьшение роста; если стала «круглой» спина; изменилась фигура: уменьшился рост и появился «выступающий» живот; эпизоды болей в спине, связанные либо с неловкими движениями, либо с поднятием тяжести; утомляемость и ноющие боли в спине после вынужденного пребывания в одном положении или ходьбы (Guthrie с соавт.).

Хрупкость костей и падение - две наиболее важные причины, приводящие к остеопоретическим переломам. На возникновение и развитие остеопороза могут оказать влияние многие факторы, как окружающей среды, так и самого организма, но воздействие некоторых из них окончательно не доказано.

Низкая минеральная плотность костей скелета и увеличение потери костной массы в перименопаузе по данным денситометрии - факторы риска развития остеопороза. Помимо этого, к факторам риска развития остеопоретических переломов относятся: возраст женщины; ранняя естественная или хирургическая менопауза (удаление или частичное удаление значительной части ткани яичников); низкий уровень половых гормонов (эстрогенов, тестостерона); генетическая предрасположенность; низкая масса тела или рост; снижение физической активности; низкий уровень витамина D; уменьшение поступления кальция с пищей; злоупотребление кофе, алкоголем; курение; применение некоторых лекарственных средств (кортикостероидов, противосудорожных препаратов).

Также играют важную роль особенности гинекологического анамнеза женщины: роды, кормление грудью, позднее менархе (становление менструальной функции), нарушения менструального цикла (Охтырская Т. А., Садикова Н. В).

Большинство исследований показывает, что плотность костной ткани в большей степени зависит от числа лет, прошедших после менопаузы, и в меньшей степени от хронологического возраста женщины. Женщины, с ранней менопаузой, имеют более низкую плотность костной ткани по сравнению с их ровесницами, у которых менопауза наступила в обычные

сроки. По данным некоторых американских исследователей, различия в плотности костной ткани у женщин с ранней и нормальной менопаузой после достижения возраста 74 лет стираются. Но условия проведения этих исследований имеют определенные недостатки, и в настоящее время большинство ученых придерживается мнения о том, что ранняя менопауза является фактором риска остеопороза.

Результаты различных исследований показали, что вес и рост влияют на изменение массы костной ткани. Но однозначно еще не установлено, какой из параметров человеческого тела наиболее важен для женщин в пре-, пери- и постменопаузе.

Вопрос влияния физической активности на состояние костей скелета изучался очень широко. Первое очевидное доказательство взаимосвязи между этими двумя факторами было получено из отчета об остеопеническом (приводящим к снижению минеральной плотности костной ткани) влиянии невесомости и гиподинамии на космонавтов. Не вызывает сомнений тот факт, что физическая активность влияет на формирование костей скелета в детском и юношеском возрасте.

Было доказано, что минеральный состав костей увеличивается под воздействием физических упражнений в периоде роста и развития, а также при регулярных физических нагрузках в зрелом возрасте. Неподвижный образ жизни, иммобилизация (обездвиживание) ведут к быстрой потере костной массы.

Результаты исследований взаимосвязи между диетой богатой кальцием в периоде постменопаузы и состоянием костной массы разноречивы. Среди американских ученых существуют мнения как о положительном влиянии, так и об отсутствии связи между диетой, богатой кальцием, и остеопорозом.

Для правильного усвоения кальция в кишечнике необходимы активные метаболиты витамина D (кальцитриол, холекальциферол, эргокальциферол), недостаток которых также может приводить к развитию остеопороза. Низкий уровень витамина D в организме может быть вызван нарушением его синтеза, недостаточным содержанием в пищевом рационе, ограниченным пребыванием на солнце.

Большинство ученых считает, что избыточное употребление кофе приводит к уменьшению содержания кальция в организме за счет увеличения выделения с мочой и соответственно выступает в роли фактора риска развития остеопороза. Однако окончательных доказательств этого факта еще нет. Небезынтересен тот факт, что плотность костей, вероятно, не страдает, если при постоянном употреблении кофе выпивать ежедневно не менее стакана молока.

Неблагоприятный эффект воздействия курения на костную массу вероятно опосредуется через изменение обмена эстрогенов; образование эстрогенов в организме уменьшается. Высказываются мнения, что низкая масса тела курящих женщин, а также прямое или опосредованное влияние никотина на костную резорбцию является одной из причин негативного

эффекта курения на костную массу. Также доказано, что курение является предрасполагающим фактором ранней менопаузы.

Мнения ученых о влиянии употребления умеренного количества алкоголя на плотность костной ткани расходятся.

Если говорить об алкоголизме, то у части больных развитие остеопороза может быть вызвано нарушением всасывания и пристеночного переваривания в кишечнике, а также влиянием на уровень регулирующих костный обмен гормонов.

Список литературы

1. Risk Factors for Osteoporosis. - Janet R. Guthrie, MSc, Dip Ed, PhD, Lorraine Dennerstein, AO, MBBS, PhD, FRANZP, DPM and John D. Wark, MBBS, PhD, FRACP [Medscape Women's Health 5(4), 2000. . 2000 Medscape, Inc.]

2. Охтырская Т. А., Садикова Н. В. Обзорная статья по остеопорозу и менопаузе. [http:// www. osteoporosis.ru](http://www.osteoporosis.ru)

3. Рожинская Л.Я. Основные принципы и перспективы профилактики и лечения остеопороза. Вып.1, 1998.

Необходимость коррекции влияния окружающей среды на иммунный статус детского населения Карелии

Доршакова Н.В., Карапетян Т.А., Денисевич Е.П., Масюк В.С.
(г. Петрозаводск, Петрозаводский государственный университет,
кафедра семейной медицины, e-mail: grigoreva@psu.karelia.ru)

In the article results of complex medico-ecological research of children of the younger and senior school age living in areas of Republic Karelia with various antropotechnogenic pollution and climate conditions are resumed. Key words: immunity, pollutants, climate.

В последние годы все большее значение приобретают исследования, касающиеся состояния здоровья детей, так как эта часть популяции наиболее чувствительна к влиянию различных экологических факторов и представляет интеллектуальный и трудовой потенциал России. Иммунологическая реактивность является наиболее лабильной функцией организма, изменяющейся под влиянием многих агентов и эти изменения проявляются гораздо раньше, чем развиваются клинические выраженные признаки заболевания (1, 3, 5).

Материалы и методы. Проведено комплексное медико-экологическое исследование 1695 учащихся Республики Карелия (РК) 7-10 и 14-17 лет, родившихся и постоянно проживающих в экологически чистом Олонецком районе, и в г. Питкяранта и Сегежском районе, на территориях которых функционируют предприятия целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП) и Надвоицкий алюминиевый завод (НАЗ) в последнем. Изучены и оценены: качество среды жизнедеятельности и иммунологическая резистентность организма ребенка (общее количество лимфоцитов; уровень Т- и В-клеток; содержание иммуноглобулинов А, М, G по Manchini крови). Статистический анализ включал получение описательных данных, сравнительный анализ проводился с помощью критерия Стьюдента. Корреляционный анализ выполняли с применением критерия хи-квадрат для определения влияния уровня загрязнения окружающей среды на изучаемые показатели (6).

Результаты исследования. Для климата Карелии характерны большая изменчивость метеозаэlements (температуры воздуха, барометрического давления и весового содержания кислорода) в сочетании с высокой влажностью, превалированием отрицательных температур в течение года, частыми длительными туманами, сильными ветрами, естественной недостаточностью ультрафиолета. Погодные условия в Олонецком районе и г. Питкяранта определяются циклонической деятельностью, которая способствует интенсивному обмену теплого и холодного воздуха, транспортировке влаги с океанов на материк. Воздушные массы, приходящие с Атлантики зимой приносят снегопады и

оттепели, а летом – дождливую и ветреную погоду. Сегежский район расположен в центральной части РК и для него характерны большое влияние Арктических воздушных масс и черты континентального климата. Нами также проанализированы производственные поллютанты в атмосфере исследуемых регионов (табл. 1).

Таблица 1.

Показатели выбросов поллютантов в районах РК в тоннах

Поллютант	Олонецкий район	г. Питкяранта	Сегежский район
Сероводород	-	164,04	670,5
Метилмеркаптан	-	80,1	6,95
Диметилсульфид	-	10,7	162,1
Диметилдисульфид	-	21,7	238,26
Сернистый ангидрид	638,8	28,37	7211,6
Оксиды азота	40,95	478,89	646,09

Кроме того, на территорию регионов приносится 30% загрязняющих атмосферу примесей из стран Западной Европы и Скандинавии (2). Т.о., на состояние здоровья детского населения РК оказывает влияние комплекс факторов окружающей среды. В этом исследовании мы сделали акцент на климатогеографический и техногенное загрязнение атмосферы.

Неблагоприятные демографические процессы в нашем обществе сопровождаются резким ухудшением состояния здоровья детей и подростков. Скрининговое исследование проводилось нами с целью распределения детей и подростков на 1, 2 и 3 группы здоровья (ГЗ). Для детей 7-10 лет около половины, составившей 1 ГЗ, проживало в г. Питкяранта (55,4%), тогда как в Олонецком и Сегежском районах по 38,7% и 35,9% соответственно. Наибольшее число детей 2 ГЗ было в Олонецком (55,5%) и Сегежском районах (55,2%), при наименьшем количестве в г. Питкяранта – 40,5%. Детей 3 ГЗ, имеющих хронические заболевания (на момент обследования в состоянии компенсации), в Сегежском районе проживает 8,9%, в г. Питкяранта 4,1% и в Олонецком районе 5,8%. Для подростков 14-17 лет во всех трех территориях закономерно уменьшено количество обследованных, составивших 1 ГЗ: в г. Питкяранта их уже 46,2%, в Олонецком районе 34,2% и в Сегежском 31,9%. Подобная закономерность отмечена и для 2 ГЗ, особенно для г. Питкяранта (27,8%); в Сегежском районе в этой группе было 46,1% обследованных и в Олонецком – 52,7%. Для всех трех территорий увеличивается число респондентов, входящих в 3 ГЗ: в г. Питкяранта – 26,0%, в Сегежском районе – 22,0% и в Олонецком – 13,1%.

Основной характеристикой функционального потенциала иммунной системы является состояние баланса либо дисбаланса, определяемое ее способностью к саморегуляции, что не может быть оценено с помощью общепринятого подхода к трактовке иммунограмм. Наиболее значимым

критерием баланса является связанность параметров, которая известными методами может быть рассчитана на популяционном уровне. Эта задача реализована в виде схемы обследования, разработанной коллективом авторов под руководством Р.В. Петрова (1984, 1990). Предложенные методические рекомендации и были учтены при выполнении данной работы.

Общее содержание лимфоцитов снижено во всех возрастных группах и группах здоровья, при этом степень лимфопении тем выше, чем младше ребенок. Для детей младшего школьного возраста 1 ГЗ определено достоверно более высокое содержание лимфоцитов в г. Питкяранта – $29,5 \pm 1,5$ (%) и Сегежском районе – $30,6 \pm 2,0$ (%), чем в Олонецком районе – $24,1 \pm 1,5$ (%) при $p < 0,001$. Подобная тенденция имеет место и во 2 ГЗ: в Олонецком районе – $22,8 \pm 1,2$ (%) и г. Питкяранта – $25,8 \pm 1,2$ (%) ($p < 0,01$), а в Сегежском районе – $28,3 \pm 1,1$ (%) при уровнях значимости $p < 0,001$ в сравнении с Олонецким районом и $p < 0,01$ – с г. Питкяранта. Критерий хи-квадрат показал корреляционные взаимосвязи между уровнем загрязнения территорий и содержанием лимфоцитов в периферической крови для 1 ГЗ и 2 ГЗ детей младшего школьного возраста при $p < 0,001$. Для 3 ГЗ у детей 7-10 лет достоверных различий по критериям Стьюдента и хи-квадрат не получено. Для детей старшего школьного возраста 1 ГЗ получено достоверно большее количество лимфоцитов в Сегежском районе – $30,2 \pm 1,3$ (%), чем в Олонецком – $26,7 \pm 2,2$ (%) ($p < 0,01$). Критерий хи-квадрат показал корреляционные взаимосвязи между уровнем загрязнения территорий и содержанием лимфоцитов для 14-17 летних 1 ГЗ ($p < 0,01$). Уровень Т-лимфоцитов среди младшего школьного возраста 1 ГЗ выше в г. Питкяранта – $63,2 \pm 1,5$ (%), чем в Сегежском – $56,2 \pm 1,8$ (%) и Олонецком – $58,1 \pm 1,5$ (%) районах при $p < 0,001$. Во 2 ГЗ уровень Т-лимфоцитов выше в Олонецком районе $54,0 \pm 1,6$ (%) и г. Питкяранта – $55,2 \pm 1,1$ (%), чем в Сегежском районе при $p < 0,001$. Для 3 ГЗ у детей 7-10 лет выявлено достоверно более высокое содержание Т-клеток в г. Питкяранта – $55,1 \pm 3,4$ (%), чем в Сегежском районе – $49,4 \pm 3,7$ (%) ($p < 0,05$). Критерий хи-квадрат показал корреляционные взаимосвязи между уровнем загрязнения территорий и содержанием Т-лимфоцитов в периферической крови для 1 ГЗ и 2 ГЗ детей младшего школьного возраста при $p < 0,001$. Для 3 ГЗ у детей 7-10 лет достоверных различий по критерию хи-квадрат не получено. У подростков 14-17 лет 1 ГЗ Олонецкого района мы обнаружили снижение Т-лимфоцитов – $54,2 \pm 2,1$ (%), тогда как в г. Питкяранта – $60,2 \pm 1,7$ (%) и Сегежском районе – $60,0 \pm 1,6$ (%) – соответствует норме ($p < 0,001$). Подобная тенденция и уровень значимости выявлены и у детей 2 ГЗ этого возраста. В 3 ГЗ в районах с повышенной техногенной нагрузкой содержание Т-клеток выше в г. Питкяранта – $55,5 \pm 1,4$ (%) и в Сегежском районе – $51,3 \pm 0,9$ (%), чем в Олонецком – $44,8 \pm 2,5$ (%) при $p < 0,001$. Критерий хи-квадрат показал корреляционные взаимосвязи между уровнем загрязнения территорий и содержанием Т-лимфоцитов в периферической крови для всех ГЗ детей старшего школьного возраста при

$p < 0,001$. Аналогичная ситуация имеет место в других регионах Севера. Так, по данным Щеголевой Л.С. и соавт. (2001) в Архангельской области дефицит Т-лимфоцитов регистрируется у детей в 40% случаев и во взрослом состоянии остается самым распространенным признаком иммунных нарушений. Уровень В-лимфоцитов у детей младшего школьного возраста 1 ГЗ выше в г. Питкяранта – $22,5 \pm 0,8$ (%), чем в Олонецком районе – $20,5 \pm 0,8$ (%) при $p < 0,001$ и Сегежском районе – $20,2 \pm 4,2$ (%) при $p < 0,05$, но во всех районах соответствуя физиологической норме. Во 2 ГЗ уровень В-клеток в Олонецком районе – $19,4 \pm 0,7$ (%) и г. Питкяранта – $19,4 \pm 0,5$ (%) – выше, чем в Сегежском – $16,7 \pm 0,8$ (%) при $p < 0,001$. В 3 ГЗ уровень В-клеток в Олонецком районе – $19,1 \pm 2,0$ (%) и г. Питкяранта – $19,5 \pm 1,4$ (%) – выше, чем в Сегежском – $16,2 \pm 1,3$ (%) при $p < 0,05$ и $p < 0,01$ соответственно. Критерий хи-квадрат показал корреляционные взаимосвязи между уровнем загрязнения территорий и содержанием В-лимфоцитов в периферической крови для всех ГЗ детей младшего школьного возраста при $p < 0,05$, $p < 0,001$ и $p < 0,05$ соответственно. Содержание В-клеток у подростков 1 ГЗ Олонецкого района – $17,2 \pm 0,8$ (%) умеренно снижено, по сравнению с нормальным содержанием в г. Питкяранта – $19,5 \pm 0,8$ (%) и в Сегежском районе – $20,5 \pm 0,6$ (%) при $p < 0,001$. Подобная тенденция имеет место во 2 ГЗ и 3 ГЗ. Так, во 2 ГЗ в Олонецком районе – $16,0 \pm 1,3$ (%), а в г. Питкяранта – $17,8 \pm 0,9$ (%) и в Сегежском районе – $18,4 \pm 0,5$ (%) при $p < 0,05$ и $p < 0,001$. В 3 ГЗ в Олонецком районе – $15,7 \pm 1,5$ (%), а в г. Питкяранта – $17,3 \pm 0,6$ (%) и в Сегежском районе – $17,2 \pm 0,5$ (%) при $p < 0,05$. Критерий хи-квадрат показал корреляционные взаимосвязи между уровнем загрязнения территорий и содержанием В-лимфоцитов в периферической крови для 1 ГЗ, 2 ГЗ и 3 ГЗ детей старшего школьного возраста при $p < 0,001$, $p < 0,01$ и $p < 0,05$ соответственно. Содержание IgA для 1 ГЗ у детей 7-10 лет из разных районов не имело достоверных различий по критерию Стьюдента. Во 2 ГЗ содержание IgA в Олонецком районе – $1,19 \pm 0,13$ (г/л) соответствует вариантам возрастных норм и снижено в г. Питкяранта – $0,96 \pm 0,10$ (г/л) и Сегежском районе – $0,98 \pm 0,07$ (г/л) при $p < 0,01$. В 3 ГЗ содержание IgA значительно выше в Олонецком районе – $1,51 \pm 0,14$ (г/л) по сравнению с Сегежским – $0,91 \pm 0,16$ (г/л) ($p < 0,001$). У детей младшего школьного возраста 2 ГЗ и 3 ГЗ имеется корреляционная взаимосвязь между уровнем загрязнения и содержанием IgA в периферической крови в исследованных районах ($p < 0,001$ и $p < 0,01$). Среди детей старшего школьного возраста в 1 ГЗ в Олонецком районе содержание IgA – $1,04 \pm 0,07$ (г/л) умеренно снижено по сравнению с г. Питкяранта – $1,75 \pm 0,22$ (г/л) ($p < 0,001$) и Сегежским районом – $1,18 \pm 0,07$ (г/л) ($p < 0,01$). Во 2 ГЗ в Олонецком районе значительно ниже содержание IgA – $0,76 \pm 0,08$ (г/л) и оно меньше, чем в Сегежском районе – $0,89 \pm 0,05$ (г/л) ($p < 0,01$) и г. Питкяранта – $1,23 \pm 0,18$ (г/л) ($p < 0,001$). В 3 ГЗ в Олонецком районе содержание IgA – $0,70 \pm 0,08$ (г/л) почти в 2 раза ниже, чем в г. Питкяранта – $1,35 \pm 0,35$ (г/л) ($p < 0,05$) и оно меньше, чем в Сегежском

районе – $0,79 \pm 0,05$ (г/л) ($p < 0,01$). У детей старшего школьного возраста всех трех ГЗ имеется корреляционная взаимосвязь между уровнем загрязнения и содержанием IgA в периферической крови в исследованных районах ($p < 0,001$). Содержание IgM у детей младшего школьного возраста 1 ГЗ соответствует норме в Олонецком районе – $1,28 \pm 0,14$ (г/л) и в г. Питкяранта – $0,92 \pm 0,07$ (г/л), а в Сегежском районе значительно снижено – $0,63 \pm 0,06$ (г/л) ($p < 0,001$). Во 2 ГЗ отмечена аналогичная тенденция: IgM в Олонецком районе – $1,19 \pm 0,13$ (г/л), в г. Питкяранта – $0,80 \pm 0,11$ (г/л) и Сегежском районе – $0,97 \pm 0,06$ (г/л) ($p < 0,001$). В 3 ГЗ в Олонецком районе содержание IgM – $1,02 \pm 0,38$ (г/л) значительно выше, чем в Сегежском – $0,65 \pm 0,10$ (г/л) ($p < 0,01$). У детей младшего школьного возраста всех трех ГЗ имеется корреляционная взаимосвязь между уровнем загрязнения и содержанием IgM в периферической крови в исследованных районах ($p < 0,001$; $p < 0,001$ и $p < 0,01$). У детей старшего школьного возраста содержание IgM снижено в Олонецком районе – $0,86 \pm 0,09$ (г/л), тогда как в г. Питкяранта – $1,12 \pm 0,15$ (г/л) и в Сегежском районе – $1,04 \pm 0,07$ (г/л) ($p < 0,01$) – соответствует вариантам нормы. Во 2 ГЗ достоверно более высокое содержание IgM выявлено в г. Питкяранта – $0,90 \pm 0,17$ (г/л) по сравнению с Сегежским районом – $0,70 \pm 0,04$ (г/л) ($p < 0,01$). В 3 ГЗ в Олонецком районе – $0,89 \pm 0,23$ (г/л) и г. Питкяранта – $0,89 \pm 0,08$ (г/л) содержание IgM значительно выше, чем в Сегежском районе – $0,62 \pm 0,04$ (г/л) ($p < 0,001$). У детей старшего школьного возраста всех трех ГЗ имеется корреляционная взаимосвязь между уровнем загрязнения и содержанием IgM в периферической крови в исследованных районах ($p < 0,001$; $p < 0,05$ и $p < 0,001$). Содержание IgG у детей младшего школьного возраста 1 ГЗ снижено в Олонецком районе – $7,36 \pm 0,94$ (г/л) по сравнению с г. Питкяранта – $10,72 \pm 0,54$ (г/л) и Сегежским районом – $9,67 \pm 0,46$ (г/л) ($p < 0,001$). Во 2 ГЗ уровень IgG в Олонецком районе – $8,89 \pm 1,05$ (г/л) и г. Питкяранта – $8,58 \pm 0,67$ (г/л) выше, чем в Сегежском районе – $7,41 \pm 0,39$ (г/л) ($p < 0,01$). В 3 ГЗ уровень IgG выше в г. Питкяранта – $8,31 \pm 1,08$ (г/л), чем в Сегежском районе – $6,87 \pm 0,41$ (г/л) ($p < 0,01$). У детей младшего школьного возраста 1 ГЗ и 2 ГЗ имеется корреляционная взаимосвязь между уровнем загрязнения и содержанием IgG в периферической крови в исследованных районах ($p < 0,001$). У детей старшего школьного возраста 1 ГЗ содержание IgG выше в г. Питкяранта – $12,34 \pm 0,91$ (г/л) и Сегежском районе – $10,57 \pm 0,54$ (г/л), чем в Олонецком районе – $9,53 \pm 0,52$ (г/л) ($p < 0,001$ и $p < 0,01$). Имеется достоверное различие между детьми 1 ГЗ г. Питкяранта и Сегежским районом, равное $p < 0,001$. Во 2 ГЗ уровень также выше в г. Питкяранта – $9,27 \pm 1,16$ (г/л) и Сегежском районе – $8,10 \pm 0,36$ (г/л), чем в Олонецком районе – $7,35 \pm 0,48$ (г/л) ($p < 0,01$ и $p < 0,05$). Достоверно различие между детьми 2 ГЗ г. Питкяранта и Сегежского района ($p < 0,05$). В 3 ГЗ уровень IgG выше в г. Питкяранте – $9,31 \pm 0,73$ (г/л), чем в Сегежском – $7,45 \pm 0,22$ (г/л) и Олонецком – $7,30 \pm 0,43$ (г/л) районах ($p < 0,001$). У детей старшего школьного возраста всех трех ГЗ имеется корреляционная взаимосвязь между уровнем загрязнения и содержанием

IgG в периферической крови в исследованных районах ($p < 0,001$). При характеристике иммунограмм в исследованных регионах Карелии мы обратили внимание на достаточно высокие показатели специфических факторов иммунной защиты у детей г. Питкяранта. Вероятно, это связано с несколько повышенным гамма-фоном в этой местности, оказывающим стимулирующее действие на иммунную систему. В течение ряда лет было опубликовано много работ, в которых предполагается, что малые дозы облучения приводят к увеличению продолжительности жизни (4). В 1983 году Хикли с соавторами назвали данный процесс гормезисом и предположили, что это связано со стимуляцией активности ДНК и других процессов восстановления.

Обсуждение полученных результатов. Таким образом, у детей, проживающих в различных экологических условиях РК, происходит изменение иммунного статуса организма с различной степенью направленности. Значимость нарушений увеличивается у часто болеющих детей, страдающих различными функциональными нарушениями, а также имеющих в анамнезе хронические заболевания. Эти изменения зависят, прежде всего, от среды обитания. Выявленные нарушения иммунного статуса требуют дифференцированной коррекции, учитывающей определенное в исследовании негативное влияние факторов окружающей среды. Исследования поддержаны грантом РГНФ.

Список литературы

1. Вельтищев Ю.Е. Проблемы экопатологии детского возраста – иммунологические аспекты / Ю.Е. Вельтищев // Педиатрия. – 1991. – №12. – С. 74-80.
2. Доршакова Н.В. Качество окружающей среды и здоровье человека в условиях Карелии. / Н.В. Доршакова. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1997. – 204 с.
3. Зайцева Н.В. Экология и здоровье детей Пермского региона. / Н.В. Зайцева, Н.И. Аверьянова, И.П. Корюкина. – Пермь, 1997. – 147 с.
4. Кеирим-Маркус И.Б. Новые сведения о действии на людей малой дозы ионизирующего излучения – кризис господствующей концепции регламентации облучения? / И.Б. Кеирим-Маркус // Атомная энергия. – 1995. – Т.79., № 4. – С. 279-285.
5. Коньшина Л.Г. Факторы, влияющие на заболеваемость дошкольников города Орска / Л.Г. Коньшина, А.Н. Вараксин, В.Н. Шершнев и др. // Гигиена и санитария. – 2002. – № 2. – С. 52-54.
6. Крамер Г. Математические методы статистики. / Крамер Г. – М.: Мир, 1975. – 648 с.

Состояние мембранозависимых процессов и микроэлементный гомеостаз у больных внебольничной пневмонией в Карелии

Карапетян Т.А. (г. Петрозаводск, Петрозаводский государственный университет, кафедра семейной медицины, grigoreva@psu.karelia.ru)

The condition of membrane-dependent processes and a microelement homeostasis of healthy and community-acquired pneumonia inhabitants of the Republic of Karelia is investigated. It has been determined the correlational dependence of lipids' peroxidation processes and antioxidant system on maintenance Cu, Mn, Cd, Pb, Li in an organism.

Есть убедительные данные о том, что состояние перекисного окисления липидов (ПОЛ) является важнейшим звеном в процессе адаптации организма к условиям окружающей среды, а его нарушения представляют элементы патогенеза при самой разнообразной патологии: остром инфаркте миокарда, миокардитах, эмфиземе легких, бронхиальной астме и др. Недостаточная обеспеченность организма необходимыми микроэлементами (МЭ), нарушения их гомеостаза приводит к снижению уровня защиты от свободных радикалов и активизации процессов ПОЛ с повреждением клеточных мембран (1, 2, 3, 4, 7). Причем само состояние клеточных мембран, их проницаемость, состояние рецепторного аппарата клетки также во многом определяется особенностями элементного статуса, взаимодействиями между макро- и микроэлементами.

Материалы и методы. Состояние ПОЛ и антиоксидантной защиты организма (АОЗ) исследовалось у 160 здоровых доноров и 150 больных внебольничной пневмонией без сопутствующей патологии в дебюте заболевания с различным объемом поражения легочной ткани: сегментарным, долевым и билобарным (по 50 человек соответственно). Состояние ПОЛ оценивали по содержанию малонового диальдегида (МДА), уровень которого определяли с использованием тиобарбитуровой кислоты (Андреева Л. И. и соавт., 1988). Результаты выражались в мкмоль/л. Анализ эффективности антиоксидантных ферментов проводили по содержанию супероксиддисмутазы (СОД), активность которой оценивалась по степени ингибирования восстановления нитросинего тетразолия в присутствии восстановленного НАД и феназинметасульфата (Дубинина Е. Е. и соавт., 1983) и выражалась в единицах активности (на мл эритроцитов). Женщины в исследование не включались по рекомендации ВОЗ из-за возможной гормональной нестабильности. Для определения МЭ в цельной крови использовался атомно-абсорбционный спектрометр с электротермической атомизацией «МГА-915». Методика основана на резонансном поглощении света свободными атомами металлов, возникающем при пропускании света через слой атомного пара в

графитовой печи атомизатора. Изучены массовые концентрации (МК) девяти МЭ: свинца – Pb, марганца – Mn, меди – Cu, кадмия – Cd, железа – Fe, кобальта – Co, магния – Mg, цинка – Zn и лития – Li. Результаты выражены в мг/л. Всего обследовано 67 человек: 32 больных с внебольничной пневмонией (с сегментарным, долевым и билобарным поражением легочной ткани – 16, 11 и 10 человек соответственно) и 35 здоровых доноров. В качестве материала для исследования использовалась цельная венозная кровь. Все обследуемые не принимали препаратов и биологически активных добавок, содержащих какие-либо антиоксиданты, витамины, макро- и микроэлементы. Так как состояние мембранозависимых процессов и микроэлементный гомеостаз зависят от возраста, при отборе обследуемых и составлении сравниваемых групп учитывался возрастной критерий. В исследование были включены только уроженцы Карелии или лица, длительно проживающие в республике.

Результаты исследования и их обсуждение. Мы изучили особенности ПОЛ – АОЗ у здоровых доноров – постоянных жителей г. Петрозаводска (160 человек) в сравнении с жителями других, более южных регионов (табл. 1).

Таблица 1.

Состояние ПОЛ и СОД у здоровых жителей г. Петрозаводска и г. Полтавы (Украина)

Показатели	Здоровые доноры, г. Петрозаводск (n=160)	Здоровые доноры, г. Полтава (n=60)
МДА, мкмоль/мг	9,9 ± 0,3*	8,9 ± 0,4
СОД, ЕА/мл	0,9 ± 0,1	1,08 ± 0,1

* – статистически достоверное различие при сравнении ($p < 0,05$)

Согласно нашим результатам, у здоровых лиц, постоянно проживающих

в г. Петрозаводске, имеет место достоверное повышение активности системы ПОЛ, так как количество конечного продукта ПОЛ – МДА – выше, чем у доноров г. Полтава (Украина). Отмечается также некоторое снижение активности СОД для петрозаводчан, но это различие недостоверно. При проведении сравнительного анализа нами учитывался тот факт, что состояние ПОЛ и АОЗ зависит от разной обеспеченности витаминами (С, А, Е) в зависимости от времени года. Здоровые доноры в Карелии обследованы в тот же летне-осенний период, что и доноры территории, взятой для сравнения. Вывод об активации свободнорадикального перекисного окисления липидов и снижении АОЗ у здоровых жителей г. Петрозаводска, вытекающий из результатов проведенного исследования, представляется нам очень важным, так как этот феномен может лежать в основе более легкого и быстрого возникновения и развития разнообразной патологии, как острого, так и хронического характера. Несомненно, что существующие особенности

микроэлементного гомеостаза, играют в этом значительную роль. С целью определения имеющих место взаимосвязей нами проведен корреляционный анализ между уровнем МДА и активностью СОД с одной стороны и массовыми концентрациями МК с другой у 35 здоровых лиц мужского пола. Оказалось, что высокие и значимые коэффициенты прямой корреляции существуют между активностью СОД и Mn ($r = 0,58$); выраженная обратная зависимость установлена для СОД и Pb ($r = -0,62$). Проведенный корреляционный анализ выявил прямую корреляцию между содержанием МДА и Cd ($r = 0,53$) и обратную между уровнем МДА и Li ($r = -0,30$). Интересен тот факт, что при этом МК Mn, Cd и Pb у здоровых жителей г. Петрозаводска соответствуют существующим нормативам, а Li - нет (превосходят нормальные значения). Таким образом, существующие региональные особенности микроэлементного гомеостаза отражаются и на состоянии процессов ПОЛ – АОЗ у здоровых жителей г. Петрозаводска.

На сегодняшний день участие оксидативного стресса в патогенезе пневмонии можно считать доказанным. Это определяется и анатомическими особенностями легких, и их огромной поверхностью, соприкасающейся с внешней средой. При внебольничной пневмонии свободнорадикальной атаке при активации ПОЛ подвергаются различные образования клеток, прежде всего – фосфолипидные мембраны. Результатом чрезмерного ПОЛ является дисбаланс между эластазой и антиэластазами: инактивируются ферменты, необходимые для синтеза эластина, что приводит к протеолитическому разрушению легочного каркаса. Возможно прямое воздействие активных форм кислорода на цепи полипептидов соединительнотканного остова легких (5). Усиление СРО тучных клеток и выделение в связи с этим биологически активных веществ, характеризующихся привлечением в очаг нейтрофилов и макрофагов, приводит к усугублению тяжести воспалительного процесса в легких. Установлено, что любое лейкоцитзависимое повреждение тканей опосредуется активными метаболитами кислорода. Интересным представляется исследование состояния ПОЛ – АОЗ у больных внебольничной пневмонией мужского пола в зависимости от объема поражения легочной ткани с целью определения необходимости подключения к терапии антиоксидантных средств. Содержание МДА и активность СОД изучены у больных с сегментарным, долевым и билобарным воспалением легких – по 50 (33,3%) соответственно. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Состояние ПОЛ и АОО у больных внебольничной пневмонией с различным объемом поражения легочной ткани

Показатели	Больные внебольничной пневмонией			Контрольная группа, здоровые доноры, (n=160)
	сегментарное воспаление, (n=50)	долевое воспаление, (n=50)	билобарное воспаление, (n=50)	
МДА, мкмоль/мг	11,1±0,1*	13,4±0,2*	15,6±0,1*	9,9±0,3
СОД, ЕА/мл	0,71±0,2*	0,60±0,3*	0,52±0,2*	0,9±0,1

* – статистически достоверное различие при сравнении с контрольной группой ($p < 0,05$)

Нами обнаружено, что у больных внебольничной пневмонией с различным объемом поражения легочной ткани по сравнению со здоровыми лицами происходит существенная, статистически достоверная интенсификация перекисного окисления липидов (содержание конечного продукта ПОЛ – МДА достоверно выше) при усугублении снижения антиоксидантной защиты организма (активность СОД достоверно ниже), что подтверждает участие свободно-радикальных процессов в патогенезе внебольничного воспаления в легочной ткани. Необходимо отметить, что степень процессов пероксидации при параллельном истощении активности антиоксидантного фермента нарастает по мере увеличения объема поражения легочной ткани. Так, минимальный уровень МДА среди больных был у пациентов с сегментарной пневмонией, несколько выше – при долевым процессе и самый высокий – у пациентов с билобарным воспалением легких (статистически достоверно, $p < 0,05$). Активность СОД, наоборот, снижалась, при этом статистически достоверно ($p < 0,05$) различалась у больных с сегментарной и билобарной пневмонией. Учитывая зависимость функционирования антиоксидантных металлоферментов (марганец- и медь-цинк-зависимой СОД) от оптимальной обеспеченности организма МЭ (Cu, Mn, Zn), входящими в активные центры, и антагонизм токсичных микрометаллов (Cd, Pb) в их отношении (6), мы провели корреляционный анализ между содержанием МДА и активностью СОД с одной стороны и МК девяти МЭ у больных внебольничной пневмонией с другой. Оказалось, что прямая корреляционная зависимость существует между уровнем активности СОД и Cu ($r = 0,41$), а также между СОД и Mn ($r = 0,61$), причем в этом случае она выше, чем у здоровых лиц; обратная зависимость установлена между степенью активности СОД и Pb ($r = -0,47$), но она носит менее тесный характер, чем у здоровых лиц. Содержание МДА обратно коррелирует с массовой концентрацией Li ($r = -0,69$), а прямая корреляция установлена нами между его уровнем и Cd ($r = 0,75$). Интересен тот факт, что для больных внебольничной пневмонией по сравнению со здоровыми лицами коэффициент корреляции между содержанием этого конечного продукта ПОЛ

с одной стороны и массовыми концентрациями Li и Cd с другой значительно выше.

Роль Mn и Cu в антирадикальной защите считается одной из важнейших наряду с селеном и традиционными антиоксидантами-витаминами А, С и Е. Это подтверждается и результатами проведенных нами исследований у больных внебольничной пневмонией, когда активность важнейшего фермента антирадикальной системы – СОД – была связана с уровнем содержания данных элементов в организме человека. Такой микроэлемент, как Cd не принимает участия в процессах образования МДА непосредственно, напрямую. Однако он обладает свойством блокировать АОЗ, способствуя развитию свободнорадикальной атаки, и, в связи с этим – образованию большего количества продуктов ПОЛ. Это иллюстрируют и полученные нами результаты, согласно которым выявлена прямая корреляционная зависимость между содержанием МДА и массовой концентрацией Cd при внебольничной пневмонии. Наоборот, Li снижает уровень ПОЛ, поэтому его повышенные МК у больных амбулаторной пневмонией в какой-то мере тормозят свободнорадикальные процессы, таким образом уменьшая образование МДА. Результаты нашего исследования согласуются с данными литературы, демонстрирующими, что при пневмонии происходит активация ПОЛ и снижение АОЗ, как результат срыва нормального функционирования систем антирадикальной обеспеченности организма.

Данная ситуация требует выработки комплекса мероприятий, направленных на развитие упреждающей, текущей и восстанавливающей коррекции выявленных нарушений. К их числу могут быть отнесены рекомендации по обогащению рациона питания здоровых жителей региона Mn- и Li-содержащими продуктами, прежде всего – доступными большинству населения (овсяные хлопья; крупы; мука ржаная и пшеничная; горох; укроп; свекла), которые являются основными источниками Mn и овощами (томаты, бобовые, листовые зеленые овощи) и зерновыми – источниками Li в условиях Севера. Лечение пациентов с внебольничной пневмонией должно также проводиться на фоне рациональной диетотерапии, основанной на употреблении этих богатых необходимыми для нормализации АОЗ микроэлементами продуктов. Кроме того, согласно полученным нами данным, необходимо включение в рацион и Cu-содержащих компонентов пищи (огурцы; печень; фундук; какао). Здоровым и больным внебольничной пневмонией необходимо рекомендовать к употреблению еще и те продукты, в состав которых входят микроэлементы - антагонисты Pb и Cd, прежде всего – Cu, а также Fe, Zn и Se. Высокий уровень пероксидации липидов и дефицит АОЗ у здоровых жителей региона служит обоснованием для дополнительного профилактического приема антиоксидантов и витаминно-минеральных комплексов, включающих в свой состав, помимо традиционных антиокислителей и Mn («Витрум плюс», «Теравит» и др.), для которого установлена прямая корреляция с активностью антиоксидантного фермента

СОД. Усугубление процессов ПОЛ у больных внебольничной пневмонией и еще более глубокий дефицит АОЗ могут служить показаниями для обязательного включения в комплексную терапию препаратов, содержащих в своем составе антиоксиданты в сочетании не только с Mn, но и с Cu («Мультифит», «Кобидек» и др.), содержание которой, как показало наше исследование, коррелирует с активностью СОД только в группе больных лиц.

Список литературы

1. Авдеев, С.Н. Тяжелая внебольничная пневмония / С.Н. Авдеев, А.Г. Чучалин // Русский медицинский журнал – 2001. – Т. 9, №5 – С. 177-181.
2. Бабенко, Г.А. Микроэлементозы человека: патогенез, профилактика, лечение / Г.А. Бабенко // Микроэлементы в медицине. – 2000. – Т.2, вып.1. – С.2-5.
3. Барашков, Г.К. Микроэлементы в теории и практике медицины / Г.К. Барашков, Л.И. Зайцева // Врач. – 2004. – №10. – С.45-48.
4. Величковский, Б.Т. Молекулярные и клеточные основы экологической пульмонологии / Б.Т. Величковский // Пульмонология. – 2000. – №3. – С.10-18.
5. Величковский, Б.Т. Свободнорадикальное окисление как звено срочной и долговременной адаптации организма к факторам окружающей среды / Б.Т. Величковский // Вестник РАМН. – 2001. – №6. – С.45-51.
6. Владимиров, Ю.А. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах / Ю.А. Владимиров, А.И. Агарков – М.: Наука, 1972. – 210 с.
7. Оксидантный и антиоксидантный статус больных хроническим бронхитом и пневмонией / Г.В. Трубников [и др.] // Пульмонология. – 2002. – №4. С. 37-40.

Питание и настроение

Ключко Е. В. (МГТУ, кафедра биохимии)

Abstract. Usual food may influence frame of mind of people. Irregular nutrition may be a reason of irresolute frame of mind. The nutrition is the strong ally of man at strife against depression. It's necessary to remember that the nutrition and our health are dependent on from us only.

Современный человек, по мнению специалистов, является главным виновником своих болезней. Несмотря на то, что у организма имеется достаточно большой запас прочности, здоровье может быть разрушено физической бездеятельностью или чрезмерными эмоциональными либо интеллектуальными нагрузками, массированным загрязнением среды обитания различными химическими компонентами, злоупотреблением алкоголем и никотином.

Питание является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье населения. Правильное питание обеспечивает нормальный рост и развитие детей, способствует профилактике заболеваний, продлению жизни, повышению работоспособности и создает условия для адекватной адаптации к окружающей среде (Покровский В.И., 2002).

Обычная пища может оказывать сильное влияние на настроение людей. Связь между пищей и настроением сложна: недостаточность определенных веществ, непереносимость или аллергические реакции, уровень глюкозы в крови – все эти факторы могут влиять на состояние психики человека. Из пищевых компонентов мозг производит сильнодействующие вещества, называемые нейромедиаторами. Как правило, нейромедиаторы образуются из строительных кирпичиков белков — аминокислот. Исследования показали, что на синтез и высвобождение нейромедиаторов могут влиять некоторые виды пищи. Следовательно, теоретически диета влияет на самочувствие и поведение человека.

Аминокислота триптофан, содержащаяся в белковой пище, например, в мясе, молоке, яйцах, служит исходным веществом для синтеза нейромедиатора с успокаивающим действием — серотонина. Он регулирует нормальный сон, контролирует некоторые формы депрессии.

Считается, что пища, богатая углеводами (сахарами, крахмалом), способствует повышению уровня серотонина в мозгу и делает человека более спокойным. Шоколад способен поднять настроение, действуя как антидепрессант. В какао-бобах содержится фенилэтиламин – вещество, выделяемое мозгом при эмоциональном подъеме. Шоколад, кроме того, содержит стимуляторы теобромин и кофеин, которые придают бодрость.

Пища, богатая углеводами, может успокоить и вызвать сон при усталости. Утреннюю раздражительность врачи связывают с понижением уровня сахара в крови и рекомендуют съесть что-нибудь,

богатое углеводами: сладкую кашу, чай с сахаром, сладкие хлопья (Гутельян В.А, 2003).

Некоторые витамины группы В также влияют на настроение. При неполноценном питании возникает недостаток витамина В₁₂ и тиамин. К богатым источникам этих витаминов относятся бобовые, яйца, рыба, орехи, крупы из цельного зерна, молочные продукты, птица и пивные дрожжи. Витамин В₆ облегчает течение предменструального синдрома у женщин. Недостаток этого витамина ведет к ощущению тревоги и нервному напряжению, раздражительности, слезливости. К хорошим пищевым источникам витамина В₆ относятся пивные дрожжи, пророщенная пшеница, овсяные хлопья, печень и бананы.

Независимо от состава, любое нерегулярное питание часто становится причиной неустойчивого настроения.

Именно, тогда, когда необходима сбалансированная диета, люди, страдающие депрессией, игнорируют потребности организма. Одни при этом совершенно теряют аппетит, другие начинают объедаться, злоупотреблять сладостями. В результате организм страдает от дисбаланса или недостатка пищевых веществ, в частности, витаминов группы В и С, а также кальция, меди, железа, магния и калия. Питание людей, страдающих депрессией должно содержать достаточное количество злаковых, круп и бобовых, нежирного мяса, печени, почек и других субпродуктов, жирной рыбы и яиц. Регулярное употребление этих продуктов обеспечит организм витаминами группы В, железом, калием, магнием, медью и цинком, свежие овощи и фрукты – витамином С. Зеленые листовые овощи повысят уровень кальция, магния и железа, сухофрукты – калия и железа. Нежирные молочные продукты снабдят организм хорошо усвояемым кальцием.

Слишком большое количество кофеина (более четырех чашек кофе или шести чашек чая в день) может привести к обострению депрессии. Так как кофеин влияет на сон, а бессонница является одним из распространенных симптомов депрессии, не следует пить кофе или чай на ночь.

При приеме антидепрессантов, в состав которых входит моноаминоксидаза, следует избегать употребления продуктов, содержащих большое количество тирамина. К ним относятся различные виды алкогольных напитков – ликеры, крепленые вина, вермуты, пиво; плавленые и выдержанные твердые сыры; говяжья и куриная печень, салями, мясные консервы, соевый соус, дрожжи, селедка и лососина. Необходимо также ограничить потребление бананов, авокадо, инжира, шоколада, продуктов, содержащих ваниль, какао, напитков, содержащих колу, кофе.

Сочетание тирамина с компонентами антидепрессантов и транквилизаторов может привести к головной боли, носовым кровотечениям, сильному сердцебиению.

Мы живем в беспокойном мире и если не хотим позволить стрессам разрушить нашу жизнь и здоровье, то должны принимать меры для устранения их вредных последствий.

Мощным союзником в борьбе человека со стрессами является питание. При стрессовых ситуациях определенные вещества в организме расходуются ускоренными темпами: повышается потребность в витаминах группы В – для оздоровления центральной нервной системы; витамине С и цинке – для восстановления иммунной защиты от болезней. Эти дополнительные потребности можно удовлетворить, включив в рацион продукты из «антистрессовой кладовой»: грецкие орехи, черную смородину, брокколи, зеленую фасоль, апельсины, дыни, картофель, хлеб из непросеянной муки, мясо, яйца.

Можно повысить энергетический уровень и уменьшить вызываемое стрессом ощущение усталости, включив в рацион сложные углеводы, такие, как: хлеб с отрубями, макаронные изделия, рис, картофель. Очень важно есть не спеша, в спокойной обстановке, тщательно пережевывая пищу и получая от еды удовольствие – независимо от того, насколько плотен и интенсивен график нашего дня. И следует помнить, что чрезмерное потребление кофе и чая скорее усиливает тревогу и беспокойство, чем снимает их. Сигареты и алкогольные напитки также плохие защитники от стресса.

Гормон стресса (адреналин) вызывает повышение кровяного давления и заставляет учащенно биться сердце. При длительных стрессовых ситуациях повышается риск инфарктов, инсультов и других сердечно-сосудистых заболеваний в связи с усиленной циркуляцией жиров и холестерина в крови, более активно формируются тромбы. Именно в это время так необходима пища, выводящая холестерин из организма: пищевые волокна, жирные кислоты омега-3 и др.

В последнее время во многих исследованиях не раз указывалось на взаимосвязь характера питания и антисоциального поведения. Так, рафинированная пища с высоким содержанием сахара называется возможным фактором, провоцирующим агрессивность, гиперактивность и даже склонность к правонарушениям. В рационе питания с высоким содержанием рафинированной пищи содержится недостаточное количество хрома. При очистке сахара утрачивается значительное количество этого микроэлемента, находящегося в сахаре-сырце. Отсутствие хрома в питании снижает способность инсулина эффективно контролировать уровень глюкозы в крови. В результате возникают периоды гипогликемии, которые могут провоцировать агрессивное поведение, поскольку мозг в это время получает меньше обычной нормы глюкозы.

В рационе питания, богатом сахаром и рафинированной пищей, недостаточно содержание витаминов группы В. Исследования показали, что люди, получающие с несбалансированным рационом мало тиамина, проявляют повышенную агрессивность, импульсивность, неадекватно

реагируют на критику. Агрессивность может быть вызвана также чрезмерным употреблением чая, кофе, алкоголя.

Сегодня диетологи во всем мире признают, что питание необыкновенно важно для нашего здоровья. Оно, конечно, не может разрешить всех проблем современного человека. Однако питание является одним из условий полного здоровья в наше время, когда цивилизация внесла в жизнь множество разрушающих наш организм факторов, таких, например, как ионизирующее излучение, вредные промышленные отходы и выбросы, автомобильные выхлопные газы, загрязнение атмосферы и почвы. К этому следует добавить и наши собственные вредные привычки – недостаток движения (гипокинезия), курение, потребление алкоголя, высокие стрессовые нагрузки, недостаточность в рационе питания витаминов, минеральных и других, в том числе биологически активных веществ. Рациональное, здоровое питание обеспечивает жизнедеятельность и развитие человеческого организма, его физическую и умственную работоспособность, выносливость и высокую сопротивляемость воздействию отрицательных факторов внешней среды.

Необходимо всегда помнить, что наше питание и наше здоровье во многом зависят только от нас. Правильное питание должно ежедневно поставлять в организм девять основных составных частей суточного рациона человека – белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные соли, пищевые волокна и биологически активные вещества, воду.

Список литературы

1. Тутельян, В.А., Суханов Б.П., Гаппаров М.М.Г., Кудашева В.А. Питание в борьбе за выживание. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2003. – 448 с.
2. Покровский, В.И., Романенко, Г.А., Княжев, В.А. Политика здорового питания : Федеральный и региональный уровни. – Новосибирск : Сиб.унив. изд-во, 2002. – 344 с.
3. Ципоркина, И. 4 Группы крови – суперэффективные диеты. – СПб. : Питер, 2003. – 224 с.
4. Нечаев, А.П., Траубенберг, С.Е., Кочеткова, А.А. Пищевая химия, - СПб. : ГИОРД, 2001. – 592 с.

Причины и общие принципы развития аллергических реакций

Кривенко О. Г. (МГТУ, кафедра биохимии)

Abstract. The general principles of development of allergic reactions are resulted in clause. The reasons, the patophysiological reactions underlying allergic reactions, the basic clinical displays and principles of treatment are specified.

Аллергические заболевания в настоящее время широко распространены, постоянно растет их количество и тяжесть течения. Это связано, по-видимому, с загрязнением окружающей среды выхлопными газами, отходами промышленных предприятий, появлением в быту множества синтетических материалов, красителей и других веществ, которые являются аллергенами, а, следовательно, и способствуют распространению аллергических заболеваний. В возникновении аллергических реакций имеет значение влияние климатических факторов, наследственности, общесоматической патологии, характера питания и др.

Широкое и бесконтрольное использование лекарственных препаратов так же приводит к росту числа аллергических реакций.

Дополнительными предрасполагающими факторами могут служить различные стрессовые влияния и воздействия, патология нервной и эндокринной систем, хронические инфекционные процессы, менопауза, нарушения питания.

Вещества, способные вызвать аллергическую реакцию, называются аллергенами. Экзоаллергены попадают в организм из-вне. Они могут быть неинфекционного происхождения (пыльца растений, бытовая пыль, шерсть животных, пищевые продукты, лекарственные препараты) и инфекционного происхождения (вирусы, микроорганизмы, грибы, продукты их жизнедеятельности). Данные аллергены попадают в организм через дыхательные пути, пищеварительный тракт, кожу и слизистые оболочки.

Другие аллергены - эндоаллергены - собственные, но видоизмененные белки организма (аутоаллергены). Эндоаллергены могут быть первичными (естественные) - хрусталик, тиреоглобулин, которые в норме не вызывают иммунного ответа, а так же вторичными. Вторичные эндоаллергены образуются в организме при нарушениях обменных процессов под воздействием неинфекционных и инфекционных факторов (ожоги, охлаждения, ионизирующая радиация, микроорганизмы, вирусы, грибы и др.).

Повышенная чувствительность к лекарственным веществам часто возникает вследствие необоснованного применения одновременно нескольких препаратов, бесконтрольного и самостоятельного приема

антибиотиков пациентами, недостаточных знаний врачами фармакинетики лекарственного препарата.

Практически все лекарства могут вызывать аллергические реакции. В состав лекарственных препаратов (вакцины, сыворотки, иммуноглобулины) могут входить биологические молекулы животного или микробного происхождения. Данные вещества могут легко индуцировать иммунный ответ и аллергические реакции. В некоторых случаях простые химические молекулы небольшой молекулярной массы (гаптены)- не способны самостоятельно запускать иммунный ответ. Однако, соединяясь с макромолекулами-носителями организма, они модифицируют их, создавая высокоиммуногенные комплексы, которые индуцируют выработку антител, при этом специфичность иммунной реакции бывает направлена против гаптена, а не против его носителя.

На проявление аллергии к лекарствам оказывает влияние время года: во-первых, в связи с действием неблагоприятных факторов и обострением имеющихся или латентных заболеваний; во-вторых, из-за лекарственной профилактики сезонных обострений некоторых заболеваний.

Существуют и неясные связи между некоторыми заболеваниями и развитием аллергии к лекарствам:

- у больных с пиодермиями, кандидозами - к иодидам, бромидам, андрогенам;
- у больных с рецидивирующим герпесом - к салицилатам;
- гематологические заболевания предрасполагают к аллергии на соли золота, салицилаты, сульфаниламиды, барбитураты;
- опрелости, себорея, экзема - к солям золота, пенициллину, сульфаниламидам;
- частота лекарственной аллергии повышена у больных системной красной волчанкой.

Алкоголь и этанолсодержащие напитки усиливают проявление лекарственной аллергии несколькими путями:

1. Этанол усиливает всасывание многих лекарств как растворитель за счет повышения проницаемости слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта.

2. К примесям веществ, содержащихся в напитках (например, в винах), может возникать истинная сенсibilизация.

3. На продукты биотрансформации этанола - альдегиды, иногда развиваются псевдоаллергические реакции.

Клиническая картина аллергической реакции не зависит от химических и фармакологических свойств аллергена, его дозы и путей введения. Аллергическое воспаление регулируется нервной системой, и интенсивность его зависит от реактивности организма.

Итак, аллергия - это патологически повышенная и извращенная реакция организма на определенные субстанции антигенной природы, которые у нормальных индивидуумов не вызывают болезненных явлений.

Аллергические реакции развиваются, как правило, в сенсibilизированном или «подготовленном» организме.

Следует отметить, что многие вещества и пищевые добавки, принимаемые с пищей, могут сенсibilизировать организм. В пищевых продуктах (молоко, мясо) иногда содержатся лекарственные препараты. Некоторые компоненты пищи и пищевые добавки вызывают перекрестные аллергические реакции со сходными по структуре лекарствами. С другой стороны, пищевые продукты влияют на всасывание лекарств и тем самым могут усиливать или ослаблять их фармакологическое и аллергенное действие.

Сенсibilизация к лекарствам может возникнуть как форма химической аллергии в связи с использованием в быту и на производстве химических веществ, имеющих общие детерминанты с лекарствами. Например, пыльцевая аллергия может быть причиной лекарственной непереносимости

Аллергическая реакция на лекарства, как и на другие аллергены, всегда является вторичной иммунной реакцией и развивается уже в сенсibilизированном организме на повторный (третичный и т.д.) контакт с соответствующим препаратом. Степень сенсibilизации при новых контактах увеличивается в связи с нарастанием уровня антител и (или) клеточной сенсibilизации. Возникшая сенсibilизация к лекарству-аллергену разрешается при участии антител (реакциями немедленного типа) или иммунных Т-лимфоцитов (реакциями замедленного типа).

Выделившиеся в процессе реакции антиген - антитело медиаторы приводят к сокращению гладкой мускулатуры, усилению секреции бронхиальной слизи, увеличению сосудистой проницаемости, что определяет клинические проявления аллергических реакций.

Непосредственные условия, ведущие к возникновению лекарственной аллергии, зависят: 1) от организма, его предрасположенности к аллергии, наличия "аллергического статуса"; 2) от особенностей применения препарата, схем, длительности и пути введения лекарств; 3) от химической структуры препарата, его сенсibilизирующих свойств. Поэтому выделены основные причины развития аллергии на лекарства:

- наследственная, генная предрасположенность;
- наличие других видов аллергии (бактериальной, пищевой и др.);
- длительное применение больными (длительный профессиональный контакт у здоровых) лекарственных препаратов, особенно повторными курсами;
- применение депо-препаратов (например, бициллин);
- одновременное назначение большого числа лекарственных препаратов из разных групп, продукты метаболизма которых могут усиливать аллергенное действие друг друга;

- физико-химическая структура, высокая сенсibilизирующая активность препарата;
- вирусные инфекции и другие заболевания.

Главным патогенетическим механизмом лекарственной аллергии является повышенная иммунологическая реактивность (гиперчувствительность), выражающаяся в гиперпродукции отдельных факторов системы иммунитета: антител определенных классов (нередко Ig E), сенсibilизированных Т-лимфоцитов, интерлейкинов и других медиаторов, выделяемых лейкоцитами. Различают антитела:

- клеточные, фиксированные в клетках;
- анафилактические (агрессивные);
- блокирующие (блокируют аллергены, не вызывая аллергии);
- гуморальные или свободные (в крови);
- свидетели (не участвуют в реакции).

Аллергические реакции бывают немедленного, замедленного и смешанного типа. В патогенезе аллергических реакций немедленного типа различают три стадии: иммунологическую, патохимическую (биохимическую) и патофизиологическую (стадию функциональных и структурных нарушений).

1. **Иммунологическая стадия** начинается с контакта аллергена с организмом, результатом чего является сенсibilизация последнего, т.е. образование антител, способных взаимодействовать с аллергеном. Если к моменту образования антител аллерген удален из организма, никаких болезненных проявлений не происходит. Первое введение аллергена в организм оказывает сенсibilизирующее действие. При повторном воздействии аллергена в уже сенсibilизированном к нему организме образуется комплекс "антиген - антитело". Иными словами, в этой стадии на территории "шоковых тканей", органов происходит реакция антиген-антитело.

2. **Патохимическая стадия** характеризуется выделением биологически активных веществ (БАВ), медиаторов аллергии: гистамина, серотонина, брадикинина, ацетилхолина, гепарина, и других («шоковые яды»). Данный процесс происходит в результате аллергической альтерации комплексом антиген-антитело тканей, богатых тучными клетками (сосудов кожи, серозных оболочек, рыхлой соединительной ткани и др.). Вместе с тем происходит угнетение механизмов их инактивации, снижаются гистамино- и серотонинопектические свойства крови, уменьшается активность гистаминазы, холинэстеразы и др.

3. **Патофизиологическая стадия** является результатом действия «шоковых ядов» на ткани-эффекторы. Данная стадия характеризуется расстройством кровообращения, спазмом гладкой мускулатуры бронхов, кишечника, изменением состава сыворотки крови, нарушением ее свертываемости, цитолизом клеток и др.

В диагностике аллергических реакций важно выявить аллерген, его причинную связь с клиническими проявлениями и тип иммунологической реакции. Общепринятым является патогенетический принцип выделения 4 типов аллергических реакций.

Типы аллергических реакций.

1. **Аллергическая реакция I типа** (реакция немедленного типа). Она развивается с образованием антител, относящихся к классу Ig E и Ig G 4. Они фиксируются на тучных клетках и базофильных лейкоцитах. При соединении их с аллергеном из этих клеток выделяются медиаторы: гистамин, гепарин, серотонин, тромбоцитактивирующий фактор, простагландины, лейкотриены и др., определяющие клинику аллергической реакции немедленного типа (анафилактический шок, ангионевротический отек Квинке, крапивница). После контакта со специфическим аллергеном клинические проявления реакции возникают через 15-20 мин.

2. **Аллергическая реакция II типа** (цитотоксический тип). Тип характеризуется тем, что антитела образуются к клеткам тканей и представлены Ig G и Ig M. Этот тип реакции вызывается только антителами, способными активизировать комплемент. Антитела соединяются с видоизмененными клетками организма, что приводит к реакции активации комплемента, который также вызывает повреждение и разрушение клеток с последующим фагоцитозом и удалением их. Именно по цитотоксическому типу происходит развитие лекарственной аллергии.

3. **Аллергическая реакция III типа** (повреждение тканей иммунными комплексами). Возникает в результате образования циркулирующих иммунных комплексов, в состав которых входят Ig G и Ig M. Этот тип реакции является ведущим в развитии сывороточной болезни, аллергических альвеолитов, лекарственной и пищевой аллергии, при ряде аутоаллергических заболеваний (ревматоидный артрит и др.).

4. **Аллергическая реакция IV типа**, или аллергическая реакция замедленного типа (гиперчувствительность замедленного типа, клеточная гиперчувствительность).

При этом типе реакций роль антител выполняют сенсibilизированные Т-лимфоциты, имеющие на своих мембранах рецепторы, способные специфически взаимодействовать с сенсibilизирующими антигенами. Патогенез аллергических реакций замедленного типа обусловлен взаимодействием сенсibilизированных лимфоцитов со специфическим аллергеном. Образующиеся медиаторы клеточного иммунитета воздействуют на макрофаги, вовлекают их в процесс разрушения антигенов (микроорганизмов или чужеродных клеток), против которых сенсibilизированы лимфоциты. Клинически это проявляется развитием гиперергического воспаления: образуется клеточный инфильтрат, основу которого составляют лимфоциты и моноциты. Инфильтрация выражена вокруг малых кровеносных сосудов.

Реакции замедленного типа развиваются в сенсibilизированном организме через 24-48 часов после контакта с аллергеном. Клеточный тип реакции лежит в основе развития вирусных и бактериальных инфекций (туберкулез, сифилис, лепра, бруцеллез, туляремия), некоторых форм инфекционно-аллергической бронхиальной астмы, ринита, трансплантационного и противоопухолевого иммунитета.

Вышеуказанные типы аллергической реакций могут лежать в основе развития заболеваний, которые имеют различные клинические признаки.

Классификация заболеваний.

1. заболевания, связанные с реакцией гиперсенсibilизацией немедленного типа:

- анафилактический шок;
- ангионевротический отек Квинке;
- крапивница;

2. заболевания, связанные с реакцией гиперсенсibilизацией замедленного типа:

- фиксированные медикаментозные стоматиты;
- распространенные токсико-аллергические стоматиты (катаральный, катарально-геморрагический, эрозивно-язвенный, язвенно-некротический стоматиты, хейлиты, глосситы, гингивиты);

3. системные токсико-аллергические заболевания:

- болезнь Лайела;
- многоформная экссудативная эритема;
- синдром Стивенса-Джонсона;
- хронический рецидивирующий афтозный стоматит;
- синдром Бехчета;
- синдром Шегрена.

В лечении аллергии выделяют несколько ключевых моментов:

- Предотвращение контакта организма со специфическими аллергенами и неблагоприятными факторами окружающей среды.
- Лечение с использованием лекарственных препаратов.
- Десенсibilизация – снижение патологической чувствительности организма по отношению к тому или иному аллергену.
- Профилактические мероприятия.

Список литературы

1. Пыцкий В.И., Адреанова Н.В., Артамонова А.М. Аллергические реакции. М., Мед., 1984.

2. Желтков М.М., Сомов Б.Л. Аллергия к лекарственным веществам. М., Мед., 1999.

3. Медиаторы клеточного иммунитета и межклеточного взаимодействия.

4. Медуницын Н.В., Литвинов В.И., Морозов А.М., М., Мед., 1980.

5. Адо А.Д. Общая аллергология. М., Мед., 1978.

Способы самоочищения водоемов при загрязнении полиядерными ароматическими углеводородами

Лебедева А.С. («МГТУ», кафедра биохимии)

Abstract. Benzapiren with others PAC belongs to group of priority polluting substances. PAC possess expressed cancerogenic, teratogenic and mutagen properties. Processes of autopurification of reservoirs from PAC in conditions of the north are insufficiently studied.

Общеизвестно, что городские водоемы выступают в роли аккумуляторов загрязняющих веществ. Одними из основных загрязняющих компонентов являются нефтепродукты. Они попадают в воды города со стоками ливневой канализации, при таянии снежных покровов, из атмосферного воздуха.

Нефтепродукты, условно можно разделить на три основные фракции. Наиболее легкая часть – нефтяные углеводороды, большая их часть образует пленку на поверхности воды и затем, испаряется в атмосферу; тяжелые фракции, или смолы и асфальтены, которые, преимущественно оседают на дне водоема; а также средняя, наиболее растворимая в воде фракция, полиядерные ароматические углеводороды (ПАУ).

ПАУ это высокомолекулярные органические соединения, основным элементом структуры которых являются бензольные кольца. Они представляют собой кристаллические соединения (за исключение производных нафталина) с высокой температурой плавления (177 °С) и кипения (456 °С). Растворимость в воде ПАУ, невелика, и значительно изменяется от одного вещества к другому. Бенз(а)пирен, в ряду изученных ПАУ, имеет минимальную растворимость. Солевой состав не оказывает на нее заметного влияния (0,11 мкг/л в пресной воде, и 0,13 – в соленой). (1) При этом надо отметить, что растворимость ПАУ в воде растет в присутствии бензола, нефти и нефтепродуктов, детергентов и др. Чем больше этих веществ находиться в стоках и водоемах, тем больше токсичных и канцерогенных ПАУ может находиться в воде в растворенном состоянии (2).

Для ароматических углеводородов характерны реакции электрофильного замещения. В реакции присоединения они практически не вступают, что объясняется их электронным строением. То есть, ПАУ легко образуют нитро-, сульфо-, и галогенопроизводные, алкилзамещенные ПАУ и ароматические кетоны.

Ароматические углеводороды окисляются с образованием хинонов и карбоновых кислот. Канцерогенные ПАУ, в том числе и бенз(а)пирен, разрушаются под воздействием сильных

концентрированных кислот, токов высокой частоты, ультразвука, ультрафиолетового излучения. (3)

Бенз(а)пирен (3,4 – бензпирен) относится к классу полиядерных ароматических углеводородов (ПАУ), его молярная масса 252,32 г/моль. Это вещество является продуктом неполного сгорания (пиролиза) органических соединений, присутствует в продуктах переработки угля, нефти (тяжелые фракции), а также образуется в больших количествах при производстве алюминия.

Бенз(а)пирен, наряду с другими ПАУ относится к группе приоритетных загрязняющих веществ. ПАУ опасны тем, что, обладая трансформирующей активностью, они могут способствовать возникновению канцерогенных, тератогенных или мутагенных изменений в организмах. В зависимости от условий воздействия они могут вызывать мутагенез, тератогенез, ингибирование роста, ускорение старения, токсикогенез и нарушение работы иммунологических систем, что приводит как к нарушению индивидуального развития и изменению генофонда, так и к нежелательным отклонениям в ценозах. (3,4)

Во всех природных объектах ПАУ подвергаются различным химическим превращениям и биологической деградации.

Химические превращения включают фотоокисление, взаимодействие с оксидантами, термические реакции и др. Химическое разложение, преимущественно фотоокисление, является основным путем превращения ПАУ в атмосфере. Для более плотных сред, таких как почва, водная среда, растительные и животные организмы перимущественный способ самоочищения это, биологическая деградация.

Биологическая деградация связана с участием ПАУ в метаболизме микроорганизмов, а также растительных и животных организмов. Для микроорганизмов ПАУ являются источником энергии. Для растительных и животных организмов ПАУ, включаясь в обменные процессы, в ряде случаев являются исходными соединениями для синтеза биополимеров. (6)

Также, существуют такие физические процессы, как вымывание и выветривание. Наибольшую роль они играют для удаления ПАУ из почв и атмосферы.

Как говорилось ранее, важным путем выведения ПАУ из водной среды является биологическая деградация. Основная роль при этом отводится микроорганизмам.

Окисление микроорганизмами ароматических углеводородов является аэробным процессом, т.е. требует наличия молекулярного кислорода. При этом, считается, что энзиматическому расщеплению ароматического ядра предшествует дигидрооксилирование, то есть большинство бактерий расщепляет ароматическое кольцо именно через образование орто-диоксипроизводных. (6)

Проводились эксперименты (7), в которых изучалась способность микроорганизмов, обитающих в поверхностных водах разлагать некоторые ПАУ с образованием гидроксильных производных. При этом, в течение двух дней с момента начала эксперимента, естественной микрофлорой воды разрушалось до 60 % первоначального количества бенз(а)пирена, а через две недели – свыше 90 %.

Также установлено (6), что деструкция бенз(а)пирена под действием микроорганизмов происходит не только в воде, но и в донных отложениях, хотя, это более медленный процесс, через 6 месяцев от начала эксперимента осталось 35 % исходного количества бенз(а)пирена.

Что касается сточных вод, существуют данные (8), по которым микрофлора, характерная для них, способна разрушать до 40 % бенз(а)пирена.

Также определенную роль, в метаболизме бенз(а)пирена играют водные растения. Установлено (9), что зеленые и бурые водоросли способны аккумулировать 40-99 % исходного количества бенз(а)пирена. При этом, если зеленые водоросли, как правило включают ПАУ в свой метаболизм с образованием диолов, хинонов, фенолов, то бурые водоросли, аккумулируя эти вещества, практически не подвергают их изменениям.

Канцерогенные соединения, загрязняющие водоемы, сосредоточены, в основном, в поверхностном микрослое воды. Поэтому, в процессах самоочищения вод очень велика роль фотоокисления углеводородов под действием солнечного УФ-излучения. (10). При этом деструкция ПАУ зависит не только от интенсивности солнечной радиации, но в большой степени от свойств воды, т.е. мутности, цветности, температуры воды и от содержания в ней кислорода (11).

При фотоокислении бенз(а)пирена, в водоеме происходит накопление хинонов 3,4-бензпирена, которые затем образуют более крупные молекулы. В воде образуются внутренние перекиси, фотолиз которых приводит к разрыву алкильных цепей и колец, а также происходит накопление дионов.

Таким образом, в самоочищении водоемов, при попадании канцерогенных ПАУ, преимущественное значение имеет фотоокисление под действием УФ-излучения, разложение микроорганизмами и водными растениями. Проведенные данные актуальны для средних и южных областей России, в северных условиях, роль этих факторов в процессе деградации ПАУ требует дополнительного изучения.

Список литературы

1. Краснощекова, Р.Я., Пахапиль, Ю.А., Губергриц, М.Я. Растворимость полициклических ароматических углеводородов в воде. – Химия твердого топлива. 1977, № 2. - с. 133-136.

2. Ровинский, Ф.Я., Теплицкая, Т.А., Алексеева, Т.А. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. – Л. : Гидрометеиздат, 1988.
3. Клар, Э. Полициклические углеводороды. - М. : Химия, 1971, т. 1, 2.
4. Бенз-а-пирен. - серия «Научные обзоры советской литературы по токсичности и опасности химических веществ». – М. : МРПХВ, 1983, № 43. – 32 с.
5. Проблемы фитогигиены и охраны окружающей среды. - под ред. Э.И. Слепяна. – Л. : Наука, 1981. – 215 с
6. Угрехелидзе, Д.Ш. Метаболизм экзогенных алканов и ароматических углеводородов в растениях. – Тбилиси, Мецниереба, 1976. – 223 с.
7. Лембик, Ж.Л. О некоторых природных факторах декструкции бенз(а)пирена в пресноводных водоемах. - : Канцерогенные вещества в окружающей среде. – М.: 1979, с. 56-60
8. О разрушении микроорганизмами бенз(а)пирена в сточных водах. / М.Н. Поглазова, А.Я. Хесина, Г.Е. Федосеева, М.Н. Мейсель, Л.М. Шабад. - ДАН СССР, 1972, т. 204, № 1. - с. 222-225.
9. Шевчук, И. Реакционная способность полиаренов при фотоокислительной деградации. – Изв. АН ЭССР. Химия, 1986, т. 35, № 2, с. 128-133.
10. Деградация канцерогенных веществ в гидросфере. / М.Я. Губергриц, Л.П. Пальме, Р. Я. Краснощекова, К.А. Куйв. : Канцерогенные вещества в окружающей среде. М.6 Гидрометеиздат, 1979, с. 53-56.
11. Краснощекова, Р.Я., Губергриц, М.Я., Взаимосвязь реакционной способности и гидрофобности ПАУ. - :Реакционная способность органических соединений, 1976, т. 13, вып. 4(480). - с. 440-447.

Наследственные болезни, сцепленные с X-хромосомой

Леонова Ю. С. (г. Мурманск, Мурманский областной консультативно-диагностический центр, отделение медико-генетического консультирования отдела охраны здоровья женщин; e-mail: leyuliana@yandex.ru)

Hereditary diseases are pathological conditions characterizing by modifications of hereditary material. The main role of these alteration are violations of genes and chromosomes. Syndrome of Martin-Bell includes fragile chromosome. The manifestation of these disease are high growth, detention and violations of mental. Rett syndrome is characterize by morphological changes, delay of intelligent develop in age 4 months and 2.5 years)

Синдром умственной отсталости с ломкой X-хромосомой (синдром Мартина-Белл), Частота встречаемости синдрома среди мужского населения составляет 1:1000-1:1500; данные по встречаемости его среди женщин противоречивы. Лишь у 80% мужчин наблюдаются клинические признаки, остальные 20% — практически нормальные люди, однако они могут передавать болезнь потомству. На длинном плече X-хромосомы, где располагается ген синдрома Мартина—Белл, присутствуют небольшие (2—5 пар нуклеотидов) повторяющиеся последовательности ДНК. В случае мутации происходит не замена одного основания другим или выпадение нуклеотида, а увеличение числа копий таких повторяющихся последовательностей. В норме число их колеблется от 2 до 54. Когда число копий превышает 54, клиническая картина еще не возникает. Заболевание проявляется, когда число копий превышает 200. Характерную внешность больных описать сложно, однако в качестве особенностей можно назвать высокий рост, крупные кисти и стопы, оттопыренные уши, удлиненное лицо с высоким выступающим лбом, уплощенной средней частью и толстыми губами; нижняя челюсть часто вывернута. Характерным признаком является речевая задержка, которая прогрессирует с возрастом. Больные, имеющие более высокий IQ, имеют нарушение плавности речи, заикание с характерными интонациями. Типичная для этого синдрома умственная отсталость оценивается как умеренная; у 10—15% проявляется глубокая олигофрения, и у такого же количества — «мягкая» умственная отсталость. Больные, как правило, социально адаптированы (Кулешов, 1991).

Синдром Ретта. Прогрессирующее дегенеративное заболевание ЦНС предположительно генетического происхождения, встречается преимущественно у девочек, названо по имени австрийского ученого А. Rett, впервые описавшего его в 1966 г. Автор сообщил о 31 девочке с регрессией психического развития, аутистичным поведением, утратой целенаправленных движений и появлением особых стереотипных двигательных

актов, «сжимания рук». Генетическая природа связывается с ломкой X-хромосомой и наличием мутаций в генах - регуляторах процесса репликации.



Рис.1. Синдром ломкой X – хромосомы (синдром Мартина - Белл).

Анализ морфологических изменений при синдроме Ретта указывает на замедление развития мозга после рождения и остановку его роста к 4-летнему возрасту. Выявлено замедление роста тела и отдельных органов (сердца, печени, почек, селезенки).

Частота его относительно высока — 1:10 000 девочек. В мире описано более 20 тыс. случаев заболевания; большинство из них спорадические, менее 1% — семейные.

Частота синдрома Ретта широко варьирует. В большинстве европейских государств она составляет 1:10000 — 1:15000 девочек, являясь следующей по частоте после синдрома Дауна специфической причиной тяжелой умственной отсталости у девочек. Проведенные нами исследования позволили установить, что удельный вес синдрома Ретта среди умственно отсталых девочек в России составляет 2,48%.

Многие авторы отмечают, что в одних областях синдром Ретта встречается чаще, чем в других. Были выделены небольшие районы, в основном сельские, которые получили условное название “Ретт-ареалов”. В частности, в одной из провинций Северной Италии частота синдрома Ретта составляет 22:10000 девочек. Относительно большая частота заболеваемости отмечена также в Норвегии, Албании, Венгрии и может быть связана с еще существующими популяционными изолятами. Начало заболевания от 4 мес. до 2,5 лет, но наиболее часто оно проявляется в возрасте от 6 мес. до 1,5 года.

В течение заболевания выделяют 4 стадии:

I стадия (возраст ребенка 6—12 мес.): слабость мышечного тонуса, замедление роста в длину кистей, стоп, окружности головы.

II стадия (возраст 12—24 мес.): атаксия туловища и походки, машущие и подергивающие движения рук, необычные перебирания пальцами.

III стадия: утрата ранее приобретенных навыков, способности к игре, коммуникациям (в том числе визуальным).

IV стадия: распад речи, возникновение эхололий (в том числе ретардированных), неправильное употребление местоимений.

Первая стадия — стагнация. Включает замедление психомоторного развития ребенка, замедление роста головы, потерю интереса к играм, диффузную мышечную гипотонию.

Вторая стадия — регресса нервно-психического развития — сопровождается приступами беспокойства, «безутешного крика», нарушениями сна. В течение нескольких недель ребенок утрачивает ранее приобретенные навыки, перестает говорить. Что часто ошибочно интерпретируется как аутизм. Появляются стереотипные движения — «мытье рук», их сжимание, стискивание, сосание и кусание рук, постукивание ими по груди и лицу, атаксия и апраксия. Нарушается равновесие при ходьбе, теряется способность ходить. Больше чем у половины детей отмечается аномальное дыхание в виде апноэ до 1—2 мин, чередующееся с периодами гипервентиляции. Дыхательные нарушения отмечаются в период бодрствования и отсутствуют во время сна. У 50—80% девочек с синдромом Ретта возникают эпилептические припадки различных типов, плохо поддающиеся терапии антиконвульсантами. Чаще всего это генерализованные тонико-клонические припадки, комплексные и простые парциальные судороги, дроп-атаки.

После фазы регресса наступает третья стадия — псевдостационарная, охватывающая длительный период дошкольного и раннего школьного возраста. Состояние детей относительно стабильно. На первый план выступают глубокая умственная отсталость, судорожные припадки, экстрапирамидные расстройства по типу мышечной дистонии, атаксии, гиперкинезов. Приступов беспокойства не отмечается.

В конце первого десятилетия жизни начинается четвертая стадия — прогрессирования двигательных нарушений. Больные становятся обездвиженными, нарастают спастичность, мышечные атрофии, вторичные деформации — сколиоз, появляются вазомоторные расстройства преимущественно в нижних конечностях. Характерно отставание в росте без задержки полового созревания. Имеется тенденция к развитию кахексии. Судорожные приступы редкие. У больных с синдромом Ретта на фоне тотального распада всех сфер деятельности наиболее длительно сохраняются эмоциональное общение и привязанности, соответствующие уровню их психического развития.

Терапия. В большей степени симптоматическая. Препаратом выбора является бромкриптин или перлодел. При наличии судорожных приступов рекомендованы антиконвульсанты. Уместна терапия семьи. Требуется широкий воспитательный подход, помогающий развить адаптивные навыки.

Список литературы

1. Akesson H. O., Wahlstrom J., Witt Engerstrom I., Hagberg B. Rett syndrome: potential gene sources - phenotypical variability // Clin. Genet., 1995, № 48, P. 169-172.
2. Aldrich M., Garofalo E., Drury I. Epileptiform abnormalities during sleep in Rett syndrome // EEG Clin. Neurophysiol., 1990, 75, № 5, P. 365-370.

3. Belichenko P. V., Hagberg B., Dahlstrom A. Morphological study of neocortical areas in Rett syndrome // Acta Neuropathol., 1997, №93, P. 50-61.
4. Захаров, А.Ф. Хромосомы человека. Атлас/ А.Ф. Захаров, Л.И. Барановская // М.: Медицина, 1982. – 264 с.
5. Тимолянова, Е.К. Медицинская генетика/ Е.К. Тимолянова // Ростов н/Д: Феникс, 2003. – 304 с.
6. Основы медицинской генетики. Учебное пособие под общей редакцией д.б.н. Е.К. Хандогиной. – М.: ФОРУМ: ИНФРА – М, 2004. – 176 с.:ил. (Серия “Профессиональное образование”).
7. Козлова, С.И. Наследственные синдромы и медико – генетическое консультирование/ С.И. Козлова, Н.С. Демикова, Е. Семанова, О.Е. Блинникова // М.: Практика, 1996. – 416 с.

Опыт транспортировки камчатского краба в живом виде

Минин В. Н. (ПИНРО)

Abstract. In work two methods of transportation of the Kamchatka crab in a live kind are presented. The "dry" method has successfully passed industrial check. The "wet" method of transportation is in a stage of experimental development.

Камчатский краб в живом виде, как определенный вид продукции, представлен на российском рынке с начала 2000 годов. Приобретя «популярность», он по сей день продолжает получать широкое распространение в сети розничной торговли и ресторанном бизнесе. Известный факт, что приготовленный из живого сырья продукт не сравнится по своим вкусовым качествам и пищевой ценности с продуктами, приготовленными из мороженого сырья.

Сохранение природного качества сырья одна из важнейших задач коммерческих структур, занимающихся продвижением данного вида продукции. Предоставление любого товара сопряжено с определенными трудностями, одними из которых являются транспортировка и хранение продукции. Уменьшение отхода камчатского краба и издержек на транспортировку способна обеспечить рабочая, зарекомендовавшая себя на практике технология.

Целью работы было: разработать технологию транспортировки камчатского краба в живом виде.

Для транспортировки камчатского краба в живом виде на дальние и короткие расстояния разрабатывали два метода:

- «сухой» или без применения морской воды;
- «мокрый» или с применением морской воды.

«Сухой» метод прошёл апробацию и может быть рекомендован для использования в промышленности.

«Сухой» метод

Оборудование и материалы

В качестве транспортировочной емкости использовали контейнеры, изготовленные из полимерных материалов – пластиковые (ПВХ), пенопластовые (пенополистерол).

Объем и габариты контейнера-бокса определяли количеством транспортируемых объектов, их размером и физиологическим состоянием. Средние значения объема (V) бокса для транспортировки одного товарного краба (по ширине карапакса не менее 150 и не более 210 мм) составляют 25 литров, при габаритах (см) 50 x 35 x 15.

В контейнере-боксе на уровне две третьих от основания по всему периметру должны находиться вентиляционные отверстия диаметром 6-8 мм на расстоянии 10 см друг от друга.

В качестве прокладочного материала использовали естественные (ламинария сахарина, дигитата), либо искусственные (поролон по толщине от 1 до 2 см) наполнители. Прокладочный материал обеспечивает снижение травматизма во время транспортировки, сохранение определенного уровня влажности в контейнере-боксе.

Для поддержания необходимых температурных условий использовали аккумуляторы холода или силикагель.

Температурные условия

Температуру внутри бокса поддерживали в пределах + 4-8 °С. Время транспортировки при таких температурных условиях составляет 12-16 часов.

Рост температуры внутри бокса в пределах + 11°С может иметь неблагоприятные последствия для физиологического состояния краба и как следствие может отразиться на его жизнестойкости. При температуре выше + 13°С как правило наблюдается летальный исход без возможности реанимировать организм.

При температуре более + 8 °С время транспортировки ограничивается. Было установлено, что изменение температуры на более высокую оказывает влияние на физиологическое состояние камчатского краба. Время транспортировки при температуре +10 °С целесообразно ограничить 8 часами.

Сохранение камчатского краба в живом виде обеспечивается соблюдением оптимального температурного диапазона и отсутствием резких перепадов температуры.

Техника отбора и укладки камчатского краба

Для транспортировки отбирали только физиологически пригодных особей камчатского краба. Критериями пригодности для транспортировки являются:

- внешний вид – краб соответствует 2-3 межлиночной категории, видимых внешних повреждений карапакса и конечностей нет;
- физиологическое состояние – активный, abdomen прижат к брюшной полости, «вздутия» abdomen не наблюдается, при манипуляции крабом в руках оказывает активное «сопротивление».

Только выловленный краб непригоден для транспортировки.

При использовании синтетического материала – поролона, его необходимо вымочить в течение суток в бассейне, танке или садке, погруженном в морскую воду, в первых двух случаях - в проточной морской воде. Обязательным условием является соответствие солености морской воды океанической 34 - 35,5 ‰.

При использовании водорослей их тщательно промывают в морской воде и до укладки в бокс хранят так же как поролон.

Укладку камчатского краба в контейнер-бокс выполняли двумя способами:

- краба укладывали в бокс в естественном положении тела – брюшной полостью вниз;
- краба укладывали брюшной полостью вверх.

Перед укладкой бокс омывали морской водой, основание бокса выстилали прокладочным материалом, затем на него укладывали краба. При расположении краба брюшной полостью вверх конечности поджимали, в естественном положении этого делать необязательно, если позволяет площадь. Далее закладывали аккумуляторы холода, их количество определяли рабочей характеристикой. Аккумуляторы располагали у стенок бокса по периметру. Затем краб накрывали прокладочным материалом, при этом в покрываемом объеме контейнера-бокса необходимо сохранить небольшие пустоты в области карапакса. Обязательно наличие воздушных зон между прокладочным материалом и крабом.

Так как при упаковке краб прижимается между основанием бокса и крышкой, а плотность укладки обеспечивает уплотнитель (он же прокладочный материал), то возможность травматизма во время транспортировки и разгрузочно-погрузочных работах сводится к минимуму.

Рекомендуем укладывать краба в таре по вертикали и горизонтали в два слоя. При манипуляциях с контейнером-боксом краб не должен в нём скользить или двигаться.

Условия упаковки

Упаковывать краба рекомендуем в производственном помещении с температурой воздуха в пределах от + 4⁰ С до + 15⁰ С, при влажности воздуха 60 – 80 % (600 – 800 мм) и умеренном освещении.

Возможна упаковка в «уличных» условиях с соблюдением выше описанных параметров. При этом следует избегать попадания на краба прямых солнечных лучей и атмосферных осадков.

«Мокрый» метод.

Данный метод на сегодняшний день нами разработан, но не прошёл производственную проверку. Условия перевозки камчатского краба «мокрым» методом представлены ниже.

Описание устройств и их технологических возможностей

Нами установлено, что контейнер-танк для транспортировки камчатского краба должен быть термостатичным, прочным, герметичным и иметь оксигенатор, помпу-фильтр, устройства для охлаждения морской воды.

В 1м³ контейнера-танка можно перевозить от 80 до 100 экземпляров камчатского краба. При «сухом» методе в том же полезном объёме возможно перевезти всего 40 экземпляров. Время перевозки при средней загрузке 90 экземпляров на 1м³ составляет до 72 часов, если соблюдаются следующие технические условия:

- температура воды 4-6⁰ С;
- солёность 34 - 35,5 ‰;

- кислород 14-16 мг/л:
- NH_3 – 0,01,-0,02 мг/л:
- постоянная фильтрация и циркуляция оборотной воды.

Контейнер-танк позволяет перевозить объекты на дальние расстояния с высокой плотностью посадки.

Пищевые добавки

Михнюк О.В. (МГТУ, кафедра биохимии)

Abstract.

The nutrition is very important for security of quality of people's lives. The very many food supplements are used at all branches of modern food industries. The food supplements are added to products for improvement of necessary properties: taste, colour, smell, date of keeping. The food supplements are designated type "E" for marker of food products.

Введение

Пищевые добавки – не изобретение нашего времени, они используются уже в течение тысячелетий. Как только человек начал заниматься сельским хозяйством, возникла необходимость делать запасы продуктов питания и заботиться об их сохранности. Так было открыто консервирующее действие соли, дыма, холода, уксуса.

В 14 веке в Европе начали применять селитру для засолки мяса и рыбы, изобрели другие способы консервирования. Вместе с тем на протяжении многих веков это сторона человеческой деятельности практически не развивалась, что приводило к огромной потере продуктов питания, снижению их питательной ценности.

К началу 20 века обострились проблемы сохранности и безопасности пищевых продуктов. Для решения этих проблем в продукты стали добавлять различные вещества химической и биологической природы. Поэтому 20 век характеризуется бурным развитием пищевой промышленности, а также производством и применением пищевых добавок. При этом выделяются следующие основные направления: увеличение сроков хранения продуктов, улучшение технологических свойств, обеспечение высоких органолептических качеств продуктов.

Согласно определению ВОЗ, под пищевыми добавками понимают химические вещества или природные соединения, которые сами по себе не употребляются в пищу, а добавляются в нее для улучшения качества сырья и готовой продукции (Позняковский, 2005).

Введенный в последние годы термин «биологически активные добавки к пище» (БАД) зачастую называют пищевыми добавками, что совершенно неправильно. БАД – это композиции природных (витамины, аминокислоты, жирные кислоты и другие вещества) или идентичных природным биологически активных веществ, предназначенных для приема с пищей или включения в состав продуктов, чтобы улучшить их пищевую ценность. В отличие от БАД, пищевые добавки вводятся в продукты по технологическим соображениям и не предназначены для прямого влияния на пищевую ценность продуктов питания (Мартинчик, 2002).

В нашей стране принято следующее определение, которое не противоречит определению ВОЗ:

Пищевые добавки – природные или искусственные вещества и их соединения, специально вводимые в пищевые продукты в процессе их изготовления в целях придания пищевым продуктам определенных свойств и/или сохранения качества пищевых продуктов (Позняковский, 2005).

Классификация пищевых добавок

В настоящее время в пищевой промышленности применяется около 2 тыс. пищевых добавок. Названия их длинны и труднопроизносимы. Для упрощения Европейским союзом разработана рациональная система цифровой кодификации пищевых добавок с литерой «Е», отождествляющейся со словами «Европа» и «essbar/edible», что в переводе с немецкого и английского означает «съедобный».

Европейская система включена в Кодекс ФАО/ВОЗ для пищевых продуктов «Кодекс Алиментариус» как международная система кодификации пищевых добавок (International Numbering system – INS).

Согласно предложенной системе цифровой кодификации, пищевые добавки сгруппированы следующим образом:

Е 100 – Е 182 – красители,

Е 200 – Е 299 – консерванты,

Е 300 – Е 399 – антиокислители (антиоксиданты),

Е 400 – Е 449 – стабилизаторы консистенции,

Е 450 – Е 499 – эмульгаторы,

Е 500 – Е 599 – регуляторы кислотности, разрыхлители,

Е 600 – Е 699 – усилители вкуса и аромата,

Е 700 – Е 800 – запасные индексы для другой возможной информации,

Е 900 и далее – глазирующие агенты, подсластители, добавки для обработки муки, крахмала и др.

Безопасность применения пищевых добавок

Применение пищевых добавок в пищевой промышленности и общественном питании регламентируется нормативно-технической документацией, «Санитарными правилами по применению пищевых добавок», «Медико-биологическими требованиями и санитарными нормами качества продовольственного сырья и пищевых продуктов» (Политика здорового питания..., 2002).

Пищевые добавки допускаются к применению только в том случае, если они даже при длительном использовании проявляют полную безопасность и не угрожают здоровью человека (Мартинчик, 2002).

Процедура установления безопасности пищевых добавок предусматривает проведение широких сравнительных исследований с обязательным установлением их допустимого суточного потребления.

Разрешение на применение добавок выдается специализированной международной организацией – Объединенным комитетом экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам и контаминантам (ОКЭПД). В рамках Европейского союза действует аналогичная комиссия (Позняковский, 2005).

Перечень пищевых добавок, разрешенных для применения в России, постоянно дополняется и корректируется.

Список литературы

1. Мартинчик, А. Н. Физиология питания, санитария и гигиена : Учеб. пособие / А. Н. Мартинчик, А. А. Королев, Л. С. Трофименко. – 2-е изд., стереотип. – М. : Изд. центр «Академия»; Мастерство, 2002. – С. 111 – 115.

2. Позняковский, В. М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов : Учебник / В. М. Позняковский. – 4-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – С. 252 – 315.

3. Политика здорового питания : Федеральный и региональный уровни. – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2002. – С. 58 – 69.

Исследования химического состава мышечной ткани рыб семейства Тресковые GADIDAE в процессе хранения при низких температурах (-28°C)

Овчинникова С.И., Игумнов Р.О., Матвеев А.Н. (МГТУ, кафедра биохимии)

The aim of our work is the complex systematic analysis of chemical content dynamics of tissues of cod family GADIDAE during the storage under low temperatures (-28°C). Data for such fishes as the cod *Gadus morhua morhua*, the haddock *Melanogrammus aeglefinus*, the polarcod *Boreogadus saida*, the pollack *Pollachius virenis*, the poutassou *Micromesistius poutassou* have been presented in this paper. The dependence of the main biochemical parameters of chemical content characterizing the muscle tissues' state on the fish species has been showed as well.

Хранение рыбы в условиях низких температур замедляет процессы превращения исходных биоорганических и неорганических соединений в тканях.

В процессе хранения происходят автолитические превращения белков и липидов под воздействием тканевых протеолитических и липолитических ферментов. Скорость автолиза зависит от температуры, активности ферментов и других факторов (Быков, 1973, 1987). Представляло интерес провести сравнительный анализ химического состава тканей рыб семейства Тресковые; в процессе хранения при низких температурах (-28°C); определить особенности автолитических превращений белков и липидов, активность тканевых ферментов в условиях низких температур. С этой целью были проведены исследования особенностей химического состава мышечной ткани рыб семейства Тресковые в процессе хранения при низких температурах (-28°C): трески, пикши, сайды, сайки, путассу. По содержанию белка в мясе рыб представители семейства Тресковые относятся к группе белковых рыб (содержание белка в тканях рыб этой группы 15-20 %), по содержанию липидов – к маложирным рыбам (содержание жира по классификации меньше 2 %). Были проведены комплексные систематические исследования динамик химического состава мышечной ткани рыб семейства Тресковые (треска, пикша, сайда, сайка, путассу) для процессов хранения данных гидробионтов в течение 6 месяцев при низких температурах (-28°C). Объектами исследования были рыбы семейства Тресковые приблизительно одинакового возраста (3-4 года). Готовились образцы мышечной ткани в соответствии с госстандартом, которые помещались в морозильную камеру при -28°C . Анализ образцов проводился в течение 6 месяцев. В работе представлены

экспериментальные данные для трески. При хранении наблюдались следующие закономерности для мышечной ткани трески: уменьшение содержания воды от 80,2 % до 78 %; в связи с понижением содержания воды отмечено увеличение процентного содержания общего азота от 18,2 % до 20,22 %; повышение массовой доли небелкового азота от 15,2 % до 17,9 % в результате автолиза; увеличение содержания аминного азота от 50 мг% до 800 мг%; уменьшение массовой доли белковой фракции от 18,1 % до 16,8 %, объясняемое автолизом тканевых белков. Массовая доля жира в мышечной ткани трески возрастает от 0,33 % до 0,39 % за счет уменьшения содержания воды. Аналогично, в результате уменьшения содержания влаги, незначительно повышается массовая доля минеральных веществ от 1,30 % до 1,39 %. В процессе хранения трески в течение 6 месяцев имеет место гидролитическая и окислительная порча жиров, что фиксируется возрастанием кислотного числа от 2,8 до 15 мгКОН/1г и пероксидного числа от 0,002 до 0,300 %J₂. Степень гидролиза белков, определяемая как $N_{амм}/\omega_{белк}$ возрастает от 0,25 % до 4 %. Содержание макроэргических соединений в мышечной ткани трески уменьшается в процессе хранения от 15 до 6,5 мг/100г.

Представляло интерес исследование активности аскорбатной системы в мышечной ткани рыб семейства Тресковые под воздействием низких температур.

В соответствии с данными Шаробайко (1991), для некоторых рыб видна закономерность: волнообразность изменений элементов аскорбатной системы, как и других изменений окислительно-восстановительного потенциала мышечной ткани рыбы в процессе хранения. Указанные колебания могут быть связаны с периодическими флуктуациями конформационного состояния мышечных белков, следствием чего являются периодические изменения способности белков к связыванию низкомолекулярных соединений, то есть аскорбиновой и дегидроаскорбиновой кислот.

По данным Шаробайко, в мышцах свежельвленной речной рыбы содержится 1,79 мг% аскорбиновой кислоты и 3,87 мг% ее окисленных форм. В процессе хранения рыбы (до 51 сут. при -5°C) отношение аскорбиновой кислоты к сумме ее окисленных форм уменьшается, что является показателем постепенного истощения аскорбатной системы мышечной ткани. Изменения носят волнообразный характер. Содержание аскорбиновой кислоты через сутки хранения резко снижается, на четвертые сутки резко увеличивается, уменьшается до нуля на 30-е сутки с небольшим увеличением к окончанию хранения.

Шаробайко также установлены волнообразные изменения аскорбатной системы для такой морской мороженой рыбы, как минтай и сельдь иваси. В свежем минтае исходное содержание витамина С 2,9 мг%. В процессе холодильного хранения, начиная с одного месяца, содержание аскорбиновой кислоты уменьшается за счет окисленных форм.

Нами впервые была проанализирована динамика содержания аскорбиновой кислоты в мышечной ткани трески, пикши, сайды, сайки. Установлено, что для трески при хранении в течение 6 месяцев наблюдается уменьшение содержания аскорбиновой кислоты от 2,9 мг% до 0,1 мг%, причем для 60 суток хранения характерно увеличение содержания аскорбиновой кислоты с последующим спадом, что свидетельствует о волнообразном характере динамики. Для мышечной ткани пикши характерно снижение содержания аскорбиновой кислоты от 3,1 мг% до 0,1 мг% в процессе хранения при низких температурах, причем для 90 суток хранения имеет место повышение содержания аскорбиновой кислоты до 2,5 мг% с последующим уменьшением. Это подтверждает волнообразный характер динамики. Анализ динамики аскорбиновой кислоты в мышечной ткани сайды показывает, что содержание аскорбиновой кислоты уменьшается от 1,89 мг% до 0,1 мг% в процессе хранения в течение 6 месяцев. О волнообразной активности аскорбатной системы свидетельствует появление пика для 2 месяцев хранения. Анализ мышечной ткани сайки также показывает понижение содержания аскорбиновой кислоты от 2,35 мг% до 0,2 мг% в течение 6 месяцев, при этом для срока хранения 2 месяца отмечается увеличение содержания аскорбиновой кислоты с последующим спадом, что также подтверждает волнообразный характер данной динамики.

Был проведен сравнительный анализ ряда показателей химического состава для рыб одинакового возраста. В процессе хранения наблюдаются следующие закономерности: уменьшение влаги для: путассу – на 2 %, трески - на 2,2 %, пикши – на 2,5 %, сайды – на 2,5 % - 2,6 %, сайки – на 4 %. Как видно из представленных данных, наибольшее уменьшение содержания воды в мышечной ткани при хранении характерно для сайки, наименьшее – для путассу, что можно объяснить особенностями водоудерживающей способности белковых молекул. Для такого показателя, как содержание общего азота, в связи с уменьшением содержания влаги отмечены следующие закономерности в процессе хранения: увеличение массовой доли общего азота для путассу - на 1,9 %, пикши – на 2,0 %, сайды – на 3,8 %, трески - на 4,0 %, сайки - на 4,03 %, то есть наибольшее повышение данного показателя характерно для сайки, наименьшее – для путассу. По значениям кислотного числа (мгКОН/1г) для 6 месяцев хранения составлен следующий ряд: для пикши кислотное число равно 13 мгКОН/1г., трески - 15 мгКОН/1г; сайды - 18 мгКОН/1г, сайки - 22 мгКОН/1г, путассу - 22 мгКОН/1г, наибольшее увеличение кислотного числа характерно для тканей сайки. Ряд, составленный по значениям пероксидного числа (% J₂) для 6 месяцев хранения, выглядит следующим образом: для путассу - 0,008 % J₂, сайды - 0,090 % J₂, сайки - 0,210 % J₂, пикши - 0,260 % J₂, трески - 0,3 % J₂. Если говорить о содержании аминного азота (мг %), характеризующего процессы гидролиза тканевых белков для 6 месяцев хранения, то имеет место увеличение значения данного показателя в ряду: для пикши - 400 мг %,

сайки - 550 мг %, путассу - 600 мг %, сайды - 760 мг %, трески - 800 мг %. По содержанию водорастворимой белковой фракции (%) можно выявить такие закономерности: для исходного сырца наибольшее значение данного показателя наблюдается для мышечной ткани путассу (5,2 %), наименьшее – для трески (4,1 %). Для 6 месяцев хранения наибольшее содержание водорастворимого белка (%) отмечено также для путассу (3,9 %), что согласуется с данными ПИНРО (Лебская, 1997, 1998) по содержанию низкомолекулярных белков в путассу, наименьшее – для пикши (3,0 %).

Сравнительный анализ образцов показывает, что до двух месяцев хранения наибольшая степень гидролиза белков характерна для путассу, наименьшая – для сайки. Начиная с трех месяцев хранения до шести месяцев наиболее высокая степень гидролиза белков наблюдается для мышечной ткани трески и сайды, наименьшая степень гидролиза – для пикши.

Список литературы

1. Быков, В.П. Исследование свойств фарша из мяса мороженой рыбы и изыскание способов улучшения его качества : Автореф. дис. канд. техн. наук / В.П. Быков. – М. , 1973. – 33 с.

2. Быков, В.П. Изменения мяса рыбы при холодильной обработке: автолитические и бактериальные процессы / В.П. Быков. – М. : Агропромиздат, 1987. – 219 с.

3. Шаробайко В.И. Биохимия продуктов холодильного консервирования. М., Агропромиздат,., 1991. – 255 с.

4. Лебская, Т.К. Технохимические свойства промысловых рыб Северной Атлантики и прилегающих морей Северного Ледовитого океана / Т.К. Лебская, Л.Л. Константинова, Ю.Ф. Двинин. – Мурманск : Изд-во ПИНРО, 1997.- 183 с.

5. Лебская, Т.К. Химический состав и биохимические свойства гидробионтов прибрежной зоны Баренцева и Белого морей / Т.К. Лебская, Ю.Ф. Двинин, Л.Л. Константинова. – Мурманск : Изд-во ПИНРО, 1998.- 183 с.

К вопросу об изучении динамик химического состава тканей промысловых рыб в процессе хранения при низких температурах

Овчинникова С.И., Игумнов Р.О. (МГТУ, кафедра биохимии)

Abstract. The actual contemporary problem is the question of keeping of biological diversity of sea and freshwater ecosystems of North Basin. Biological diversity is the foundation for the existence of north living nature, especially in the conditions of the water ecosystems.

На кафедре биохимии проводятся комплексные систематизированные эколого-биохимические исследования рыб морских и пресноводных водоемов Кольского Севера. Анализируется динамика химических показателей и биохимических свойств рыб семейства Тресковые – GADIDAE (треска *Gadus morhua morhua*, пикша *Melanogrammus aeglefinus*, сайка *Boreogadus saida*, сайда *Pollachius virenis*), Корюшковые – OSMERIDAE (мойва *Mallotus villosus villosus*, корюшка), Сельдевые – CLUPEIDAE (атлантическая сельдь *Clupea harengus harengus*), Зубатковые – ANARHICHADIDAE (зубатка полосатая *Anarhichas lupus*, зубатка пятнистая *Anarhichas minor*), Камбаловые – PLEURONECTIDAE (морская камбала *Platessa platessa*, камбала-ёрш *Hippoglossoides platessoides*, палтус синекорый (черный) *Reinhardtius hippoglossoides*), Лососевые – SALMONIDAE (радужная форель *Parasalmo mykiss*, атлантический лосось *Salmo salar*, горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*), других промысловых гидробионтов Северного бассейна на разных стадиях жизненного цикла и в процессе хранения. Особое внимание уделяется динамике химических показателей рыб, характерных для Кольского залива (песчанка, пикша, треска, бычок и др.).

Были проанализированы следующие показатели для разных стадий жизненного цикла гидробионтов (преднерестовые изменения, нерест, посленерестовый период) и для процессов хранения: содержание влаги методом высушивания, общего азота, белкового азота, небелкового азота методом Кьельдаля, аминного азота методом формольного титрования по Серенсену, массовая доля липидов экстракционным методом Сокслета, массовая доля водорастворимого белка фотоколориметрическими методами (биуретовый макро- и микрометод, метод Лоури), массовая доля минеральных веществ, содержание макроэргических соединений и промежуточных продуктов углеводного метаболизма фотоколориметрическими методами, каротиноидов спектрофотометрическим методом, содержание витаминов водорастворимых и жирорастворимых методами титрования и фотоколориметрирования, кислотное и пероксидное числа, степень гидролиза белков.

Впервые проведены систематизированные исследования химического состава тканей рыб в процессе хранения при низких температурах (-28°C), проанализирован широкий спектр химических показателей. Исследована динамика основных химических показателей для наиболее характерных рыб Северного бассейна (Тресковые – GADIDAE (треска *Gadus morhua morhua*, пикша *Melanogrammus aeglefinus*, сайка *Boreogadus saida*, сайда *Pollachius virenis*), Корюшковые – OSMERIDAE (мойва *Mallotus villosus villosus*, корюшка), сельдевых – CLUPEIDAE (атлантическая сельдь *Clupea harengus harengus*), Зубатковые – ANARHICHADIDAE (зубатка полосатая *Anarhichas lupus*, зубатка пятнистая *Anarhichas minor*), Камбаловые – PLEURONECTIDAE (морская камбала *Platessa platessa*, камбала-ёрш *Hippoglossoides platessoides*, палтус синекорый (черный) *Reinhardtius hippoglossoides*), Лососевые – SALMONIDAE (радужная форель *Parasalmo mykiss*, атлантический лосось *Salmo salar*, горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*) и другие.

Проведен анализ особенностей динамики химического состава мышечной ткани представителей семейства Корюшковые в процессе хранения при низких температурах в течение 6 месяцев.

Для мышечной ткани мойвы характерны следующие изменения: содержание влаги уменьшается от 75 % до 72 %, массовая доля общего азота увеличивается от 14,5 % до 17,8 %. Наблюдается увеличение массовой доли липидной фракции от 13,8 % до 14,3 %, содержание золы в процессе хранения не меняется. Следствием автолиза белков является увеличение содержания небелкового азота от 13,0 % до 17,0 %, увеличение количества азота аминокислот от 55 мг% до 730 мг%, соответственно, уменьшается содержание белка от 14 % до 10 % и массовая доля водорастворимой белковой фракции возрастает – от 3,9 % до 2,8 %. Имеет место возрастание величины кислотного числа от 3 мгКОН/1г до 11,5 мгКОН/1г и пероксидного числа от 0,003 % J_2 до 0,020 % J_2 , что объясняется процессами гидролиза и окисления тканевых жиров.

Анализ динамики химического состава мышечной ткани сельди атлантической при низкотемпературном хранении показывает уменьшение массовой доли воды от 80,5 % до 75,6 % и, соответственно, возрастание процентного содержания общего азота от 15 % до 19 %. Автолитические превращения приводят к возрастанию количества небелкового азота от 13,0 % до 17,0 %, уменьшению массовой доли белка от 14,8 % до 11,4 %, возрастанию содержания азота аминокислот от 80 мг% до 810 мг%, уменьшению содержания водорастворимой белковой фракции от 4,8 % до 3,0 %. В связи с уменьшением массовой доли влаги наблюдается незначительное возрастание массовой доли липидов от 3,25 % до 4 % и золы от 1,25 % до 1,30 %. Гидролитические и окислительные превращения липидов приводят к возрастанию кислотного числа от 3 мгКОН/1г до 15 мгКОН/1г и пероксидного числа от 0,002 % J_2 до 0,015 % J_2 .

Проведен анализ динамики химического состава мышечной ткани рыб семейства Зубатковые в процессе хранения при низких температурах ($-28\text{ }^{\circ}\text{C}$) в течение 6 месяцев.

Как видно из представленных данных по динамике химического состава зубатки полосатой процентное содержание влаги уменьшается от 78,4 % до 73,6 %. В связи с этим содержание общего азота возрастает от 17,7 % до 22,4 %, содержание жира возрастает от 1,75 % до 1,85 %, массовая доля золы незначительно увеличивается от 1,10 % до 1,16 %. Автолитические превращения белков приводят к уменьшению массовой доли белка от 17,5 % до 16,0 %, увеличению количества небелкового азота от 14,0 % до 18,0 %, возрастанию содержания азота аминокислот от 48 мг% до 630 мг% и уменьшению массовой доли водорастворимой белковой фракции от 5,3 % до 3,8 %. Степень гидролиза белков $N_{амм}/\omega_{белк} \cdot 100\%$ возрастает от 0,28 % до 3,93 %. В тканях зубатки полосатой происходят процессы гидролитической и окислительной порчи липидов, что фиксируется увеличением кислотного числа от 2,3 мгКОН/1г до 8,6 мгКОН/1г и пероксидного числа от 0,003 % J_2 до 0,012 % J_2 .

Анализ динамики химического состава мышечной ткани зубатки пятнистой показывает, что содержание влаги уменьшается от 75,0 % до 68,0 %. В связи с этим содержание общего азота возрастает от 14,32 % до 22,0 %, наблюдается также повышение содержания жира от 9,0 % до 9,8 %, увеличение массовой доли золы от 1,20 % до 1,26 %. В результате автолиза белковых фракций имеет место уменьшение содержания белка от 14,3 % до 12,1 %, увеличение количества небелкового азота от 14,0 % до 18,0 %, уменьшение содержания водорастворимого белка от 5,6 % до 4,0 %, увеличение азота аминокислот от 69 мг% до 580 мг%. Степень гидролиза мышечных белков $N_{амм}/\omega_{белк} \cdot 100\%$ в процессе хранения увеличивается от 0,48 % до 4,80 %. Наблюдается возрастание кислотного числа от 2,1 мгКОН/1г до 14,0 мгКОН/1г и пероксидного числа от 0,001 % J_2 до 0,050 % J_2 в результате гидролитических и окислительных превращений тканевых липидов.

Проанализирована динамика химического состава мышечной ткани рыб семейства Палтусовые в процессе хранения при низких температурах в течение 6 месяцев.

Для палтуса синекорого (черного) имеет место уменьшение массовой доли воды от 70,6 % до 68,5 % и увеличение содержания общего азота от 13,4 % до 14,8 %, увеличение массовой доли липидов от 15 % до 15,56 %, золы - от 1,1 % до 1,15 %. Автолитические превращения белков мышечной ткани палтуса синекорого (черного) приводят к уменьшению содержания белка от 13,2 % до 12,5 %, увеличению содержания небелкового азота от 11,0 % до 16,0 %, возрастанию азота аминокислот от 48 мг% до 560 мг%, уменьшению водорастворимой белковой фракции от 5,1 % до 4,0 %, возрастанию степени гидролиза белков $N_{амм}/\omega_{белк}$ от 0,358 % до 4,500 %. Гидролитические и окислительные превращения липидов фиксируются

повышением кислотного числа от 3 мгКОН/1г до 12 мгКОН/1г и пероксидного числа от 0,0015 %J₂ до 0,025 %J₂.

Анализ динамики химического состава мышечной ткани морской камбалы показывает, что в процессе хранения при низких температурах в течение 6 месяцев содержание воды уменьшается от 80,5 % до 78,0 %. В связи с понижением массовой доли воды повышаются процентное содержание общего азота от 15,0 % до 17,47 %, жира - от 3,30 % до 3,38 %, золы - от 1,20 % до 1,25 %. Автолиз белков мышечной ткани приводит к уменьшению количества белка от 14,9 % до 14,0 %, возрастанию содержания небелкового азота от 11,0 % до 16,0 %, понижению массовой доли водорастворимой белковой фракции от 4,8 % до 4,2 %, возрастанию содержания аминного азота от 56 мг% до 500 мг%, повышению степени гидролиза белков от 0,375 % до 3,60 %. Гидролитические и окислительные превращения липидной фракции сопровождаются возрастанием кислотного числа от 3,0 мгКОН/1г до 16,0 мгКОН/1г и пероксидного числа от 0,001 %J₂ до 0,060 %J₂.

Особое внимание следует уделить изменению содержания АТФ в мясе рыб при хранении. Установлено, что при длительном хранении рыбы, замороженной до наступления посмертного окоченения, наблюдается ресинтез АТФ (увеличение содержания АТФ), в результате чего может повышаться растворимость актомиозина (Быков, 1973, 1987).

При хранении рыбы, замороженной в состоянии расслабления, содержание АТФ меняется незначительно, т.е. распад или новообразование макроэргических соединений не происходит. В соответствии с данными Быкова В.П., содержание АТФ в мясе карпа, свежего до замораживания, возрастает в процессе хранения (для времени хранения $t = 3$ сут., содержание АТФ в мг фосфора на 100 г составляет 12,4 мг, для 3 месяцев хранения – 13,7 мг, для 6 месяцев – 13,8 мг).

Нами проведены исследования динамики содержания макроэргических соединений в мышечной ткани ряда рыб Северного бассейна, замороженных до наступления посмертного окоченения, в процессе хранения при температуре (-28 °С). Установлено, что в процессе хранения в течение 6 месяцев содержание макроэргических соединений уменьшается, в результате образования фосфорной кислоты рН мяса сдвигается в кислую область.

Например, для зубатки пятнистой содержание макроэргов уменьшается от 16,2 мг/100г до 13,0 мг/100г.

Установлены следующие общие закономерности, характеризующие изменение основных химических показателей мышечной ткани при хранении при $t = -28$ °С в течение 6 месяцев:

- содержание воды в мышечной ткани исследованных рыб в процессе хранения уменьшается;
- содержание общего азота возрастает в связи с уменьшением массовой доли воды;

- массовая доля небелкового азота увеличивается в результате автолиза белков;
- содержание белка, в том числе водорастворимой белковой фракции, уменьшается за счет автолитических превращений белковой фракции;
- наблюдается увеличение аминного азота в результате гидролиза белков в процессе хранения;
- в процессе хранения уменьшается содержание каротиноидов;
- увеличивается кислотное число, что свидетельствует о гидролитической порче;
- возрастает пероксидное число, характеризующее окислительную порчу липидов тканей;
- процентное содержание липидов в тканях рыб в процессе хранения незначительно увеличивается за счет уменьшения процентного содержания влаги;
- массовая доля золы в процессе хранения также незначительно возрастает.

Список литературы

1. Быков, В.П. Исследование свойств фарша из мяса мороженой рыбы и изыскание способов улучшения его качества : Автореф. дис. канд. техн. наук / В.П. Быков. – М., 1973. – 33 с.

2. Быков, В.П. Изменения мяса рыбы при холодильной обработке: автолитические и бактериальные процессы / В.П. Быков. – М. : Агропромиздат, 1987. – 219 с.

Оценка биоэнергетического состояния промысловых рыб Северного бассейна

Овчинникова С.И., Тимакова Л.И. (МГТУ, кафедра биохимии, e-mail: tima-liliya@yandex.ru)

Abstract. In this article we suggest the analysis of the seasonal dynamics of adenine nucleotides in north fish white muscle. We compare energy metabolism of *Gadus morhua morhua* and *Platessa platessa* (L.) of the same age. Our results show that the quantity of macroergic compounds depends on life's stage, the sex (male or female), and different environmental factors. We also show that there are more ATP in the muscle tissues of more active cod.

Необходимость оценки состояния популяций в естественных условиях и прогнозирование его изменений обуславливают поиск физиолого-биохимических показателей, определяющих жизнедеятельность водных организмов в различные периоды годового цикла и при многообразных условиях обитания. (Шатуновский, 1978; Шульман, 1972) Изучение особенностей энергетического обмена у рыб на уровне макроэргических соединений представляет в этом отношении значительный интерес. Известно, что макроэргические соединения являются источником энергии для осуществления всех физиологических функций организма. Уникальная энергетика метаболизма у всех видов живого реализуется на основе предварительно запасенной электрической энергии при участии аденозинтрифосфата (АТФ), который занимает центральное место среди макроэргов. Кроме того, адениловые нуклеотиды (АТФ, АДФ, АМФ) играют особую роль в регуляции обмена веществ, являясь важнейшими факторами, обеспечивающими сопряжение между процессами, генерирующими энергию и использующими ее, и тем самым связывающими различные пути обмена. (Хочачка, 1977) Уровень содержания АТФ, а также соотношение компонентов фракции адениловых нуклеотидов оказывает определяющее влияние на характер, интенсивность и пути ресинтеза АТФ и метаболизма в целом, поэтому изучение динамики содержания макроэргических соединений в тканях является одной из важных задач при изучении энергетических процессов в организме. (Трусевич, 1978)

В лабораториях кафедры биохимии проведены исследования сезонной динамики адениловых нуклеотидов в белых мышцах трески *Gadus morhua morhua* и морской камбалы *Platessa platessa* (L.), обитающих в естественных условиях. Определяли содержание АТФ, АДФ, АМФ, величину аденилатного энергетического заряда АЭЗ в белых мышцах самцов и самок изучаемых видов рыб последовательно в различные периоды годового цикла, соответствующие разным физиологическим состояниям рыб. В работе охарактеризованы особенности годовой

динамики указанных параметров с учетом половой специфики объектов. Кроме того, проведен сравнительный анализ энергетического состояния тканей рыб в зависимости от видовой принадлежности.

Для исследования брали два вида половозрелых рыб 7-9 летнего возраста: треску и камбалу, отловленных судами рыбных флотов в период с ноября 2005 по ноябрь 2006 г. Объекты с момента вылова до анализа хранили в условиях глубокой заморозки. Белые мышцы отбирали всегда в определенном месте (выше боковой линии возле головы). В работе использовались методы тонкослойной хроматографии на пластинках и спектрофотометрический метод.

Сравнительный анализ полученных результатов показал, что сезонная динамика содержания адениловых нуклеотидов в белых мышцах обоих видов рыб имела общий характер.

Наименьшее содержание АТФ и суммарное содержание адениловых нуклеотидов наблюдалось в преднерестовый период, что, видимо, объясняется истощением рыб после зимовки, невысокой температурой воды, оказывающей значительное влияние на интенсивность потребления пищи и уровень обменных процессов у пойкилотермных животных, а также на развитие кормовой базы. В этот же период установлены очень низкие значения аденилатного энергетического заряда.

Ближе к нересту отмечено значительное повышение уровня АТФ в мышцах самцов морской камбалы – в 3,2 раза, самок – в 2,53 раза. Для трески увеличение содержания АТФ составило 2,4 раза у самцов и 1,6 раза у самок. Содержание АДФ и АМФ – продуктов разложения АТФ в ферментативных реакциях использования энергии макроэргических фосфатных связей для биосинтетических и других физиологических процессов, связанных с использованием энергии, соответственно, было понижено. Это может свидетельствовать об усилении фосфорилирования как окислительного, так и гликолитического, играющего значительную роль в энергетическом обеспечении мышечной ткани.

После нереста, который, как известно, связан со значительными затратами энергии, следует восстановительный период. Начало его характеризуется пониженным содержанием АТФ по сравнению с предыдущими значениями: на 58% у самцов и 53,1% у самок морской камбалы, на 48,8% у самцов и 23% у самок трески. Большую амплитуду колебаний уровня АТФ у самцов можно объяснить большими энергетическими тратами последних в период размножения.

Именно в преднерестовый, нерестовый и посленерестовый периоды в исследованиях выявлены различия в энергетическом обеспечении мышечной ткани самцов и самок, связанные, вероятно, с их разной ролью в репродуктивном процессе, и особенно выраженные в период нереста. Так, содержание АТФ у самок в эти периоды было ниже, чем у самцов: для морской камбалы в преднерестовый период разница составила 21,6%, в период нереста – 37,5%, в посленерестовый период – 30,2%. В аналогичные периоды для трески показатели содержания АТФ у самок

были ниже соответственно на 19,8%, 45,4% и 18%. В преднерестовый период для самцов характерно также большее содержание АДФ в белых мышцах: значения этого показателя у них превосходили таковые для самок морской камбалы на 11,6%, для самок трески – на 18,5%. Однако после нереста содержание АДФ было достоверно выше у самок – на 14,4% у экземпляров морской камбалы и на 12,3% у трески. Наиболее значительная разница в содержании АМФ зафиксирована лишь в нерестовый период и характеризуется повышенными величинами у самок: по сравнению с самцами своего вида в белых мышцах самок морской камбалы адениловой кислоты больше на 66%, в образцах ткани самок трески – на 80%.

Суммарное содержание адениловых нуклеотидов АД достоверно отличалось у особей разного пола перед нерестом и в большей степени во время нереста – у самцов морской камбалы в эти периоды показатели АД выше на 13,1% и 23,1%, у самцов трески – соответственно на 25,8% и 32,4%. Как видно из представленных данных, у самцов обоих видов в нерестовый период отмечено существенное повышение значений АД. В дальнейшем суммарное содержание адениловых нуклеотидов изменялось синхронно и характеризовалось повышением.

Достоверные отличия АЭЗ установлены в преднерестовый период, во время нереста и в восстановительный период и характеризуются пониженными величинами у самок – в среднем на 3,6%, 9,6%, 6,8% для морской камбалы и на 3,0%, 10,2%, 6,1% для трески. В дальнейшем статистически достоверных отличий между особями разного пола в энергетическом обмене белых мышц не наблюдалось.

Максимальные содержание АТФ, АД и значения аденилатного энергетического заряда обнаружены летом в период нагула, когда хорошая обеспеченность пищей и высокая температура обусловили большую интенсивность обменных процессов. Осенью эти показатели снизились, но уровень АТФ оставался достаточно высоким, это факт свидетельствует о том, что физиологические ритмы размножения вызывают гораздо большие сдвиги в энергетическом метаболизме мышечной ткани, чем колебания температуры воды в зависимости от времени года.

Кроме половых различий в содержании адениловых нуклеотидов, величинах АЭЗ были установлены и значительные видовые различия в уровне макроэргических фосфатов и адениловой кислоты для морской камбалы и трески.

Анализ результатов экспериментов показал, что содержание АТФ для всех периодов годового цикла достоверно выше у самцов и самок трески – в среднем соответственно на 35,18% и 35,1%. Относительно содержания АДФ и АМФ наблюдалось обратное соотношение. Содержание этих адениловых нуклеотидов на протяжении годового жизненного цикла у трески было ниже, чем у морской камбалы. Разница в содержании АДФ равна в среднем 8,4% у самцов и 9,5% у самок. Содержание АМФ в белых мышцах самцов морской камбалы больше на 54,3%, в тканях самок – на 43,5%. Для трески характерно более высокое

суммарное содержание адениловых нуклеотидов АД и значения аденилатного энергетического заряда АЭЗ. Значения АД для самцов трески превышают таковые у самцов морской камбалы в среднем на 19,4%, для самок трески АД в среднем больше на 13,9%. Величина АЭЗ для всех изученных периодов определенно больше у трески – на 10% у самцов и на 10,4% у самок.

Явное отклонение содержания АТФ, АД и величины АЭЗ в сторону больших значений свидетельствует о более высоком уровне энергетического обмена у самцов и самок трески. Установленные видовые отличия в содержании адениловых нуклеотидов определяются экологическими особенностями трески и морской камбалы и обусловлены более высоким уровнем морфофункциональной активности трески.

Сформулированные выводы в перспективе связаны с объединением полученных результатов и ранее накопленных данных о сезонных изменениях в обмене веществ рыб в рамках единого направления. Выявленные в процессе работы закономерности обмена адениловых нуклеотидов наряду с уже известными особенностями динамики основных энергетических веществ (белков, жиров, углеводов) могут использоваться как биохимические индикаторы состояния популяций на разных стадиях годового жизненного цикла, например, при краткосрочном прогнозировании состояния запасов рыб и в качестве основы сезонной передислокации промысла.

Список литературы

1. Трусевич, В.В. Фосфорный обмен при плавании рыб / В.В. Трусевич // Элементы физиологии и биохимии общего и активного обмена у рыб. – Киев : Наук. думка, 1978. – С. 145–167.
2. Хочачка, П. Стратегия биохимической адаптации / П. Хочачка, Д. Сомеро. – М. : Мир, 1977. – 398 с.
3. Шатуновский, М.И. Задачи физиологии и биохимии морских и проходных рыб в связи с организацией рационального промысла и искусственного воспроизводства / М.И. Шатуновский // Тр. ВНИРО, 1978, 120. – С. 7–12.
4. Шульман, Г.Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб / Г.Е. Шульман. – М. : Пищ. пром-сть, 1972. – 368 с.

О закономерностях проявления биохимических свойств лесной подстилки в условиях бореальной таежной зоны Кольского полуострова

Падалко В.В.*, **Шашкова Л.В.**** (**Мурманский государственный педагогический университет, кафедра географии и геоэкологии, **Агентство лесного хозяйства по Мурманской области*)

Laws of influence of a chemical compound of forests trees seeds of coniferous breeds and biochemical properties of a forest cover of ground laying on reproduction of woods in conditions of northern taiga zone of Kola peninsula have been considered.

Основная задача современного почвоведения заключается в постоянном дальнейшем проведении исследовании почв и, в первую очередь, динамики процессов, идущих в естественных почвах, что связывает между собой понятия об элементах живой и неживой природы.

Лесное почвоведение, как одно из специфических направлений этой науки, наиболее разностороннее и эффективно решает такого рода задачи. В этом числе заслуживает внимания тот факт, что в проблематике лесного почвоведения возникает необходимость более глубокого изучения биохимических свойств лесной подстилки.

Прежде всего, как отмечает Л.О. Карпачевский (3), лесная подстилка это особый биогеогоризонт, отличающийся от почвы, а потому не являющийся ее горизонтом. По своим свойствам лесная подстилка резко отличается от почвы. В ее составе преобладает органическое вещество, часть которого долгие годы сохраняет форму растительных остатков (листья, хвоя, ветки), поэтому лесную подстилку не рассматривают как генетический и диагностический горизонт почвы и выделяют ее как отдельное природное тело. В этом и кроется особая роль лесной подстилки, которая наиболее наглядно проявляется в составе почвенного покрова таежной зоны Кольского полуострова.

Первое, что обращает на себя внимание, это мощность лесной подстилки, которая достигает не более 5-10см, и что не менее важно, именно в этом тонком слое подстилки распространена корневая система сосны, ели, березы, составляющих основу лесных массивов Кольского полуострова. Следовательно, в лесной подстилке и должны быть сосредоточены все питательные вещества, обеспечивающие производительность древостоев бореальной таежной зоны Кольского полуострова.

Одним из факторов успешного роста и развития лесного сообщества является плодоношение его древостоев, которое, помимо всего прочего, напрямую зависит так же и от насыщенности лесной подстилки питательными зольными веществами.

Применительно к этому положению В.Д. Цветков сообщает о низкой зольности растительного опада сосняков и ельников Кольского полуострова.

По этой причине, а так же в силу неблагоприятных почвенно-климатических условий, плодоношение хвойных пород в условиях бореальной таежной зоны Кольского полуострова крайне нерегулярное. Это сказывается на успехе лесовосстановительных работ в регионе, так как обеспечение потребности в посевном материале только за счет семян местного происхождения не представляется возможным (1). Поэтому до последнего времени лесхозы Мурманской области в больших товарных объемах закупают семена хвойных пород в других лесорастительных районах Северо-Запада (Республика Карелия, Архангельская область, республика Коми). Опыт же, накопленный лесной наукой и практикой, показывает, что использование семян инорайонного происхождения приводит к формированию лесных культур из хвойных пород низкой сохранности или даже к их полной гибели (И.Б.Белецкий, 1968; Е.Н.Наквасина, 1999; А.Л.Федорков, 1999; В.Ф.Цветков, 2002). Причиной этого, как показывает В.В.Никонов (6) на примере лиственницы, выращиваемой на Кольском Севере, может служить зольность семян хвойных пород.

Лучшей адаптационной способностью к условиям Кольского Севера отличаются климатипы лиственницы с низкозольными семенами, характеризующимися высоким содержанием «балластного» элемента кремния и незначительным накоплением элементов-биофилов фосфора, кальция, а так же марганца. Поскольку сосна и ель также относятся, как и лиственница, к классу хвойных, мы можем констатировать факт успешного проведения лесовосстановительных работ на Кольском полуострове за счет низкой зольности семян сосны и ели местного происхождения.

Если же привести данные о зольности подстилки в лесах Карелии, то получится следующая картина. Суммарное содержание зольных элементов (Ca, K, Si, Mg, Mn, Al, Fe, Na), к примеру, в ельниках Карелии, по фитомассе составляет 300-600кг/га, а в подстилке 350-650 кг/га (В.В.Добровольский).

Если эти данные экстраполировать на состояние зольности семян хвойных пород той же сосны и ели, произрастающих в лесах Карелии, то можно с достаточно высокой степенью достоверности говорить и о высокой зольности их семенного потомства. И если эти семена высеять в условиях малой зольности лесной подстилки Кольского полуострова, то в первые 10-15 лет питательных веществ будет достаточно для роста лесных культур.

По мере роста деревцев в лесных культурах, они будут все больше и больше испытывать недостаток элементов-биофилов, низкое содержание которых, как говорилось выше, обнаруживается в лесной подстилке Кольского полуострова. Это будет способствовать ослаблению

растительного организма, в связи с чем деревья в зимний период начнут подмерзать, больше подвергаться влиянию снежного шурта и другим отрицательным воздействиям суровой природной среды Кольского полуострова.

И все-таки при наличии даже низкой урожайности местных семян хвойных пород, проблему товарного семеноводства при лесовосстановлении на Крайнем Севере можно решить за счет семян того же инорайонного происхождения. Для этого потребуются провести лабораторные исследования по зольности семян и лесной подстилки северных частей таежно-лесных ландшафтов республики Карелия, Архангельской области, республики Коми, наиболее близких по природно-климатическим условиям к Кольскому Северу.

Этим можно определить перспективные насаждения этих регионов для сбора семян с низкой зольностью и дальнейшего их использования в лесокультурном производстве Кольского полуострова.

Положительное разрешение всех вышеизложенных проблем будет иметь не только прикладное значение для лесного хозяйства Кольского полуострова, но и позволит глубже понять законы, управляющие поведением и взаимодействием базисных структур природы Кольского Севера. Для этого потребуются проведение различного рода экспериментальных работ с семенным материалом разного происхождения, а так же с пробами лесных подстилок в лесорастительных биоценозах Северо-запада и Кольского полуострова.

Список литературы

1. Белецкий И.Б. Плодоношение сосны на Кольском полуострове.- Мурманское книжное издательство, 1968.-с.41.
2. Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения: Учебник для вузов- М.:Гуманит. изд. центр ВЛАДОС,1999.-с.208.
3. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы.-М., Лесная промышленность, 1981.-с.76,77.
4. Наквасина Е.Н., Бедрицкая Т.В. Семенные плантации северных экотипов сосны обыкновенной. - Архангельск, Издательство Поморского государственного университета, 1999.- с.8.
5. 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
6. Федорков А.Л. Адаптация хвойных к стрессовым условиям Крайнего Севера.-Екатеринбург, 1999.-С.55,84.
7. Цветков В.Ф. Сосняки Кольской лесорастительной области и ведение хозяйства в них. - Архангельск, 2002-с.139

Исследование аминокислотного состава мышечной ткани заводской молодежи атлантического лосося

Похольченко Л.А. (МГТУ, кафедра биохимии, e-mail: ludapoh@yandex.ru)

Abstract. The aim of this work is study and investigation biochemical particularities of young generation *Salmo salar* from fish factory of Murmansk region, in particular, the study of aminoacids spectrum of its muscular tissue. The study of aminoacids spectrum of different tissues of animals allows to estimate the particularities of protein metabolism and physiological state of organism.

Комплекс негативных воздействий на популяции атлантического лосося настолько серьезен, что многие из них уже не в состоянии существовать без искусственного разведения и других мер, направленных на восстановление и поддержание промысловых запасов. В свою очередь, применение этих мер невозможно без глубокого знания и грамотного использования биологических особенностей атлантического лосося на всех этапах его жизненного цикла.

Несмотря на чрезвычайную ценность атлантического лосося, остается недостаточно изучена его биология в связи с популяционной принадлежностью и условиями существования. Чрезвычайно скудны сведения о биохимическом составе лосося разных мест обитания и происхождения. Имеющаяся информация либо фрагментарна и по большей части устарела, либо требует проверки и уточнения.

Изучение аминокислотных спектров различных тканей животных позволяет в определенной степени оценивать особенности белкового обмена и физиологическое состояние организма.

Цель данной работы – изучение и исследование биохимических особенностей молодежи атлантического лосося, выращенной на рыболовных заводах Мурманской области, в частности, изучение аминокислотных спектров её мышечной ткани.

Для исследования аминокислотного состава отбирали образцы мышечной ткани сеголетков лосося, развивавшихся в искусственных условиях содержания (Кандалакшский, Умбский, Тайбольский рыболовные заводы). На всех рыболовных заводах для питания молодежи использовали корм идентичного состава.

Аминокислотный состав образцов мышечной ткани молодежи лосося исследовали в лаборатории биохимии и технологии гидробионтов ПИПРО. Для определения содержания связанных аминокислот использовали модифицированный метод жидкостной хроматографии.

Анализ полученных результатов показал, что при одинаковом качественном составе аминокислот в мышцах молодежи, выращенной на разных заводах, их процентное содержание также практически не различается. Полученные данные подтверждают факт длительного

кормления молоди лосося всех трех рыбоводных заводах кормом одинакового качественного состава.

Установлено сходство аминокислотного спектра мышечных белков сеголетков, несмотря на их развитие и рост на разных рыбоводных заводах. В количественном отношении доминировали глутаминовая кислота, лизин и аспарагиновая кислота. Аминокислоты гистидин, треонин, тирозин, валин и изолейцин были лимитирующими. Сумма основных и кислых аминокислот в мышцах молоди с Тайбольского рыбоводного завода была меньше, чем в мышцах молоди двух других исследованных групп. Кроме того, отношение основных аминокислот к кислым у молоди с Тайбольского завода несколько меньше, нежели это отношение у сеголетков с Умбского и Кандалакшского рыбоводных заводов. Можно предположить, что условия выращивания (температура, качество воды, содержание кислорода или другие абиотические факторы) на Тайбольском рыбоводном заводе, по сравнению с Умбским и Кандалакшским, были менее благоприятными для роста молоди.

Как известно, нейтральные аминокислоты участвуют в обеспечении осморегуляции (Чечеткин А.В., 1982). Недостаточное содержание валина способствует изменению осморегуляции у рыб. Уменьшение содержания тирозина ведет к нарушению нормального процесса превращения белков, жиров и углеводов (Анисимов А.А., 1986). Низкий уровень гистидина может снижать интенсивность синтеза белков, вызывать нарушения в производстве биологически активных аминов и оказывать не прямое влияние на функциональное состояние систем в организме сеголетков (Чечеткин А.В., 1982, Добрынина В.И., 1963). Таким образом, по биохимическому составу тканей гидробионтов можно с большой степенью достоверности судить о глубине и характере протекающих при этом физиологических процессов.

Низкий возврат лосося, выращенного на искусственных кормах, подверженность заводской рыбы различным заболеваниям свидетельствует о его пониженной жизнеспособности, которая может быть вызвана дисбалансом аминокислот в искусственном корме.

Комплексные исследования химического состава и биохимических свойств молоди лосося атлантического являются актуальными и необходимыми, поскольку решают вопросы воспроизводства ценных видов рыб в условиях уменьшения отечественных промысловых биоресурсов.

Список литературы

1. Анисимов, А.А., Леонтьева, И.Ф. Основы биохимии : учебник для студ. биол. спец. ун-тов. – М. : Высш. шк., 1986. – 551 с.
2. Чечеткин, А.В., Головацкий, И.Д. Биохимия животных. – М. : Высш. шк., 1982. – 511 с.
3. Добрынина, В.И. Учебник биологической химии. – М. : Гос. из-во мед. лит-ры, 1963. - 448 с.

Фракционирование ферментного препарата гепатопанкреаса камчатского краба *Paralithodes camtschaticus*

Рысакова К.С.^{1,2}, Новиков В.Ю.¹ (¹Мурманск, Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (ПИНРО), ²МГТУ, биологический факультет, кафедра биохимии, e-mail: Rysakova_Kira@mail.ru)

Abstract. This article is devoted to research fractionating the enzyme allocated from hepatopancreas of Kamchatka crab *Paralithodes camtschaticus*. Revealing fraction of the enzyme possessing the maximal activity is carried out. Definition of molecular weights of fibers responsible for the certain kind of activity. Results of our researches will help to optimize conditions of reception of products of chitin hydrolysis. And also to achieve maximal use of all components of trade kinds sea hydroinvertebrates.

Крупнотоннажные не утилизируемые отходы морского промысла, а именно гепатопанкреас камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* могут служить высококачественным сырьем для промышленного получения комплексного ферментного препарата (Мухин и др., 2003). Фермент обладает высокой терапевтической активностью и может быть с успехом использован для нужд практической медицины и ветеринарии.

Целью нашей работы было определить фракцию ферментов, обладающих максимальной протеолитической и гликолитической активностью.

Основными задачами, поставленными при решении данной проблемы, были:

- 1) Исследование полученных белковых фракций.
- 2) Обнаружение фракции с максимальной активностью.

Практическая значимость:

- 1) Оптимизация условий получения продуктов гидролиза хитина.
- 2) Максимальное использование всех составных частей промысловых видов морских гидробионтов.
- 3) Повышение эффективности морского промысла за счет утилизации его отходов.

Объекты исследования и экспериментальные методики

В данной работе анализировался ферментный препарат, полученный из гепатопанкреаса камчатского краба одним из общепринятых и наиболее доступных способов получения комплексных ферментных препаратов (Сахаров и др., 1988).

Фракционирование с использованием сульфата аммония проводилось по общеизвестной методике. (Скоупс, 1985).

Фракционирование белков с помощью гель-фильтрации проводилось на колонке, неподвижная фаза в колонке – Sephadex G-100 super fine, элюент – физиологический раствор.

Для хроматографического анализа белковых фракций использовали метод эксклюзионной высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием системы ВЭЖХ LC-10A_{VP} (Shimadzu Corp., Япония) и колонки TSK-gel Alpha-4000 (30 × 0,78 см) с предколонкой TSK-gel guardcolumn Alpha (6 × 0,4 см) (TOSOH, Япония). Элюент – 0,3 М NaCl.

Фракционирование сульфатом аммония

Многие ферменты осаждаются из раствора в достаточно узкой области концентрации соли, что делает эту процедуру высокоэффективным методом фракционирования.

Обычно самую высокую растворимость в солевых растворах белки имеют при рН 7, когда они содержат наибольшее число заряженных групп.

В области высаливания растворимость белков обычно снижается с повышением температуры. Оптимальная $t = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

При фракционировании белков путем высаливания, рекомендовано использовать сульфат аммония, так как эта соль не имеет недостатков при работе с типичным белком. Исключение составляют те случаи, когда нужно работать при высоких значениях рН. Растворимость сульфата аммония очень мало меняется в области температур 0-30 $^{\circ}\text{C}$.

Фракционирование сульфатом аммония имеет одно важное преимущество по сравнению практически со всеми другими методами – оно приводит к стабилизации белков. Суспензия белкового осадка или кристаллов в 2-3 М растворе NH_4HSO_4 стабильна в течение многих лет.

Соль никогда не осаждает фермент полностью, а только снижает его растворимость. Высокий выход считается 90 %-ное осаждение фермента.

Процесс фракционирования – это всегда компромисс, между выходом активности или степенью очистки. (Скоунс, 1985).

Было произведено фракционирование фермента, выделенного из гепатопанкреаса камчатского краба *Paralithodes camtschaticus*. Сульфатом аммония осаждали 2 % раствор фермента. На рис. 1 показано распределение белка при его осаждении сульфатом аммония. Видно, что при насыщении 40-60 % осаждается больше фермента, чем при насыщении 60-80 %, 10-40 %. При насыщении менее 25 % обычно осаждаются частицы, а также агрегированные или очень высокомолекулярные белки.



Рис. 1. Изменение оптической плотности белковой фракции при различной степени насыщения сульфатом аммония, %.

В каждой фракции была определена протеолитическая активность на субстрате казеинат натрия. Результаты приведены на рис. 2.



Рис. 2. Зависимость протеолитической активности от степени насыщения раствора.

Из рис. 2. видно, что максимальной протеолитической активностью обладают фракции 12-14, которым соответствуют степени насыщения раствора 60-70 %. Далее планируется выявить подобную зависимость для гликолитической и экзохитиназной активностей.

Каждая фракция, полученная осаждением сульфатом аммония была охарактеризована также с помощью эксклюзионной ВЭЖХ с целью связать максимум активности с фракцией белков определенной молекулярной массы.

Сравнение хроматограмм позволило сделать вывод, что за протеолитическую активность отвечают, по-видимому, белки с молекулярными массами, лежащими в области 18-24 кД и 70-120 кД (рис. 3).

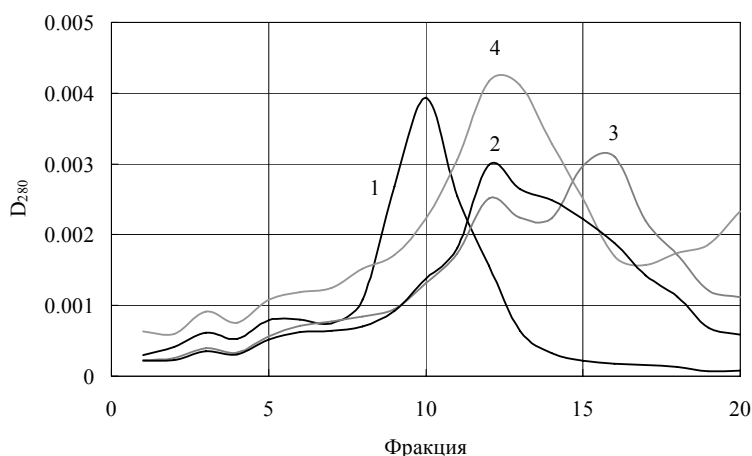


Рис. 3. Распределение по фракциям белков с различными молекулярными массами: 354 кД (1), 117 кД (2), 79 кД (3) и 21 кД (4).

Фракционирование белков с помощью гель-фильтрации

Неподвижная фаза в колонке – Sephadex G-100 super fine, элюент – физиологический раствор.

Фракционирования на колонке с Сефадексом мы использовали для количественного выделения фракции белков, проявляющей максимальную ферментную активность.

В отличие от фракционирования по растворимости (с сульфатом аммония) гель-хроматография позволяет получить разделение по молекулярным массам белков. Зная приблизительно область молекулярных масс, в которой сконцентрирована максимальная

активность ферментов, мы выбрали колонку с гелем, обеспечивающим разделение белков со средними молекулярными массами (Сефадекс G-100 super fine). (Дэвени, 1976).

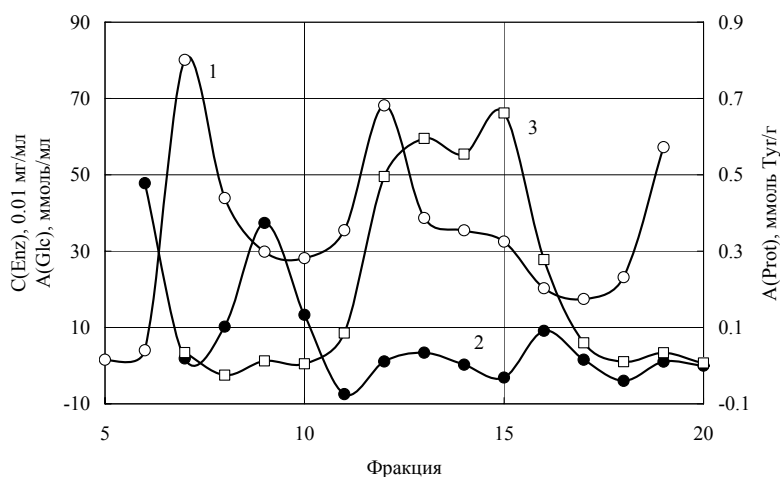


Рис. 4. Распределение ферментного препарата (1), гликолитической (2) и протеолитической (3) активностей по фракциям. Фракционирование проведено на Sephadex G-100.

Еще одним подтверждением того факта, что за гликолитическую и протеолитическую активность ответственны различные ферменты являются графики, изображенные на рис. 4., где видно, что максимальные пики этих двух видов активностей соответствуют белкам с разными молекулярными массами. Максимумы фракций, проявляющие гликолитическую и протеолитическую активность не совпадают друг с другом. Пик гликолитической активности локализован во фракциях 7-11, протеолитическая – 11-18.

Полученные результаты позволяют утверждать, что в ФП присутствуют разные ферменты, проявляющие гликолитическую и протеолитическую активность.

Выводы

1. Выявлены белковые фракции ферментного препарата, обладающие максимальной протеолитической и гликолитической активностью.
2. Экспериментально подтверждено, что за гликолитическую и протеолитическую активность отвечают различные ферменты.

Список литературы

1. Дэвени Т., Гергей Я. Аминокислоты, пептиды и белки. М.: Мир, 1976.
2. Мухин В. А., Новиков В. Ю. Рекомендации по рациональному использованию отходов переработки камчатского краба Баренцева моря // Камчатский краб в Баренцевом море. – Изд. 2-е, перераб. и доп. - Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2003. – С. 312-325.
3. Сахаров И.Ю., Литвин Ф.Е., Артюков А.А., Кофанова Н.Н. Очистка и характеристика коллагенолитической протеазы из гепатопанкреаса *Paralithodes camtschatica* // Биохимия. – 1988. – Т. 53. – С. 1844-1849.
4. Скоупс Р. Методы очистки белков.- М.: Мир, 1985.

Сравнительный анализ молекулярно - массового распределения пептидных фракций в составе гидролизатов концентрата белков коровьего молока, получаемых в процессе протеолиза различными ферментными препаратами

Смирнова Е.Б. (МГТУ, кафедра биохимии), **Мухин В.А.** (Мурманск, Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (ПИНРО))

Comparative analysis of molecular – mass distribution of peptides fractions in content of hydrolysates of concentrate of cow milk proteins, obtaining during process of proteolysis with different ferment preparates is considered in this article

Одним из перспективных направлений по разработке новых источников пищевых эссенциальных микроэлементов (ЭМ) таких, как цинк, медь, хром, является их комплексообразование с ферментативными гидролизатами пищевых белков. Эффективность связывания ЭМ ферментализатом (и соответственно содержание этого микроэлемента в комплексе) во многом определяется фракционным составом последнего. В свою очередь молекулярно-массовое распределение пептидных фракций и содержание свободных аминокислот в составе ферментализата зависит от многих факторов (рН среды, температуры, длительности ферментализа и др.), и в первую очередь, от специфичности действия используемых ферментных препаратов. Поэтому особое значение приобретает выбор соответствующего ферментного препарата, обладающего протеолитической активностью.

В ходе работы был проведен сравнительный анализ молекулярно-массового распределения пептидных фракций в составе гидролизатов концентрата белков коровьего молока (ГКБКМ), получаемых в процессе протеолиза ферментными препаратами «Флавоэнзим» и «Панкреатин», а также и ферментным препаратом из гепатопанкреаса камчатского краба.

В качестве субстрата и ферментных препаратов использовались следующие реактивы: концентрат белка коровьего молока, КБКМ (ВЕ 8527, Дания); ферментный препарат «Флавоэнзим», ФЛЭ («Novozyme», Дания); панкреатин (Германия); ферментный препарат из гепатопанкреаса камчатского краба (ФПГКК), Россия.

В первой серии экспериментов было исследовано влияние повышения температуры реакционной среды на молекулярно-массовое распределение пептидных фракций гидролизатов концентрата белка коровьего молока (ГКБКМ), получаемых при использовании ферментного препарата из гепатопанкреаса камчатского краба (ФПГКК) и было установлено, что повышение температуры в интервале 25°C - 50°C приводит к существенному повышению эффективности протеолиза, о чем

свидетельствовало уменьшение в гидролизате, полученном при 50°C, удельного содержания высокомолекулярных структур.

Далее были определены молекулярно-массовые распределения пептидных фракций в составе гидролизатов, полученных при различных соотношениях белкового субстрата и ферментных препаратов ФПГКК, ФЛЭ и панкреатина и было выявлено, что повышение соотношения фермент/субстрат за счет увеличения концентрации ФПГКК от 0,2% до 5,0% при продолжительности ферментализации 22 часа в водной среде без рН-статирования при температуре 50°C снижало содержание высокомолекулярных структур в получаемом гидролизате более чем в три раза. При этом удельное содержание фракции со средней молекулярной массой менее 1,4 кД, в состав которой входят относительно короткоцепочечные пептиды и свободные аминокислоты, увеличилось с 35,5% до 63,8%.

В заключительной серии опытов был проведен сравнительный анализ ГКБКМ, полученных с использованием ФПГКК 0,5% и коммерческих препаратов «Флавоэнзим» 0,5%, 2,0%, 5,0% и «Панкреатин» 2,0%, 5,0% , которые применяются в промышленности для получения гидролизатов пищевых белков. Время гидролиза препаратом «Панкреатин» ограничили 8 часами, т.к. дальнейшее увеличение времени проведения реакции не приводило к увеличению степени гидролиза, а условия гидролиза препаратом «Флавоэнзим» были установлены согласно рекомендациям фирмы - изготовителя. Температура во всех случаях составляла +50°C. Интервал, в котором изменялись концентрации ФЛЭ был несколько уже: 0,5%-5,0%.

Таким образом было установлено, что при концентрации всех трех исследуемых ферментных препаратов, равной 0,5%, наименьшее содержание высокомолекулярных структур в получаемом продукте обнаруживается при 8 часовом гидролизе «Панкреатином» в условиях рН-статирования. Однако для дальнейшего практического использования ферментализата в виде комплекса с ЭМ наличие «постороннего макроэлемента» натрия или калия, присутствующего в результате поддержания оптимального рН нежелательно. Остаточные нерасщепленные высокомолекулярные и соответственно потенциально аллергенные белковые структуры ферментализатов могут быть эффективно и сравнительно просто удалены путем ультрафильтрации. Поэтому более перспективным способом получения пептидно-аминокислотных смесей для их комплексирования с ЭМ представляется ферментативный гидролиз КМБ в водной среде препаратами ФПГКК и ФЛЭ. При низкой концентрации (0,5%) использование ФПГКК более эффективно по сравнению с ФЛЭ, затем с увеличением соотношения фермент/субстрат эффективность протеолиза этими ферментными препаратами практически одинакова, если оценивать её по молекулярно-массовому распределению пептидных фракций получаемых гидролизатов.

Список литературы

1. Мухин В.А., Новиков В.Ю. Ферментативные белковые гидролизаты тканей морских гидробионтов: получение, свойства и практическое использование. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2001.
2. Мухин В.А., Новиков В.Ю. Протеолиз и протеолитические ферменты в тканях морских беспозвоночных. Мурманск, 2002.
3. Мосолов В.В. Протеолитические ферменты. М., 1971.
4. Пивненко Т.Н., Позднякова Ю.М., Давидович В.В. Получение и характеристика белковых гидролизатов с использованием ферментных препаратов различной специфичности // Изв. ТИНРО- центра, Т.120. - 1997.
5. Sacharov I. Yu., Dzunkovskaya A. V., Artyukov A. A., Zakharova N. N. Purification and some properties of elastase from hepatopancreas of king crab *Paralithodes camtschatica* // Comp. Biochem. Physiol. 1993. V. 106B, N. 3. P.681-684.

Альтернативный метод лечения декомпрессионной болезни и баротравмы легких

Филатов Н.В. (МГТУ, кафедра биохимии)

Abstract. Alternative method of treatment of decompressive illness and barotraumas of lungs is considered in this article. This alternative method is the oxygen recompression. The author considers the conditions and the different regimes of decompression which are suitable for this method.

Известно, что до последнего времени, единственным эффективным методом лечения баротравмы легких и декомпрессионной болезни являлась лечебная рекомпрессия, Лечебная рекомпрессия проводится в водолазных барокамерах, что требует достаточно сложного технического и организационного обеспечения. Кроме того водолазных барокамер в стране очень не много и сосредоточены они только в специальных структурах некоторых морских городов.

Таким образом, проблема альтернативного метода оказания помощи водолазам с БЛ и ДБ является задачей крайне актуальной.

Одним из таких методов является кислородная рекомпрессия, которая может оказаться незаменимой при проведении погружений в значительном отдалении от специализированных медицинских учреждениях с водолазной барокамерой, а также при невозможности эвакуации пострадавшего.

При грубых нарушениях режимов декомпрессии, практически неизбежно приводящих к ДБ и БЛ, следует применить предложенный метод профилактики и лечения ДБ и БЛ, а именно кислородной рекомпрессии — немедленного повторного погружения пострадавшего на глубину 10 м с использованием для дыхания кислорода с последующим подъемом по режиму декомпрессии.

При указанном методе лечения в период пребывания пострадавшего на глубине 10 м и дыхании кислородом с парциальным давлением 2 кгс/см² организм дополнительно не насыщается азотом, вдвое уменьшается объем газовых пузырьков, давление азота в них в 2 раза увеличивается, а ткани и жидкие среды вокруг газовых пузырьков насыщаются кислородом, за счет чего увеличивается рассасывающий перепад. Поэтому при дыхании кислородом рассасывание организма от азота происходит в 2 раза быстрее, чем при дыхании воздухом, и создаются условия для ликвидации газовых пузырьков.

Кислородные режимы, разработанные с учетом тяжести заболевания и используются с целью лечения легких форм ДБ, исключения перехода легкой формы ДБ в заболевание средней или тяжелой формы, значительного снижения тяжести ДБ, профилактики ДБ при грубом нарушении режима декомпрессии.

Кислородная рекомпрессия с применением представленных ниже режимов (таблица 1) может проводиться только в тех случаях, когда пострадавший находится в сознании и его общее состояние удовлетворительно.

При легкой форме ДБ (необычно сильная усталость, зуд кожи) рекомендуется режим №1.

При ДБ средней тяжести (боли различной интенсивности в мышцах и суставах конечностей) рекомендуется режим № 2.

При тяжелой форме ДБ (парезы или параличи конечностей, головокружение, тошнота, рвота, помрачение или потеря сознания) или при БЛ (помрачение или потеря сознания, учащение дыхания, кашель, боли в груди, кровохаркание, отечность тканей в области шеи и надплечий, парезы или параличи конечностей) после восстановления сознания рекомендуется использовать режим кислородной рекомпрессии № 3.

В случае грубого нарушения режима декомпрессии кислородную рекомпрессию следует начать не позже чем через 4-5 мин после всплытия (режим № 4), при более позднем начале лечения могут возникнуть признаки ДБ.

Декомпрессию начинают после окончания времени пребывания на глубине 10 м в соответствии с режимами № 1–4.

Таблица 1

Режим	Глубины и выдержки на остановках при дыхании кислородом. Переход с 10 на 8 м (а также все последующие переходы на очередную остановку и до поверхности) во всех режимах осуществляется за 1 мин.					Расход O ₂ в литрах
	10 м	8 м	6 м	4 м	2 м	
№ 1 (легкая форма ДБ)	До исчезновения симптомов + 10 мин, но не более часа	5 мин	10 мин	10 мин	20 мин	1830 л (2 м ³)
№ 2 (ДБ средней тяжести)	До исчезновения симптомов +10 мин, но не более часа	10 мин	20 мин	25 мин	30 мин	2410 л (2,5 м ³)
№ 3 (БЛ, тяжелая форма ДБ)	До исчезновения симптомов + 10 мин, но не более часа	15 мин	25 мин	30 мин	40 мин	2770 л (3 м ³)
№ 4 (при отсутствии симптомов ДБ после грубого нарушения декомпрессии)	30 мин	5 мин	10 мин	10 мин	15 мин	1170 л (1,2 м ³)

Значительно упрощает, делает метод кислородной рекомпрессии удобным и комфортабельным, использование кислородных медицинских барокамер. Кроме того, в такой барокамере можно оказывать помощь водолазу с нарушением сознания. А учитывая их достаточно разветвленную сеть в медицинских учреждениях, видимо за ними приоритет в использовании данного метода.

Даже в том случае, когда кислородная лечебная рекомпрессия была проведена своевременно и успешно, никогда не следует забывать, что такая рекомпрессия является лишь мерой первой помощи (особенно при баротравме легких и декомпрессионной болезни средней или тяжелой степени) – она не снимает показания для последующего специализированного лечения.

Изучение структурных характеристик эффективных противовоспалительных средств

Хайруллина В.Р., Мухаметов А.Д., Тюрина Л.А., Гарифуллина Г.Г., Герчиков А.Я., Зарудий Ф.С. (г. Уфа, Башкирский государственный университет, кафедра физической химии и химической экологии, e-mail: gerchikov@inbox.ru)

By computer system SARD-21 (Structure Activity Relationship & Design) recognized structural attributes of highly- and lowly- effective nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs). On this information creates the model for forecast anti-inflammatory effectiveness of medicines with 76-81% level of recognition. New data can be used for creating new highly effective NSAIDs, and for incrementing effectiveness of convenient ones.

На сегодняшний день известно свыше сотни нестероидных противовоспалительных лекарственных средств (НПВЛС), различающихся по структуре, эффективности противовоспалительного действия и степени токсичности (1-3). Установлено, что противовоспалительное действие НПВЛС обуславливается, в значительной степени, ингибированием фермента циклооксигеназы (ЦОГ), существующей в виде двух близких по структуре изомерных форм: ЦОГ-1 и ЦОГ-2 (1). Имеется множество работ, дискутирующих о вкладе каждой из изоформ ЦОГ в воспалительный процесс и терапевтической эффективности НПВЛС, селективно ингибирующих эти изоформы (5). Установление различий в строении активных центров ЦОГ-1 и ЦОГ-2 а также того факта, что содержание ЦОГ-2 в тканях и органах повышается на фоне развития воспаления, послужило активному поиску и разработке НПВЛС, селективно ингибирующих активность этого фермента (5).

Механизм противовоспалительного действия НПВЛС в значительной степени связан с химическим взаимодействием структурных фрагментов НПВЛС с активными центрами ЦОГ. Эффективность связывания определяется природой фармакофорных групп, а, следовательно, строением ингибиторов ЦОГ.

Целью настоящей работы было выявление структурных фрагментов, ответственных за эффективное связывание молекул НПВЛС с активным центром циклооксигеназы, и создание на основе установленных закономерностей модели прогноза эффективности противовоспалительного действия НПВЛС. Для выполнения этой задачи была использована теория распознавания образов (6-7), успешно реализованная в программном пакете SARD-21 (Structure Activity Relationship & Design) (8).

1. Методика эксперимента

Анализ взаимосвязи структура – эффективность противовоспалительного действия выполнен с использованием методов теории распознавания образов, успешно реализованных в программном пакете SARD-21 (Structure Activity Relationship & Design) (8).

Система позволяет выявить признаки, ответственные за проявление целевой активности, количественно оценить степень их влияния, создать математическую модель прогноза активности, и провести комплекс процедур по модификации известных и дизайну новых структур с целью усиления (ослабления) целевого свойства. Исследования включали в себя нескольких этапов:

1. Формирование обучающей выборки. Формирование обучающей выборки проводили в соответствии с дихотомической процедурой с использованием 99 соединений: ряд А – эффективные противовоспалительные агенты (в него вошли соединения, имеющие значения константы ингибирования IC_{50} изоформ циклооксигеназ (ЦОГ) менее, чем 0.1 мкмоль) и ряд В – низкоэффективные противовоспалительные агенты (к ним отнесены структуры, с значениями IC_{50} свыше 1 мкмоль).

2. Представление структур соединений на принятом языке описания, включающее в себя дезагрегирование исходных структур, и образование сложных субструктур и их логических сочетаний (конъюнкций, дизъюнкций).

3. Анализ влияния структурных признаков на наличие исследуемой активности. В качестве величины, характеризующей активность используется коэффициент корреляции качественных признаков Юла ($1 < r > -1$). В рамках используемой модели, чем выше положительное значение r , тем больше влияние рассматриваемого признака на противовоспалительную активность (ПВА).

4. Формирование математической модели распознавания и прогноза на основе решающего набора признаков (РНП). РНП формируется в виде логического уравнения типа: $C = F(S)$, где C – Свойство (активность); F - правила распознавания (алгоритм распознавания образов. В соответствии с двумя алгоритмами теории распознавания образов: геометрическому подходу и голосованию по данному уравнению производится классификация и ранжирование исследуемых соединений на наличие целевого свойства. Сопоставление РНП с результатами его тестирования на группе с известной степенью выраженности ПВА представляет собой математическую модель прогноза данного свойства.

Тестирование данного РНП на экзаменационной выборке состоящей из 21 структур с известной степенью эффективности показало 76-81% уровень достоверного распознавания, что свидетельствует о применимости созданной математической модели для дальнейших исследований.

2. Результаты и их обсуждение

Применив вышеописанный алгоритм к исследованию соединений обучающей выборки, нами были выявлены фрагментарные признаки и их

логические сочетания, потенциально ответственные за противовоспалительную активность (ПВА). На базе наиболее значимых факторов получен РНП (табл. 1), позволяющий не только выявлять соединения, обладающие ПВА, но и ранжировать их по силе противовоспалительного действия.

Таблица 1.

Решающий набор признаков

№ признака	Содержимое признака	r
1	$\{(>C=C<)-(-Cl)\}! \{(>SO_2)-(1,4\text{-дизам.бензол})\}! \{(>C=C<)-(-Br)\}$	0,504
2	$\{(-NH_2)-(>SO_2)\}! \{(>C=C<)-(-Cl)\}! \{(>C=C<)-(-Br)\}$	0,497
3	$(-Cl)! (-NH_2)! (-Br)$	0,465
4	$\{(>SO_2)-(1,4\text{-дизам.бензол})\}# \{(>C=C<)-(2,3\text{-дизам.тиофен})\}# \{(>C=O)-(1,4\text{-дизам.бензол})\}$	0,422
5	$(1,4\text{-дизам. бензол})! (>CH-)! (-S-)$	0,362
6	$(1,3,5\text{-тризам.-1Н пиразол})# (1,3,4\text{-тризам.бензол})# (1,1,2,3,4\text{-пентазам.-1,2,3,4-тетрагидро-1a}^4\text{ тиено [2,3-e][1,2] тиазин})$	0,314
7	$(-OH)# (-NH-)#(-H_het)$	0,307
8	$(>C=O) \#(1,2,3,5\text{-тетразам.-1Н-индол})# (1,1,2,3,4\text{-пентазам.-1,2,3,4-тетрагидро-1a}^4\text{ тиено [2,3-e][1,2] тиазин})$	- 0,346
9	$(-O-)#(-N=C<)#(>N-)$	- 0,297
10	$(1,2,3,4,5\text{-пентазам.-2,5-дигидро-1Н-пиррол})# (2,3\text{-дизам. тетрагидро 2Н-фуран})# (-CH_2-)$	- 0,277
11	$\{(-OH)-(>C=O)-(>C=C<)\}$	- 0,239
12	$\{(-OH)-(>C=C<)\}$	- 0,217
13	$\{(>C=O)-(>C=C<)\}$	- 0,20

		5
14	(F)# (-H_het) #(>N-)	- 0,20 2

где !-знак дизъюнкции, #-знак строгой дизъюнкции.

Тестирование РНП на экзаменационной выборке, состоящей из 21 соединения с известной степенью эффективности, а также структурах исходного ряда показало, что оптимальный результат достоверного прогноза (82,73% и 85,62% по методам «голосования» и геометрического подхода соответственно для соединений обучающего ряда; 81% и 76% для структур экзаменационной выборки) достигается при совместном использовании конъюнкций, дизъюнкций и строгих дизъюнкций (логическое «или» и «или не»). Таким образом, полученные результаты свидетельствует о применимости созданной математической модели для дальнейших исследований.

Дополнительно проведен анализ циклических и ациклических структурных признаков на проявление ПВА. Установлено, что из фрагментарных признаков наибольший вклад в проявление ПВА вносят такие функциональные группы, как -Cl, -Br, -NH₂, >SO₂. Из циклических фрагментов для эффективных НПВЛС характерны 1,4-ди- и 1,2,4,5-тетразамещенные ароматические системы. Анализ влияния субструктурных параметров на ПВА рассмотрен с учетом их принадлежности к различным функциональным группам. Вклад субструктурных дескрипторов в целевое свойство неоднозначен и меняется в зависимости от природы формирующих их фрагментов, а также способа их сочетания друг с другом. Определены наиболее значимые сочетания указанных выше функциональных групп.

В частности, установлено, что среди азотсодержащих признаков наибольшее влияние на ПВА оказывает сочетание первичной аминогруппы с сульфоновым фрагментом, а также признаки, в которых аминогруппа связана с 1,4-дизамещенным бензолом. Для эффективных соединений также характерны признаки, полученные в результате сочетания третичного азота с азометиновой и этиленовой группами. Интересно отметить, что способ сочетания фрагментов в этих признаках не влияет на целевое свойство.

Из галогенсодержащих признаков наибольший положительный вклад в ПВА показали хлор- и бромсодержащие ароматические фрагменты. Среди фторсодержащих признаков наибольшим положительным значением коэффициента информативности отличаются трифторметильная группа и ее сочетания с 1,3,5-тризамещенным 1H-пиразолом, а также фрагменты, полученные в результате включения фтора в структуру 1,4- и 1,2,4,5-тетразамещенных ароматических фрагментов.

Среди кислородсодержащих признаков высокой отрицательной оценкой информативности характеризуются гидроксильная и

карбонильная группы. Отрицательный вклад в целевое свойство вносит и карбоксильная группа (сочетание ($>C=O$)-(-OH)). В целом, влияние этих функциональных групп на ПВА неоднозначно. Так, например, сочетание метинового фрагмента с карбоксильной группой положительно влияет на проявление противовоспалительных свойств, в то время как связывание карбоксильной группы с п- и о-замещенным бензолом не типично для эффективных соединений. Высокую положительную оценку информативности показывают сочетания карбонильной группы с циклами 1,2,3,5-тетразамещенным -1H-индолом и 1,4-дизамещенным бензолом. Следует ожидать, что введение метоксильной группы в ароматические фрагменты НПВЛС будет способствовать повышению их терапевтического действия.

Результаты изучения взаимосвязи «структура-эффективность противовоспалительного действия» в ряду НПВЛС позволяют проводить виртуальный скрининг различных природных и синтетических веществ на наличие противовоспалительной активности (ПВА), предсказать возможные направления модификации уже известных и активно используемых НПВЛС с целью усиления их противовоспалительного действия, а также предложить ценные практические рекомендации к синтезу новых эффективных соединений.

Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках проекта «Развитие научного потенциала высшей школы» (2006-2008 годы) и Роснауки (Госконтракт № 02.438.11.7003).

Список литературы

1. Насонов Е.Л. (2000) Нестероидные противовоспалительные препараты (Перспективы применения в медицине), «Анко», Москва.
2. Brooks P., Day R. (1993) N. Engl. J. Med., 324, 1716–1725.
3. Насонов Е.Л. (2002) РМЖ, 10 (4), 206 – 212.
4. Laurel J., Benjamin D. (2002) Mediators of Inflammation, 11, 275–286.
5. Лазарева Д.Н., Муфазалова Н.А., Муфазалов, Самигуллина Л.И., Рафикова Э. А. (2005) Нестероидные противовоспалительные препараты, «Здравоохранение Башкортостана», Уфа.
6. Кадыров Ч.Ш., Тюрина Л.А., Симонов В.Д., Семенов В.А. (1989) Машинный поиск препаратов с заданными свойствами, Фан, Ташкент.
7. Стьюпер Э., Брюггер У., Джурс П. (1982) Машинный анализ связи химической структуры и биологической активности, Мир, М.
8. Кирлан В.В. (2003) Прогноз и молекулярный гетероорганических соединений с комплексом заданных свойств. Автореф. дисс. канд. хим. наук, БашГУ, Уфа.

Зависимость посевных качеств семян хвойных пород местного и инорайонного происхождения от содержания в них водорастворимого белка

Шашкова Е.В. (МГТУ, кафедра биохимии)

Forest cultures from seeds of other regions perish because they cannot adapt for climatic conditions of the Kola north. The comparative analysis of qualities of seeds of a spruce and a pine local and collected in other regions has shown, that normal sprouts and energy of germination of seeds depends on the maintenance (contents) in them of water-soluble protein. The more in seeds of protein, the their qualities are higher.

Одним из важнейших вопросов в практике лесного хозяйства является выбор способов восстановления леса на непокрытых лесом площадях. От правильного выбора зависит не только качество будущих лесов, их производительность, но и в какой-то мере эффективность всего лесохозяйственного производства.

При экстенсивном ведении хозяйства в лесах Мурманской области основным считается естественное лесовозобновление. Вместе с тем имеется ряд категорий площадей, где без вмешательства человека восстановление леса задерживается на разное время или совсем не происходит.

Многие годы основным методом создания лесных культур на Кольском Севере оставался посев. Постоянство этого метода в регионе определено благоприятным сочетанием почвенно-климатических условий. Хорошей грунтовой всхожести семян, высокой приживаемости всходов и успешному их росту благоприятствуют умеренные летние температуры воздуха, достаточное количество осадков в вегетационный период.

Однако посевы менее эффективны, чем посадки. Культуры, созданные посевами медленнее растут в высоту и по диаметру. Посадки более устойчивы к неблагоприятным факторам среды (выжимание растений кристаллами льда, мощность подзолистого горизонта на поверхности платов), заглушению травянистой растительностью и экономически выгоднее посевов. Для посадки леса используют посадочный материал семенного происхождения: сеянцы, выращенные из семян в питомниках; саженцы – растения, выращенные в древесной школке питомника.

В сравнении с умеренными климатическими зонами в условиях субарктической таёжной зоны Кольского полуострова главные лесобразующие породы характеризуются пониженными репродуктивными способностями. Сосна в течение многих лет может не давать массового урожая вызревших семян. Ель достигает способности к плодоношению к 30-40 годам. Семенные годы чередуются через 3-7 лет,

но строгой периодичности урожаев не наблюдается. В связи с этим в Мурманской области не удовлетворена потребность в семенах местного происхождения, поэтому большая часть семян сосны и ели закупается в соседних лесорастительных районах (Карелия, Архангельская область, Республика Коми).

Практика показывает, что из инорайонных семян, используемых в искусственном лесовосстановлении, зачастую формируются лесные культуры низкой сохранности. Предполагается, что это вызвано низкой адаптацией этих культур к условиям субарктической таёжной зоны Кольского полуострова.

Контроль посевных качеств семян (чистоты, массы 1000 семян, доброкачественности, влажности, всхожести и энергии прорастания) как местного, так и инорайонного происхождения, является лишь одним из условий успешного создания искусственных насаждений из хвойных пород. Показатели качества семян, характеризуют посевные свойства семян и имеют большое значение для установления нормы высева, возможного количества всходов и пр. Однако даже высокие качественные показатели семян не дают полной уверенности в том, что культуры, созданные из них, будут жизнеспособными. Особенно это относится к семенам инорайонного происхождения.

Необходимо установить зависимость посевных качеств семян хвойных пород местного и инорайонного происхождения от содержания в них питательных веществ в форме углеводов, жиров и белков. Полученные результаты могут быть использованы для решения проблемы создания лесных насаждений из инорайонных семян хвойных пород на территории субарктической таёжной зоны Кольского полуострова.

В 2005-2006 годах на базе биохимической лаборатории Мурманского государственного технического университета исследовались посевные качества семян хвойных пород ели обыкновенной (*Picea abies*) и сосны обыкновенной (*Pinus silvestris*), собранных в Мурманской области и Карелии в период с декабря 2000 по апрель 2005 годов и содержание водорастворимого белка. Затем был проведён сравнительный анализ посевных качеств и содержания водорастворимого белка в этих же семенах.

Определялись следующие посевные качества семян: чистота (ГОСТ 13056.2-89), масса 1000 семян (ГОСТ 13056.4-67), влажность (Гост 13056.3-86), всхожесть (ГОСТ 13056.6-97) и энергии прорастания (ГОСТ 14161-86).

Чистота семян – содержание в посевном материале (в партии) чистых семян исследуемого вида, выраженным в процентах по массе. Определяется по одной навеске, выделенной из среднего образца.

Масса 1000 семян – с увеличением размера семян увеличивается их всхожесть и энергия прорастания.

Влажность семян – содержание воды в семенах, выраженное в процентах.

Всхожесть семян – способность семян давать нормальные проростки за определённый, предусмотренный ГОСТом для данного растения срок проращивания при оптимальных условиях.

Энергия прорастания семян – способность семян быстро и дружно прорасти. Определяется (на 7 день у сосны обыкновенной, а у ели обыкновенной на 10 день) одновременно со всхожестью путём проращивания семян и представляет собой отношение числа проросших за установленное стандартом число дней к общему числу семян, взятых для проращивания. Выражаются в процентах.

В результате проведённого анализа, выяснено, что средняя масса семян ели обыкновенной Сумского и Сосновецкого лесхозов Карелии выше средней массы семян Терского и Кандалакшского лесхозов Мурманской области на 1.33 грамма. Самая низкая масса у семян Терского лесхоза 3.11г, а самая высокая у семян Сосновецкого лесхоза Карелии 5.05г. Таким образом, разница между самой высокой и самой низкой массами семян ели обыкновенной инорайонного и местного происхождения составила 1.94 г.

Что касается семян сосны обыкновенной, то самая высокая средняя масса у семян Терского лесхоза Мурманской области 4.85г, а самая низкая – в Кандалакшском 4.05г. Разница между максимальным и минимальным значением средних масс составила 0.8г.

Самая низкая масса семян сосны обыкновенной зарегистрирована в Ковдозерском лесхозе 4.0г, самая высокая 5.39 – в Терском лесхозе. Таким образом, разница между самой высокой и самой низкой массами семян сосны инорайонного и местного происхождения составила 1,39 г.

Средняя влажность семян ели обыкновенной Карелии ниже средней влажности семян Мурманской области (6.1; 6.3) на 0.2%.

Средняя влажность семян сосны обыкновенной Зашейковского и Терского лесхозов 6.2% выше средней влажности семян Кандалакшского и Ковдозерского лесхозов 6.1%, т. е. всего на 0.1%.

Средняя всхожесть и энергия прорастания семян ели обыкновенной, заготовленных в лесничествах Карелии, также выше, чем у семян Мурманской области (89.2, 62.25; 88.8, 61.75) на 0.4 и 0.5% соответственно.

Самая низкая всхожесть и энергия прорастания семян ели обыкновенной Терского лесхоза Мурманской области – 30%, скорее всего, объясняется их невысокой массой – 3.11 грамма.

Средняя всхожесть семян сосны обыкновенной Ковдозерского и Терского лесхозов отличается незначительно – 0.1%. У семян Кандалакшского лесхоза средняя всхожесть 83%, что ниже показателей двух вышеназванных лесхозов на 5.5 и 5.7%. Самый низкий показатель у семян Зашейковского лесхоза – 72.4%. Он отличается от предыдущих показателей на 16.2, 16.1, 10.6% соответственно.

Средняя энергия прорастания семян Ковдозерского и Терского лесхозов Мурманской области является самой высокой (85.3, 84.7%). У семян Кандалакшского лесхоза она ниже на 7.8 и 7.2%. Самая низкая

энергия прорастания у семян Зашейковского лесхоза – 60.8%. Это на 24.5% ниже энергии прорастания семян Ковдозерского, на 23.9% Терского и на 22.2% Кандалакшского лесхозов.

Если сравнивать показатели всхожести и энергии прорастания семян отдельно по лесхозам, то в Зашейковском, Терском и Ковдозерском - в мае отмечалось повышение этих показателей, а в августе – их понижение. В Кандалакшском лесхозе подобного заключения сделать не удалось, так как не получены показатели всхожести и энергии прорастания семян в августе месяце.

Опираясь на полученные данные, можно сделать вывод о том, что у семян сосны обыкновенной в летний период года наблюдаются колебания величины лабораторной всхожести и энергии прорастания. В данном случае при стабильных условиях хранения (холодный склад) и стабильной влажности семян колебания всхожести и энергии прорастания можно объяснить генетической природой ритмов физиологической активности.

Исследования содержания водорастворимого белка в семенах проводилось фотоколориметрическим биуретовым макрометодом для вытяжек из растительных тканей. Диапазон определяемых концентраций белка 0,2...1,0% (Овчинникова С.И. Широкая Т.А., 2003).

При анализе результатов удалось сделать вывод о том, что пределы изменения содержания водорастворимого белка в вытяжке из семян сосны обыкновенной от 0.51 до 1.1%, т. е. разница между максимумом и минимумом содержания белка в пробах составляет 0.59%.

Содержание водорастворимого белка в вытяжке из семян ели обыкновенной изменяется в пределах от 0.53 до 0.92%, т. е. разница между максимальным и минимальным содержанием белка в пробах составляет 0.39%.

Таким образом, изменение содержания водорастворимого белка в вытяжках из семян сосны обыкновенной на 0.20% выше, чем в вытяжках из семян ели обыкновенной. Это сравнение не дало полного права сделать вывод об изменении содержания водорастворимого белка в зависимости от породы (ель, сосна), поскольку в данных исследованиях использовались семена ели местного и инорайонного происхождения и только местные семена сосны.

Оказалось также невозможным найти определённой зависимости содержания водорастворимого белка в вытяжках из семян ели и сосны, исходя из распределения белка в семенах по лесхозам, а также и по сезонам года.

Анализ всхожести, энергии прорастания и содержания водорастворимого белка семян хвойных пород показал, что среднее содержание водорастворимого белка в семенах ели обыкновенной – 0.75%, средняя всхожесть – 71.4%, средняя энергия прорастания – 71%, средняя масса семян 3.9г; в семенах сосны обыкновенной показатели следующие – 0.86, 74.4, 78.7, 4.39.

Таким образом, был сделан вывод: всхожесть и энергия прорастания семян зависит от содержания в них водорастворимого белка. Чем больше в семенах белка, тем выше их посевные качества.

Список литературы

1. Овчинникова С.И. Широкая Т.А. Практикум по биохимии растений: Учеб. пособие по дисциплине "Биохимия растений" для спец. 011600 "Биология", 013500 "Биоэкология". – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2003. – с. 34
2. ГОСТ 13056.2-89 Семена деревьев и кустарников. Методы определения чистоты.
3. ГОСТ 13506.4-67 Семена деревьев и кустарников. Методы определения массы 1000 семян.
4. ГОСТ 13056.3-86 Семена деревьев и кустарников. Методы определения влажности.
5. ГОСТ 13056.6-97 Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести.
6. ГОСТ 14161-86 Семена хвойных древесных пород. Посевные качества. Технические условия.

Гидрохимическая характеристика бассейна Кольского залива в условиях антропогенного загрязнения

Широкая Т.А. (МГТУ, кафедра биохимии)

Abstract.

In the given work determined the contents of chemical components in water of different areas of Kola bay distinguished under hydrodynamical, physical and chemical characteristics. Besides on the basis of hydrochemical researches analyzed an ecological condition of some water objects of pool of Kola bay. The tests of water selected for hydrochemical researches, analyzed on the following parameters: active reaction of environment (pH), the dissolved oxygen, general rigidity, ammonium nitrogen, nitrates, nitrites, phosphates, silicon, sulfates, iron, copper, lead, crom, nickel.

The characteristic of an ecological condition of pool of Kola bay in conditions of anthropogenous pollution is submitted on the basis of the carried out hydrochemical researches.

Введение.

Кольский залив – самый крупный фиорд Кольского полуострова, является рыбохозяйственным водоемом высшей категории, сложным гидрохимическим объектом, барьерной геохимической зоной и на протяжении многих десятилетий отличается высоким уровнем антропогенных нагрузок (Матишов, 2001).

В первую очередь антропогенному влиянию подвержена южная прибрежная часть Баренцева моря и, особенно – заливы и губы, в пределах которых расположены города и поселки с развитой инфраструктурой, имеющие производственную и хозяйственную деятельность.

Кроме того, для прибрежных районов моря свойственна специфичность гидрохимического и гидрологического режимов, фаунистических комплексов, биопродукционных процессов и экосистемы в целом (Христофорова, 1989). Для Кольского залива, как экосистемы фьордового типа характерна нестабильность, обусловленная меньшей инерционностью системы, откликающейся на изменчивость любого масштаба режимобразующих факторов (Одум, 1975; Раймонт, 1983).

Также существенное влияние на экологическое состояние экосистемы залива оказывают загрязняющие вещества, поступающие в него со стоками водных объектов бассейна Кольского залива.

Антропогенное загрязнение вод Кольского залива разносится приливно-отливными течениями и ответвлениями Гольфстрима по всей акватории Баренцева моря.

Основной целью работы явилась оценка экологического состояния бассейна Кольского залива в условиях антропогенного загрязнения.

Материалы и методы. Анализировали содержание химических ингредиентов в воде разных участков литорали Кольского залива, отличающихся по гидродинамическим, физико-химическим характеристикам, с предположительно разным уровнем антропогенного загрязнения, исходя из мест расположения основных сбросов сточных вод и действия приливных течений: район строящегося моста, район пос. Абрам-мыс, район морвокзала, район Апатит-терминала (Зеленый мыс), район пос. Белокаменка, пос. Сафоново.

Кроме того, в данной работе на основе гидрохимических исследований анализировали экологическое состояние ряда водных объектов бассейна Кольского залива: ручей Варничный, озера – Семеновское, Ледовое и Питьево, река Роста, а также река Кола.

В основу работы положены материалы, собранные в период с 2000 по 2005 гг.

Пробы воды, отобранные для гидрохимических исследований, анализировали на следующие показатели: активная реакция среды (рН), растворенный кислород, общая щелочность, общая жесткость, аммонийный азот, нитратный азот, нитритный азот, фосфаты, кремний, сульфаты, железо, медь, бериллий, свинец, хром, никель (Руководство..., 1977; Унифицированные..., 1978).

Определение химических ингредиентов в воде проводили с использованием спектрофотометра Portable Datalogging Spectrophotometer Nach DR/2010 (Финляндия) и реактивов фирмы Nach, фотоэлектроколориметра КФК-3. Анализы на тяжелые металлы проводили в отделе специализированного аналитического контроля ФГУ МурТФГИ (Федеративном Государственном учреждении Мурманского Территориального Фонда геологической информации) на атомно-адсорбционном спектрофотометре с коррекцией Зеемана «Квант Зеeman АФА».

Выбор химических показателей определялся специфичностью загрязнения экосистемы Кольского залива с учетом состава поступающих сточных вод животноводческих и рыбоперерабатывающих предприятий, а также бытовых сточных вод города Мурманска и Колы.

Результаты и обсуждение. Согласно результатам проведенных исследований временное распределение гидрохимических показателей в Кольском заливе, как и для открытых районов моря, носит выраженный сезонный характер, связанный с продукционно-деструкционными процессами, согласуясь с динамикой фитопланктона.

На пространственно-временное распределение гидрохимических характеристик в заливе определяющее влияние оказывают гидродинамические, гидрологические факторы и протекающие в заливе биохимические процессы, а также речной сток.

В наибольшей степени речной сток в залив оказывает влияние на кутовую наиболее мелководную часть залива – район нового моста, кудападают две крупные реки – Тулома и Кола, сказываясь на распределении

величин гидрохимических параметров, определяя их низкую сезонную изменчивость. В данном районе не наблюдали уменьшения концентрации биогенных веществ в весенне-летний период, что можно объяснить компенсацией их потребления в процессе фотосинтеза увеличением поступления с речным стоком, сточными водами, что в свою очередь может свидетельствовать об угнетенном состоянии сообщества макрофитов в районе нового моста.

Наибольшей сезонной изменчивостью химических показателей характеризуется вода бухты Белокаменки, что объясняется большим разнообразием видового состава фитоценозов, наибольшей биомассой и активностью фитопланктона в данном районе по сравнению с районами Абрам-мыса и нового моста, а также меньшим влиянием речного стока, постоянным водообменом с открытой частью Баренцева моря благодаря приливным течениям.

Согласно проведенным исследованиям, величина водородного показателя, концентрация кислорода, величина общей щелочности, а также в отношении биогенных элементов - содержание фосфатов, кремния, нитратного и нитритного азота в воде всех исследованных районов Кольского залива соответствовали существующим нормативным требованиям (Перечень ПДК., 1998). Однако наибольшее ее низкие абсолютные величины данных показателей в течение всего периода исследования, отмечены для районов морвокзала и Нового моста.

Превышение предельно допустимых концентраций было отмечено по аммонийному азоту для районов морвокзала и Нового моста. Данный факт может свидетельствовать о загрязнении белковыми органическими соединениями, поступающими с неочищенными промышленными и хозяйственными стоками, их последующим разложением аммонификаторами.

Согласно проведенным исследованиям содержание железа в водах Кольского залива характеризуется превышением общепринятых рыбохозяйственных ПДК по данному показателю, за исключением районов Белокаменки и Сафоново, где оно приближалось к уровню ПДК.

Максимальное содержание железа, превышающее ПДК в 20 раз, отмечено для района Апатит-терминал, где расположена свалка кораблей.

Пространственное распределение гидрохимических показателей по акватории залива, согласно полученным данным, характеризуется увеличением их концентрации от его открытой части к кустовой: Сафоново, Белокаменка, Абрам-мыс, морвокзал, Новый мост.

Об антропогенном влиянии на экосистему Кольского залива свидетельствуют величины изменчивости гидрохимических показателей, содержания основных биогенных элементов, по сравнению с фоновыми значениями и общепринятыми рыбохозяйственными ПДК. Наиболее загрязненными по совокупности гидрохимических показателей среди исследованных районов являются район морвокзала, район нового моста и район Абрам-мыса, относящиеся к южному колену залива. Сезонный

характер и количественное распределение химических показателей наиболее сходны в воде районов Абрам-мыса, нового моста и морвокзала.

Повышенное содержание биогенных веществ в воде районов Абрам-мыса, нового моста и морвокзала по сравнению с бухтой Белокаменкой, объясняется загрязнением данных районов органическими веществами, поступающими со сточными водами.

Поэтому, в первую очередь, качество воды в Кольском заливе определяется интенсивностью поступления загрязняющих веществ в экосистему залива. В этом плане особую роль играет и пресный сток.

Анализ полученных данных в ходе исследования пресных водоемов бассейна Кольского залива показал, что наибольшей антропогенной нагрузке подвергается ручей Варничный (загрязненность по комплексу ингредиентов, с высоким уровнем загрязнения по нескольким веществам и показателям качества воды), р.Роста (загрязненность по нескольким ингредиентам и показателям качества воды) и озеро Ледовое (загрязненность воды по нескольким ингредиентам), для которых в период 2001–2005 гг. отмечено увеличение средней концентрации большинства определяемых показателей.

Высокий уровень загрязнения воды в данных водоемах, находящихся в черте города Мурманска и испытывающих значительные антропогенные нагрузки, объясняется постоянным поступлением загрязненных сточных вод, обусловленным нахождением и их невысокой разбавляющей способностью.

Загрязняющие вещества со стоками водных объектов бассейна поступают в Кольский залив Баренцева моря, оказывая существенное влияние на его экологическое состояние.

Известно, что геохимический барьер река-море является своеобразным биофильтром, задерживающим биогенные вещества. Способность системы к самоочищению зависит от уровня загрязнения морской среды. С увеличением уровней антропогенного загрязнения способность к биотическому самоочищению вод снижается, достигая предельного уровня.

Так, степень загрязнения южного колена залива и содержание химических ингредиентов в воде среднего колена, в первую очередь фосфатов, нитритов, аммонийного азота и железа по сравнению с фоновыми величинами свидетельствует о существующей нагрузке на данный механизм самоочищения, которой может нарушиться при сохраняющихся объемах сбрасываемых в залив неочищенных хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод.

Список литературы

1. Кольский залив. Океанография, биология, экосистемы, поллютанты. Апатиты: КНЦ РАН, 1997. – 265 с.

2. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – 1998.

3. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши/Под ред. А. Д. Семенова. –Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.

4. Состояние окружающей природной среды Мурманской области в 2000 году: Доклад комитета природных ресурсов по Мурманской области. – Мурманск, 2001.

5. Унифицированные методы анализа вод СССР. – Вып. I. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 145 с.

6. Христофорова Н.К. Биоиндикация и биомониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами. Л.: Наука. 1989. 192 с.

Логическое моделирование информационной системы диагностики некоторых сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний

Щеглова Ж.А., Молдажанов Е.Е., Найзабаева Л., Болдина Г.Ф., Турмагамбетова А.С. (г. Алматы, Казахстанско-Британский технический университет, кафедра вычислительной техники и программного обеспечения, e-mail: l.naizabaeva@kbtu.kz, г. Алматы, Казахский государственный Национальный университет имени аль-Фараби, кафедра биохимии, биотехнологии, физиологии растений, e-mail: jarkyn_chsheglova@kazsu.kz)

With the help of ERwin tools of CASE (Computer-Aided Software/System Engineering) a conceptual model of information system has been created, which contains necessary data for detection of both susceptibility and hardly diagnosable forms of cardiovascular and oncological diseases. Data bank on cardiovascular diseases includes information on types of cardiomyopathy, coronary heart disease and hypertension, on some varieties of esophagus, large intestine and stomach carcinoma.

В настоящее время сердечно-сосудистые (ССЗ) и онкологические (ОЗ) заболевания вышли на первое место по частоте встречаемости среди наиболее опасных заболеваний человечества. В нашей стране и за рубежом постоянно ведутся работы по определению генов, соответствующих белков, а также молекулярных маркеров ССЗ и ОЗ в результате чего накоплен материал, который нуждается в обработке и систематизации. Зачастую поиск искомой информации затруднен структурными особенностями сайта, а также тем, что многие данные содержат первичную информацию низкого качества без соответствующей экспертной оценки.

После завершения этапа сбора и анализа требований, необходимых для диагностики некоторых сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний мы приступили к логическому проектированию локальной базы данных. С помощью CASE средства ERwin мы построили модель «сущность-связь» Entity-Relationship model (ER) (рис. 1), которая отражает наиболее важные данные, называемые *сущностями*, их свойства называемые *атрибутами*, *типы связей* между данными, в схеме отражены, *первичные и внешние ключи*.

Построенная логическая модель по сердечно-сосудистым и онкологическим заболеваниям включает информацию по нескольким разновидностям кардиомиопатии, коронарной болезни сердца и гипертонии, по онкологическим заболеваниям включает информацию по нескольким разновидностям рака пищевода, желудка и толстого кишечника. Уже существующие базы данных National Center for Biotechnology Information (PubMed, Online Mendelian Inheritance in Man),

Gene Ontology, по белкам Швейцарского института Биоинформатики SWISS-PROT содержат информацию, получаемую в ходе экспериментальных работ. Созданная нами база данных содержит информацию по генам и соответствующим белкам, аннотированную вручную, что значительно повышает функциональность базы и степень достоверности представленных данных.

Создание современных информационных систем представляет собой не простую задачу, решение которой требует применения специальных методик и инструментов. Неудивительно, что в последнее время среди системных аналитиков и разработчиков значительно вырос интерес к CASE (Computer-Aided Software/System Engineering) - технологиям и инструментальным CASE-средствам, позволяющим максимально систематизировать и автоматизировать все этапы разработки программного обеспечения.

Известно, что ERwin является ведущим решением для моделирования баз данных для создания и поддержки баз, витрин (data marts) и хранилищ данных, а также моделей ресурсов данных предприятия. Модели ERwin визуализируют структуры данных для облегчения организации и управления данными, упрощения сложных взаимосвязей данных, а также технологий создания баз данных и среды развертывания. При этом упрощается и ускоряется процесс разработки базы данных, а ее качество и надежность существенно улучшаются. ERwin автоматически генерирует таблицы и тысячи строк кода, хранимых процедур и триггеров для баз данных ведущих вендоров. Технология Complete-Compare, используемая в системе, позволяет проводить итеративную разработку таким образом, что модель всегда синхронизируется с базой данных. ERwin можно использовать для осуществления и обслуживания и всего жизненного цикла базы данных.

Тип сущности называется *сильным*, если его существование не зависит от наличия сущностей другого типа, сущность *слабого* типа зависит от наличия сущности другого типа. В данной схеме слабой сущностью является «Alternative splicing».

Информационные базы были разделены на 2 раздела.

Первый раздел содержит информацию по генам, ответственным за развитие заболевания, синонимы гена-кандидата; его маркеры, онтологию функций гена; нуклеотидную последовательность, альтернативный сплайсинг, с информацией по качественным отличиям вариантов альтернативного сплайсинга и разницей в их длине. База данных содержит информацию карты участка хромосомы, где локализован интересующий нас ген, перечень соседних генов, представленных в таблице с указанием символа гена, его полного названия, места расположения на хромосоме (Рис. 1).

Второй раздел содержит информацию по соответствующим белкам: его аминокислотную последовательность, онтологию функций, выполняемых белком в организме. В базе данных представлены интрон-

экзонная структура гена, с указанием кодируемой им аминокислотной последовательности, 3 D структура молекулы белка; некоторые свойства белка, такие как гидропатичность, изоэлектрическая точка, молекулярная масса, содержание цистеина в белке (Рис. 1).

Построенная схема позволяет создать и организовать быстрый поиск информации по генам, ответственным за развитие заболевания, синонимам гена, его маркерам, картам участков хромосом.

Представляется важным создание информационной системы, содержащей необходимые данные для выявления как предрасположенности, так и сложно поддающихся диагностике форм ССЗ и ОЗ.

Список литературы

1. Вендров А.М. CASE- технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. –М.: Финансы и статистика, 1998.

2. Ларман К. Применение UML и шаблонов проектирования. Пер. с англ.: Уч. пос.- М.: Издательский дом «Вильямс», 2001.-496с.

3. Маклаков С.В. VPwin и Erwin. CASE – средства разработки информационных систем. –М.: Диалог- МИФИ, 1999.

4. Маклаков С.В. Создание информационных систем с AllFusing Modeling Suite. – М.: Диалог- МИФИ, 2003.

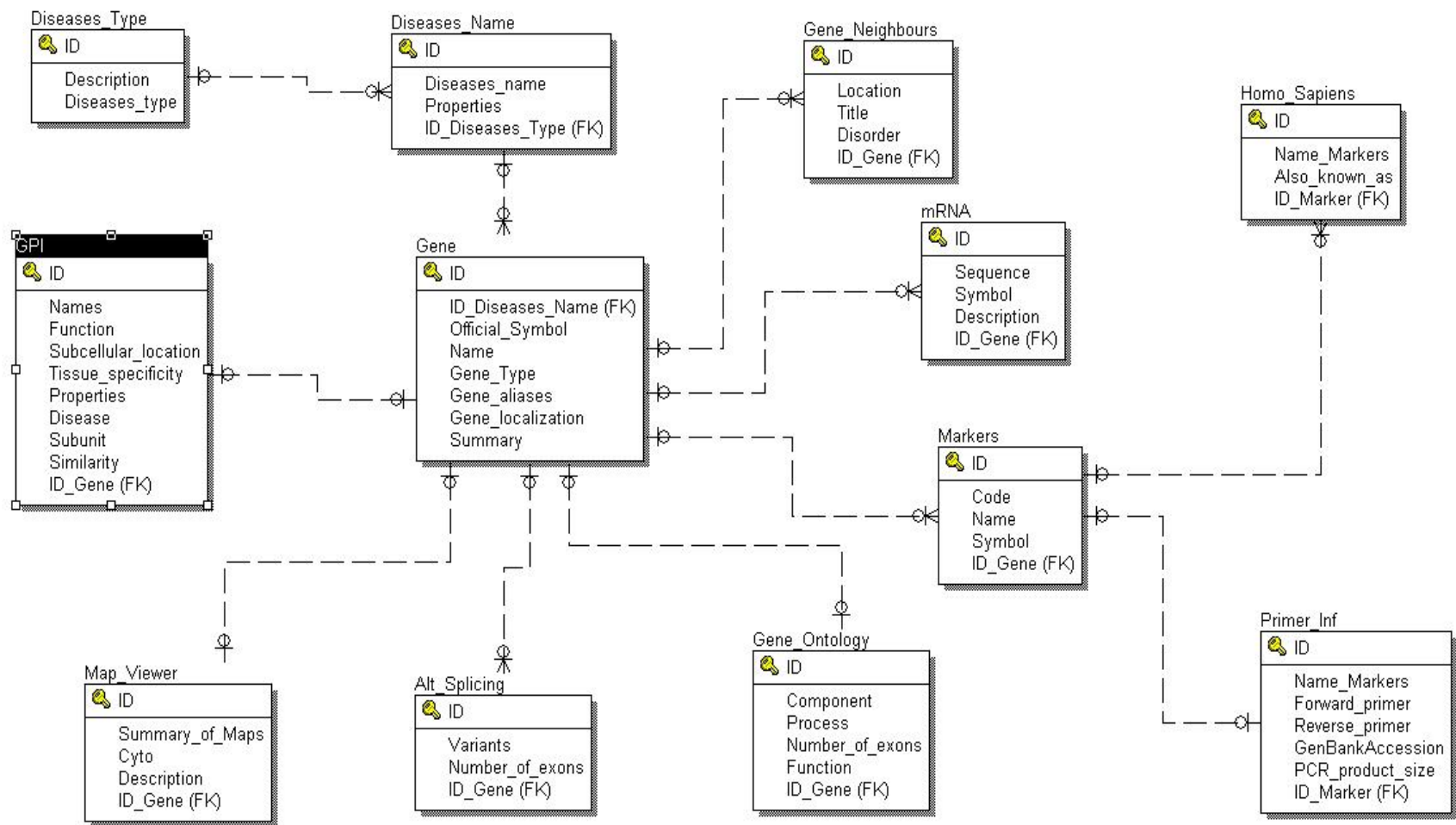


Рис1. Диаграмма «Сущность-связь» для диагностики сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний.

Молекулярные комплексы тритерпеновых гликозидов с протеиногенными аминокислотами

Яковишин Л.А.¹, Гришковец В.И.², Рубинсон М.А.¹, Корж Е.Н.¹
(¹ г. Севастополь, Украина, Севастопольский национальный технический университет, кафедра физики (цикл химии); e-mail: chemsevntu@rambler.ru, ² г. Симферополь, Украина, Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кафедра физической и аналитической химии)

Molecular complexes of triterpene glycosides with protein amino acids are received. The complex's formation is confirmed by IR spectroscopy. It is considered ichthyotoxic and molluscicidal activities got complexes and their influence upon germination of the seeds.

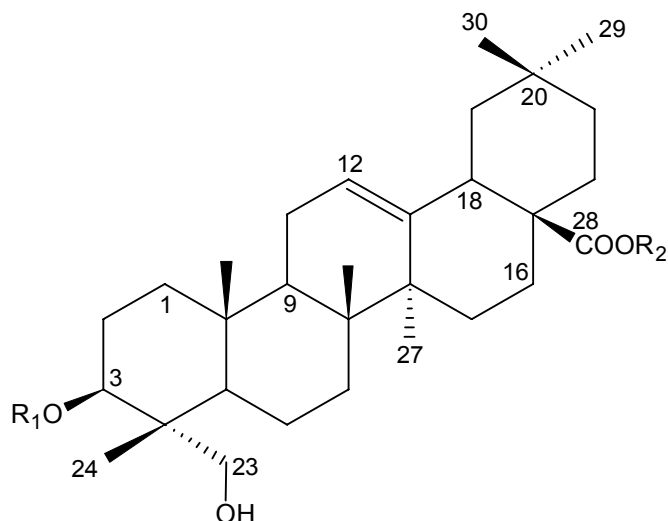
Известно, что тритерпеновые гликозиды – это низкомолекулярные биорегуляторы, проявляющие широкий спектр биологической активности. Они обладают гипохолестеринемической и фибринолитической активностями, их также применяют для коррекции иммунной системы человека. Для них характерны успокаивающее действие, отхаркивающий, противовоспалительный и антимикробный эффекты, антиоксидантная и гемолитическая активности. Они содержатся во многих лекарственных растениях, например, женьшене, элеутерококке и плюще (1–3).

Изучение химических и физико-химических взаимодействий между различными лекарственными веществами является важной задачей, так как такого рода взаимодействия могут повлиять на фармакологическую активность веществ. Взаимодействие тритерпеновых гликозидов с лекарственными веществами различных фармакологических групп, в частности их комплексообразование, остается до конца неизученным. В настоящее время широко исследуется мономолекулярное капсулирование лекарственных веществ с разнообразными комплексообразователями, в том числе и с тритерпеновыми гликозидами. Получены комплексы тритерпеновых гликозидов с холестерином (1–4), виагрой (5), сульфаниламидами и анальгетиками (6).

Нами рассмотрено образование молекулярных комплексов тритерпеновых гликозидов с гидрофильными и гидрофобными протеиногенными аминокислотами (гистидином, аспарагином, аспарагиновой кислотой, глицином, аланином и валином). В качестве модельных гликозидов использовали моно- и бисдесмозидные тритерпеновые гликозиды олеананового типа: 3-О- α -L-рамнопиранозил-(1→2)-О- α -L-арабинопиранозид (α -хедерин, соединение 1) и 3-О- α -L-рамнопиранозил-(1→2)-О- α -L-арабинопиранозил-28-О- α -L-рамнопиранозил-(1→4)-О- β -D-глюкопиранозил-(1→6)-О- β -D-глюкопиранозид (хедеракозид С, соединение 2) хедерагенина. Гликозиды 1

и 2 являются действующими веществами лекарственных препаратов на основе плюща обыкновенного *Hedera helix* L. – геделикса и проспана (7, 8). Препараты используют для лечения кашля.

Комплексообразование подтверждено данными ИК-спектроскопии. Показано, что взаимодействие между гликозидами и аминокислотами происходит с участием групп OH, CO, COO⁻ и NH₃⁺ за счет образования водородных связей и ионных взаимодействий. Наиболее устойчивые комплексы образует гликозид 1.



1, 2

Гликозид	R ₁	R ₄
1	Rhapα-(1→2)- Arapα→	H
2	Rhapα-(1→2)- Arapα→	←βGlcP-(6←1)-βGlcP-(4←1)- αRhap

Моллюскоцидную активность комплексов и индивидуальных гликозидов определяли на *Planorbis corneus*, *Planorbis corneus* var. *rubra* (семейство *Planorbidae*) и *Melanoides tuberculata* (семейство *Melaniidae*). Ихтиотоксичность изучали на рыбах *Brachydanio rerio* (семейство *Cyprinidae*). Рассматривали влияние гликозидов и комплексов на всхожесть семян *Avena sativa*. Использовали растворы гликозидов и комплексов в дистиллированной воде.

Список литературы

1. Деканосидзе Г.Е., Чирва В.Я., Сергиенко Т.В. Биологическая роль, распространение и химическое строение тритерпеновых гликозидов. – Тбилиси: Мецниереба, 1984. – 349 с.

2. Анисимов М.М., Чирва В.Я. О биологической роли тритерпеновых гликозидов // Успехи современной биологии. – 1980. – Т.6, № 3. – С. 351–364.

3. Hostettmann K., Marston A. Saponins. – Cambridge: Cambridge University Press, 1995. – 548 p.

4. Яковишин Л.А., Базюра Е.А., Ертахова В.А., Корж Е.Н., Рубинсон М.А. Влияние тритерпеновых гликозидов и их комплексов с холестерином и аминокислотами на рыб *Brachydanio rerio* // Природничий альманах. Сер. «Біологічні науки». – 2006. – Вип. 8. – С. 329–335.

5. Яковишин Л.А., Рубинсон М.А., Кузнецова А.Л., Гришковец В.И., Корж Е.Н. Молекулярный комплекс тритерпенового гликозида α -хедерина с силденафилом (виагрой) // Ученые записки ТНУ. Сер. «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58), № 1. – С. 179–182.

6. Далимов Д.Н., Исаев Ю.Т., Сайиткулов А.М. Молекулярные комплексы моноаммониевой соли глицирризиновой кислоты с некоторыми лекарственными средствами и их интерферониндуцирующая активность // Химия природ. соедин. – 2001. – № 2. – С. 132-134.

СЕКЦИЯ:
**«ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ
ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
СЫРЬЯ»**

Определение содержания фенолов, карбонильных соединений и кислот в копильных препаратах и экстрактах с помощью радиоволновых концентратометров в диапазоне сверхвысоких и высоких частот

Барышников А. В. (МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

Копильный дым, копильные препараты и экстракты, по своему составу очень сложны, поэтому оценить их влияние на качество копченых и ароматизированных продуктов трудно, так как всегда остается возможность недооценки влияния незначительных количеств веществ, способных изменить аромат главных копильных компонентов. Хотя, влияние отдельных классов веществ на свойства продукта подтверждается экспериментально, однако их одновременное присутствие в дыме и копильных препаратах делает необходимым определение их технологических свойств в комплексе.

В настоящее время разработаны методики фотоколориметрического определения фенольных и карбонильных соединений, основанные на образовании окрашенных соединений, общего содержания кислот, определяемое титрометрически. Однако существующие методы количественного определения копильных компонентов не позволяют достаточно быстро оценить их, ввиду длительности и трудоемкости процесса анализа.

Целью работы является разработка метода для экспрессного количественного определения компонентов копильных препаратов и экстрактов, отличающегося от методов физико-химического анализа по точности на допустимую величину, с целью контроля технологического процесса. При этом предполагается определять содержание копильных компонентов в объектах исследования без предварительного их извлечения и без разрушения исходного образца.

Контролировать процесс изготовления копильного препарата или экстракта можно путем измерения диэлектрической проницаемости с помощью радиоволновых методов. Для измерения диэлектрических свойств копильных препаратов и экстрактов было предложено использовать концентратометр, разработанный учеными Мурманского государственного технического университета. Принцип работы этого прибора основан на частичном отражении электромагнитной волны сверхвысокой частоты (СВЧ, > 1 ГГц) от объекта исследования. Мощность отраженной волны зависит от концентрации определяемого компонента. Концентратометр состоит из генератора СВЧ-волн (Г4-83), измерительного блока, детектора мощности отраженной волны и показывающего прибора. Измерительный блок состоит из двойного волноводного тройника, волноводных датчиков, куда помещаются контрольная и анализируемая проба, неотражающих нагрузок и аттенюаторов.

Следует отметить, что первоначальная конструкция прибора позволяла определять содержание карбонильных соединений и кислот

(фенольные соединения, играющие важную роль в создании аромата копчения с его помощью не определялись) в коптильных препаратах и экстрактах, что необходимо для целей автоматизации и контроля процесса производства. При этом требуется предварительная настройка для конкретной производственной линии. Точность определения в этом случае зависела от того, насколько постоянным было соотношение между содержанием карбонильных соединений и кислот в получаемом коптильном препарате или экстракте. Этого можно ожидать при условии соблюдения постоянства технологических режимов и химического состава исходного сырья, в общем же случае содержания коптильных компонентов независимы друг от друга. Для универсализации и повышения точности в прибор внесли конструктивные изменения.

Модернизация прибора представила собой изменение принципа действия детектора отраженной мощности: вместо термопреобразователя использовали диод, преобразующий отраженную мощность в электродвижущую силу (ЭДС), которую затем усиливали и измеряли с помощью вольтметра.

Работу прибора проверили при исследовании аналитического сигнала СВЧ-концентромера (отклика, выражаемого в единицах напряжения) для различных объектов (вода, коптильная жидкость, раствор 3,2 % уксусной кислоты) в зависимости от частоты подаваемой на измерительный блок электромагнитной волны. Максимальную чувствительность прибора наблюдали при частоте 9,048 ГГц – дальнейшие измерения проводились при этой частоте. Испытания прибора показали хорошие результаты при определении содержания веществ в простых системах в виде смеси двух чистых диэлектриков. Исследованию подвергали водные растворы уксусной кислоты, этилового спирта, спиртовой раствор фурфурола. Погрешность определения составила около 6%. Сделали вывод о том, что прибор пригоден для количественного измерения чистых веществ-диэлектриков в растворах.

Поскольку диэлектрическая проницаемость – это комплексная характеристика, то одного аналитического сигнала, получаемого в виде отклика прибора, недостаточно, для того чтобы сделать вывод о химическом составе сложного объекта, число компонентов которого больше трех. Для повышения избирательности прибора в количественном определении конкретных групп веществ (кислот, фенольных и карбонильных соединений) требуется увеличить количество аналитических сигналов. Например, измерения можно проводить в диапазоне высоких частот (ВЧ).

Второй концентромер, использующий энергию электромагнитных волн высоких частот (от 1 до 100 МГц) построен по двухканальному принципу и состоит из двух идентичных измерительных каналов – рабочего и опорного. Каждый из этих каналов содержит датчик, автогенератор, делитель частоты. С выхода делителя частоты каждого из каналов сигналы поступают на вычитающее устройство. Датчик включается в частотоподающую цепь автогенератора и определяет его частоту генерации. Сигнал от вычитающего устройства (резонансная

частота) поступает на вход измерительного устройства – частотомера. С помощью дополнительного устройства резонансную частоту, измеряемую в Герцах, преобразуют в ЭДС и измеряют уже в вольтах.

Был проведен эксперимент с группами коптильных препаратов и экстрактов («Сквама», «Жидкий дым», «ВАКЭ»), в которых были определены химическим путем содержания коптильных компонентов. Одновременно пробы анализировали на радиоволновых приборах. Для каждого пробы, исходя из химического состава, был вычислен обобщенный показатель (ОП) по формуле 1.

$$ОП=5 \cdot (K_{\phi} \cdot W_{\phi} / W_{\phi}^{\max} + K_{ка} \cdot W_{ка} / W_{ка}^{\max} + K_{ки} \cdot W_{ки} / W_{ки}^{\max}), \quad (1)$$

где K_{ϕ} , $K_{ка}$, $K_{ки}$ – коэффициенты значимости коптильных компонентов (0,3 – кислоты; 0,5 – фенольные соединения; 0,7 – карбонильные соединения); W_{ϕ} , $W_{ка}$, $W_{ки}$ – концентрации фенолов, карбониллов, кислот; W_{ϕ}^{\max} , $W_{ка}^{\max}$, $W_{ки}^{\max}$ – максимальное значение концентрации коптильных компонентов в группе; 5 – коэффициент перевода в пятибалльную шкалу.

Одновременное измерение отклика на высоких и сверхвысоких частотах, дает возможность определить химический состав коптильных препаратов и экстрактов по группам веществ. В этом случае для каждого прибора статистически выявляются зависимости аналитических сигналов от содержания групп веществ в объектах исследования. Если аналитического сигнала два (измерения на определенной СВЧ частоте и на ВЧ), то каждому можно поставить в соответствие статистически определенную функциональную зависимость от двух компонентов – содержание кислот и карбонильных соединений, формулы 2 и 3.

$$\Pi_{свч} = a_1 + a_2 \cdot W_{ки} + a_3 \cdot W_{ка} \quad (2)$$

$$\Pi_{вч} = b_1 + b_2 \cdot W_{ки} + b_3 \cdot W_{ка}, \quad (3)$$

где $\Pi_{свч}$ – показания СВЧ-концентромера; $\Pi_{вч}$ – показания ВЧ-концентромера; $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3$ – коэффициенты.

Коэффициенты a и b в уравнениях определяются экспериментально в результате измерений на радиоволновых приборах образцов коптильных препаратов с известным химическим составом. При этом необходимо разделить коптильные препараты на группы с примерно сходным соотношением коптильных компонентов.

Для коптильных препаратов типа «Сквама», «Жидкий дым» и экстрактов «ВАКЭ» были получены уравнения зависимости показаний приборов от содержания кислот и карбонильных соединений. Результаты эксперимента представлены в таблице 1

Таблица 1

Группа	Система уравнений	Ограничения
«Сквама»	$\Pi_{свч} = 6,440 + 0,335 \cdot W_{ки} - 0,011 \cdot W_{ка}$ $\Pi_{вч} = 0,458 - 17,163 \cdot W_{ки} + 0,681 \cdot W_{ка}$	$W_{ки} < 2,61$ мг/мл $W_{ка} < 70,50$ мг/мл
«Жидкий дым»	$\Pi_{свч} = 6,426 - 5,317 \cdot W_{ки} + 0,999 \cdot W_{ка}$ $\Pi_{вч} = 1,226 - 37,394 \cdot W_{ки} + 7,067 \cdot W_{ка}$	$W_{ки} < 18,34$ мг/мл $W_{ка} < 98,00$ мг/мл
«ВАКЭ»	$\Pi_{свч} = 6,440 + 0,031 \cdot W_{ки} + 0,006 \cdot W_{ка}$ $\Pi_{вч} = 0,460 + 0,622 \cdot W_{ки} - 0,024 \cdot W_{ка}$	$W_{ки} < 20,00$ мг/мл $W_{ка} < 83,00$ мг/мл

Для определения химического состава образца коптильного препарата или экстракта известного происхождения («Сквама», «Жидкий дым» или «ВАКЭ») нужно провести измерения с помощью концентратометров СВЧ и ВЧ, затем, решив систему уравнений типа (2) и (3) из таблицы 1 для определенной группы, определить содержание карбонильных соединений и кислот.

Для определения количества фенолов в коптильных препаратах необходимо воспользоваться обобщенным показателем. Поскольку обобщенный показатель является комплексной характеристикой как и значения, полученные с помощью радиоволнового прибора, то их можно сопоставить (уравнение 4):

$$ОП = c_1 + c_2 \cdot П_{свч} + c_3 \cdot П_{вч} = 5 \cdot (K_{\phi} \cdot W_{\phi} / W_{\phi}^{\max} + K_{ка} \cdot W_{ка} / W_{ка}^{\max} + \dots + K_{ки} \cdot W_{ки} / W_{ки}^{\max}), \quad (4)$$

где c_1, c_2, c_3 – коэффициенты, определяемые экспериментально для каждой группы коптильных препаратов и экстрактов.

Для коптильных препаратов типа «Сквама», «Жидкий дым» и экстрактов «ВАКЭ» были получены уравнения зависимости обобщенного показателя от показаний приборов. Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2

Группа	Уравнение	Ограничения
«Сквама»	$ОП = -152,773 + 23,694 \cdot П_{свч} + 0,468 \cdot П_{вч}$	$W_{ки} < 2,61$ мг/мл; $W_{ка} < 70,50$ мг/мл; $W_{\phi} < 10,15$ мкг/мл
«Жидкий дым»	$ОП = -88,232 + 13,773 \cdot П_{свч} + 0,109 \cdot П_{вч}$	$W_{ки} < 18,34$ мг/мл; $W_{ка} < 98,00$ мг/мл; $W_{\phi} < 60,00$ мкг/мл
«ВАКЭ»	$ОП = -33,773 + 5,250 \cdot П_{свч} - 0,083 \cdot П_{вч}$	$W_{ки} < 20,00$ мг/мл; $W_{ка} < 83,00$ мг/мл; $W_{\phi} < 10,20$ мкг/мл

Концентрацию фенолов тогда можно определить, выразив ее из уравнения 4, предварительно определив концентрацию карбонильных соединений и кислот с помощью радиоволновых приборов.

Такая комбинация радиоволновых методов с применением обобщенного показателя позволяет определять количественно содержание коптильных компонентов. Погрешность определения при этом составляет всего 7 %.

Результаты эксперимента показывают, что разработанный метод определения коптильных компонентов в препаратах и экстрактах, хотя и является приближенным, но пригоден для использования в условиях производства с целью контроля и автоматизации. Снижение точности и необходимость настройки для конкретного производства оправдывается непрерывностью анализа и отсутствием процедуры отбора пробы, простотой и высокой скоростью получения результатов измерения.

Обоснование условий и сроков хранения паштетов из малоценных видов рыб Северного бассейна

Бражная И.Э., Ташкевич С.Н., Лисицинская Е.Е. (МГТУ, кафедра технологии пищевых производств, кафедра микробиологии)

The results of microbiological study of preserves made of minced fish as well as periods of storage of this product are presented in the given paper.

Санитарно-эпидемиологическое обоснование сроков годности продукции проводили на основании микробиологических исследований образцов продукции в динамике хранения при температурах предусмотренных нормативной документацией. Исследования проводились по утвержденным в установленном порядке методикам стандартными методами контроля регламентируемых показателей (3). По микробиологическим показателям пресервные паштеты должны соответствовать требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01(2). Нормативные микробиологические показатели пресервных паштетов приведены в таблице 1. Сроки исследования пищевых продуктов, согласно установленным коэффициентам резерва, должны превышать по продолжительности предполагаемый срок годности, указанный в нормативной документации. Для скоропортящихся продуктов при сроках годности свыше 30 суток установленный коэффициент резерва составляет 1,2 (3).

Таблица 1.

Нормативные микробиологические показатели

Микробиологические показатели						
Индекс, группа продуктов	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются				Примечание
		БГКП (коли-формы)	<i>S. aureus</i>	Сульфитредуцирующие клостридии	Патогенные, в т. ч. сальмонеллы и <i>L.monocytogenes</i>	
1.3.2.4. Пресервы "Пасты":						
- рыбные пасты	$5 \cdot 10^5$	0,01	0,1	0,01	25	то же

Предполагаемый срок хранения пресервных паштетов составляет 60 суток, следовательно, срок исследований должен составлять 72 суток. Для установления сроков хранения были произведены три партии паштетов с соленостью 5%:

1 партия - паштет из подкопченной сайки с добавлением соленой сельди атлантической без добавления пластификатора;

2 партия - паштет из подкопченной сайки с добавлением соленой сельди атлантической и растительного масла в качестве пластификатора;

3 партия - паштет из подкопченной сайки с добавлением соленой сельди атлантической и ароматизированного растительного масла в качестве пластификатора.

Масло ароматизировали коптильным препаратом «Сквама» по технологии, разработанной на кафедре технологии пищевых производств.

Выработанные партии были заложены на хранение при разных температурных режимах:

1 вариант хранения - при температуре от плюс 2 °С до 0 °С;

2 вариант хранения - от минус 4 °С до минус 8 °С.

Образцы 1-3, хранившиеся по 1 и 2 варианту, подвергались микробиологическим исследованиям через два часа после закатки, на 30, 40, 60 и 90 сутки хранения.

Паштет из подкопченной сайки с добавлением соленой сельди атлантической без добавления пластификатора, хранившийся при температуре от плюс 2 °С до 0 °С, по показателю КМАФАнМ на 40 сутки хранения не соответствовал требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01, по всем остальным показателям данный образец удовлетворял требованиям нормативной документации. Паштет из подкопченной сайки с добавлением соленой сельди атлантической и растительного масла в качестве пластификатора, хранившийся при температуре от плюс 2 °С до 0 °С, по показателю КМАФАнМ на 40 сутки хранения также не соответствовал требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01, по всем остальным показателям данный образец удовлетворял требованиям нормативной документации. Паштет из подкопченной сайки с добавлением соленой сельди атлантической и ароматизированного растительного масла в качестве пластификатора, хранившийся при температуре от плюс 2 °С до 0 °С, по всем показателям на 60 сутки хранения соответствовал требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01. Это объясняется бактерицидным действием основных коптильных компонентов, которые диффундируют в масло при ароматизации (1). Таким образом, на основании микробиологических исследований, можно сделать вывод, что при температуре хранения от плюс 2 °С до 0 °С паштет из подкопченной сайки с добавлением соленой сельди атлантической без добавления пластификатора и паштет из подкопченной сайки с добавлением соленой сельди атлантической и растительного масла в качестве пластификатора можно хранить не более 30 суток. Для промышленного производства такие режимы и сроки хранения не выгодны, так как пресервы необходимо выдерживать 14 суток до момента реализации для созревания. Для паштета из подкопченной сайки с добавлением соленой сельди атлантической и ароматизированного растительного масла в качестве пластификатора при температуре хранения от плюс 2 °С до 0 °С можно рекомендовать более длительный срок хранения (до 45 суток). Все образцы произведенной продукции, хранившиеся по второму варианту при температуре от минус 4 °С до

минус 8 °С, на 90 сутки хранения по всем показателям соответствовали требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01. Паштет из подкопченной сайки с добавлением соленой сельди атлантической и ароматизированного растительного масла в качестве пластификатора (вариант хранения 2) был дополнительно исследован на 120 сутки хранения. На 120 сутки хранения данный образец по всем показателям соответствовал требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01. Таким образом, на основании микробиологических исследований, можно сделать вывод, что при температуре хранения от минус 4 °С до минус 8 °С паштет из подкопченной сайки с добавлением соленой сельди атлантической без добавления пластификатора и паштет из подкопченной сайки с добавлением соленой сельди атлантической и растительного масла в качестве пластификатора можно хранить не более 75 суток. Для паштета из подкопченной сайки с добавлением соленой сельди атлантической и ароматизированного растительного масла в качестве пластификатора при температуре хранения от минус 4 °С до минус 8 °С можно рекомендовать более длительный срок хранения (до 100 суток).

Список литературы

1. Бражная И. Э. Разработка ароматизаторов для пресервов на основе совершенствования процесса генерации дыма фрикционным способом. Дисс. На соискание ученой степени кандидата технических наук/ И. Э. Бражная.- Мурманск.: МГТУ, 1998 г.-219 с.

2. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности и пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.1078-01. – Москва: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002.– 168 с.

3. МУ 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. 4.2. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. – от 20 июня 2004 года.

Разработка технологии производства пищевой продукции из медузы

Воробьёв В.В. (*Центр интегративных технологий, г. Москва*); **Юферова А.А., Базилевич В.И.** (*Тихоокеанский государственный экономический университет, г. Владивосток*)

В связи с сокращением запасов традиционных объектов морского и океанического промысла и для восполнения обеспечения населения морепродуктами необходимо всестороннее изучение нетрадиционных объектов биоресурсов Мирового океана для освоения и комплексного использования на пищевые цели.

В Японском море у берегов Приморья наиболее распространёнными, имеющими наибольший объём вылова и спрос на рынке в странах Юго-Восточной Азии, являются медузы рода *Rhopilema asamushi* и *Aurelia aurita*. Технологическая обработка каждого из этих видов желетелых имеет свои особенности из-за определённых различий их химического состава и консистенции. Медуза содержит воду, белковую субстанцию, состоящую в основном из фибриллярных нерастворимых в воде структурных белков – коллагена и эластина, гликозамингликаны (гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты, гепарансульфат и др.), липидов и макро- и микроэлементов. Липиды зонтичной части и ротовых лопастей медузы содержат триглицериды, фосфолипиды, ди- и моноглицериды, стерины и эфиры стеринов и свободные жирные кислоты. Жирные кислоты тихоокеанских медуз состоят из ряда эссенциальных необходимых для нормальной жизнедеятельности организма полиненасыщенных кислот: линолевой, линоленовой, арахидоновой и эйкозапентаеновой.

Нами проведены экспериментальные работы по определению способов и технологических режимов обработки медуз для производства пищевой продукции. Свежевыловленные медузы помещали на 2-3 ч в перфорированные контейнеры с поддонами для сбора и использования жидкой фракции мезоглеи при изготовлении продуктов питания. У медуз сразу же наблюдался процесс синерезиса. Далее медузы направляли на посол в солевой раствор с оптимальной концентрацией хлористого натрия в течение 4-х суток. Для сокращения диффундирования в процессе посола мезоглейной жидкости из зонтичной мантии и ротовых лопастей медуз, с целью стабилизации и фиксации структурной формы обрабатываемого биосырья, нами предложено использование оптимальных концентраций отваров лиственных деревьев.

Органолептические показатели у солёной медузы с добавлением фиксирующих отваров были существенно выше, чем у образцов, посоленных без добавления отваров. Консистенция солёных медуз была умеренно плотная, но не жёсткая, куски желетелых имели сохранившиеся

первоначальные формы, хорошо зафиксированы, аромат и вкус свойственные данному виду продукта (со слабовыраженным привкусом соли). Цвет солёной медузы оставался естественным и слегка менялся при посоле с концентратом отвара листовых деревьев.

Разработанные способы посола медуз в среде фиксирующихся растворов позволяют многократно сократить процесс синерезиса и максимально сохранить ценные биоконпоненты, увеличить продолжительность хранения продукта в два раза – до 6-ти месяцев, по сравнению с посолом медуз без отваров растительных веществ.

Разработаны и другие способы технологической обработки медуз – замораживание, сублимация, сушка с использованием СВЧ-энергоподвода и другие методы.

На основе предложенных способов технологической обработки медуз нами разработаны технологии производства пресервов, сушеной и кулинарной продукции, майонезов и напитков из медуз.

Метод определения диэлектрических характеристик мороженных гидробионтов

Воробьев В.В. (Центр интегративных технологий, г. Москва)

При создании технологий и микроволнового оборудования для обработки гидробионтов энергией электромагнитного поля СВЧ необходимо знать электрофизические (диэлектрические) характеристики сырья. Диэлектрические характеристики влияют на величину удельной мощности ЭМП СВЧ, трансформируемой в теплоту, и глубину проникновения СВЧ-поля в продукт. В свою очередь они зависят от уровня частоты ЭМП, температуры, структуры и химического состава продукта.

Мощность потерь, поглощаемая единицей объема диэлектрического материала, определяется по уравнению [1]:

$$P_v = 5,56 \cdot 10^{-7} \cdot f \cdot E^2 \cdot \varepsilon''_{эф}, \text{ Вт/м}^3 \quad (1)$$

где: f - частота электромагнитных колебаний, Гц;
 E - напряженность электрического поля, В/м;
 $\varepsilon''_{эф}$ - эффективный фактор потерь (коэффициент потерь).

Среди пищевых продуктов в наименьшей степени изучены диэлектрические характеристики рыб, моллюсков и других гидробионтов, особенно мороженого биосырья.

Изучение диэлектрических характеристик (ε' , $tg\delta$, ε''), влияющих на величину удельной мощности тепловых потерь и глубину проникновения СВЧ-поля в продукт в области отрицательных температур, сопряжено с очень большими сложностями, как методического, так и инструментального характера, особенно в зоне критических температур (от -5°C до -1°C).

С учетом характера поведения фактора диэлектрических потерь (ε'') при различных температурах, зависящего от количества вымороженной влаги в продукте и его энтальпии, нами разработан аналитический метод определения ε' , ε'' и $tg\delta$ мышечной ткани рыбы при отрицательных температурах с учетом механизма взаимодействия ЭМП СВЧ с замороженным сырьем.

Предлагаемый метод определения диэлектрических характеристик мороженных гидробионтов основан на использовании справочных данных по ε' и ε'' [2], значения которых получены при положительных температурах, энтальпии и количества замороженной влаги в мышечной ткани мороженной рыбы [3,4] и состоит из двух частей.

В первой части метода диэлектрические характеристики рыбы до температуры 0°C определяются следующими уравнениями:

$$\varepsilon'_{ti} = \frac{\Delta H_{ti}}{\Delta H_{t20}} \cdot \varepsilon'_{t20} \quad (2)$$

и

$$\varepsilon''_{ti} = \frac{\Delta H_{ti}}{\Delta H_{t20}} \cdot \varepsilon''_{t20} \quad (3)$$

где: ε'_{ti} , ε''_{ti} - диэлектрическая проницаемость и фактор диэлектрических потерь рыбы при i -температуре;
 ΔH_{ti} - энтальпия рыбы при i -температуре, кДж/кг;
 ΔH_{t20} - энтальпия рыбы при температуре 20°C, кДж/кг;
 ε'_{t20} , ε''_{t20} - диэлектрическая проницаемость и фактор диэлектрических потерь при температуре 20°C.

Уравнение выполнимо при $0 < t_i \leq 20$.

Во второй части - с учетом замороженной влаги в мясе рыбы диэлектрические характеристики мороженой рыбы от температуры минус 1°C до минус 40°C предлагается определять по формулам:

$$\varepsilon'_{Mti} = \varepsilon'_{const} \cdot (1 - W_{3ti}) \quad (4)$$

и

$$\varepsilon''_{Mti} = \varepsilon''_{const} \cdot (1 - W_{3ti}) \quad (5)$$

где: ε'_{Mti} , ε''_{Mti} - диэлектрическая проницаемость и фактор диэлектрических потерь мороженой рыбы при i -температуре;
 W_{3ti} - количество замороженной воды в мясе рыбы при i -температуре, доля единицы;
 ε'_{const} , ε''_{const} - диэлектрическая проницаемость и фактор диэлектрических потерь рыбы при 0°C.

По уравнениям 2-5 рассчитаны диэлектрические характеристики мороженой трески (табл. 1), палтуса, хека, сельди и судака.

Таблица 1

Диэлектрические характеристики мышечной ткани трески в зависимости от температуры.

Частота, МГц	Диэлектрические характеристики	Температура, °C													
		-4	-1	-1	-1	-1	-1	-	-	-5	-4	-3	-2	-1	0
433	ε'	4,4	5,4	5,7	6,1	6,6	7,3	8,2	9,7	10,9	12,6	15,6	22,3	43,0	46,8
	ε''	2,6	3,2	3,4	3,6	3,9	4,4	4,9	5,8	6,5	7,5	9,3	13,3	25,6	27,9
915	ε'	4,2	5,2	5,4	5,9	6,4	7,0	7,9	9,3	10,4	12,1	15,0	21,3	41,3	44,9

	ε''	2, 2, 2, 3, 3, 3, 4, 4, 5, 6, 7, 11 21 23
		2 7 8 0 3 6 1 8 4 3 8 ,1 ,4 ,3
2400	ε'	3, 4, 5, 5, 5, 6, 7, 8, 9, 11 13 19 37 41
		9 8 0 4 8 4 2 5 6 ,1 ,8 ,6 ,9 ,2
	ε''	1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 4, 5, 7, 14 15
		5 8 9 0 2 5 8 3 7 3 3 5 ,6 ,9

Темп нагрева при размораживании гидробионтов ЭМП СВЧ существенно зависит от коэффициента диэлектрических потерь, изменение которого приводит к значительному увеличению поглощения мощности энергии электромагнитного поля обрабатываемой рыбой. При размораживании до заданной конечной температуры мощность, поглощаемая единицей объема обрабатываемой рыбы с учетом уравнений 1 и 5, определяется:

$$P_v = 5,56 \cdot 10^{-7} \cdot f \cdot E^2 \cdot [\varepsilon''_{const} \cdot (1 - W_{3ii})], \text{ Вт/м}^3 \quad (6)$$

Полученные диэлектрические характеристики мороженых рыб позволяют полнее понять механизм происходящих изменений в процессе размораживания гидробионтов СВЧ-энергией и рассчитать удельную мощность тепловых потерь ($P_{уд}$), поглощаемую продуктом.

Список литературы

1. Рогов И.А., Некрутман С.В. Сверхвысокочастотный нагрев пищевых продуктов. - М.: Агропромиздат, 1986. - 351 с.
2. Электрофизические, оптические и акустические характеристики пищевых продуктов / Рогов И.А., Адаменко В.Я., Некрутман С.В. и др.; под ред. Рогова И.А. - М.: Легкая и пищевая промышленность 1981. - 288с.
3. Сикорский З. Технология продуктов морского происхождения. - М.: Пищевая промышленность, 1974. - 520 с.
4. Технология обработки водного сырья / Зайцев В.П., Кизеветтер И.В., Лагунов Л.Л. и др. - М.: Пищевая промышленность, 1976. - 696 с.

Экструзия как альтернатива дефростации

Голубева О.А., Новикова Е.С. (МГТУ, кафедра ТХО)

На сегодняшний день при переработке замороженного рыбного сырья неотъемлемой операцией, предшествующей измельчению, является дефростация.

Хранится сырьё перед дефростацией в замороженном состоянии, что вызывает значительные температурные перепады при измельчении и до него и приводит к значительным дополнительным энергозатратам. При проведении дефростации процент потерь увеличивается, может быть испорчен внешний вид сырья и его пищевая ценность.

Большое число операций в технологическом процессе требует наличия соответствующего оборудования, что дополнительно приводит к увеличению потерь, а значит затрат энергии. В условиях постоянного подорожания энергоносителей решение задачи по сокращению их потерь представляется достаточно актуальным.

На основании проведённых первичных экспериментов предлагается заменить две технологические операции - дефростацию и последующее измельчение – экструзией.

Экструзия - технологический процесс выдавливания жгутов перерабатываемой массы через формирующие отверстия матрицы.

На сегодняшний день проведены первичные экспериментальное исследование экструзии мороженого сырья на примере мойвы. Мойва является широко распространенным, хорошо продаваемым и перерабатываемым сырьём. Использование именно мойвы в экспериментах связано с её морфометрическими характеристиками (длиной и толщиной). Малая толщина тушек рыбы удобна для формирования жгута, поскольку при подготовке сырья тушки мойвы расположены параллельно оси, и в любом поперечном сечении замороженного образца прочностные свойства одинаковы. Это имеет большое значение при выводе математических зависимостей, характеризующих процесс экструзии.

Предварительная подготовка сырья для испытаний заключалась в замораживании образцов рыбы в трубке малого диаметра морозильнике при температуре минус

2000 °С.

Для исследования процесса экструзии и определения его силовых и энергетических показателей была использована плунжерная пара. Продавливание через фильеру с калиброванными отверстиями проводилось на гидравлическом прессе. По причине незначительной длительности эксперимента заметного отепления образцов не происходило. Фильеры для экструзии имели различные диаметры.

В ходе проведения ряда экспериментов была выявлена зависимость усилия продавливания от диаметра фильеры, а также зависимость давления экструзии от диаметра фильеры. Наиболее низкие показатели данных величин получены для фильеры с диаметром отверстий 5,5 мм.

По результатам эксперимента установлена формула связи давления экструзии и диаметра фильеры. Для корректировки формулы необходимы дополнительные исследования.

Для оценки работы установки были первично рассчитаны энергетические показатели экструзии мороженой мойвы. При обработке результатов серии экспериментов были получены математические выражения для расчёта удельных затрат работы на 1 кг мороженой мойвы. Зная массу блока замороженного сырья и плотность рыбы, можно рассчитать затраты работы на экструзию определённой массы сырья. С этой величиной связана потребная мощность экструдера. Он определяется скоростью движения плунжера. Было выявлено, что при заданной скорости истечения рыбы из фильеры скорость движения плунжера определяется отношением площадей плунжера и фильеры в свету. Данное отношение назвали усилителем. Экспериментальные результаты получены для значений усилителя от 99 до 800 и для расширения области их применимости необходимы дополнительные эксперименты. В результате обработки экспериментальных данных выведено уравнение для расчёта мощности, потребной для экструзии 1 кг рыбы в секунду.

Эксперимент показал, что часть затраченной на экструзию энергии превращается в тепло и в результате происходит нагревание экструдера. Для поддержания температуры экструдера необходимо отводить некоторое количество тепла.

Результаты патентного поиска подтвердили уникальность проводимой работы и востребованность получаемых результатов для развития пищевой промышленности.

Предпроектный расчет механизма самонастройки рабочего органа рыботоразделочной машины

Горлатов А.С. (Калининград, КГТУ, кафедра «Пищевые и холодильные машины», e-mail: elina@klgtu.ru)

Application of self-adjustable mechanisms in fish-cutting machines provides cultivation of fish with different sizes. Practical interest represents calculation of know self-adjustable mechanisms with purpose of their use in new fish-cutting machines.

Применение механизмов автоматической настройки рабочих органов повышает эффективность работы рыботоразделочных машин, обеспечивая возможность разделки несортированной по размерам рыбы и снижая при этом потери пищевого рыбного сырья [1, 2].

Многообразие технологических операций при разделке рыб различных видов соответствует большое число исполнительных механизмов, обеспечивающих настройку рабочих органов на размер обрабатываемого сырья. Различают две категории таких механизмов: механизмы самонастройки, которые настраивают рабочие органы непосредственно под действием на них самой рыбы через промежуточные звенья [3], и механизмы настройки, оснащенные блоками памяти [4], последние хранят результаты обмера каждого экземпляра рыбы в виде линейной или угловой координаты в течение определенного времени (в зависимости от числа механизмов памяти в блоке). Механизмы настройки с блоками памяти обеспечивают воздействие рабочего органа на рыбу со смещением во времени относительно операции ее обмера.

Большой практический интерес представляют собой те из механизмов самонастройки, которые, отличаясь простотой кинематической цепи, способны эффективно функционировать при обработке сырья различных видов или различных размерных фракций рыб одного вида. Использование в новых рыботоразделочных машинах уже известных и хорошо зарекомендовавших себя механизмов самонастройки рабочих органов – это аспект не только экономический, но и социальный.

Проведем исследование механизма самонастройки ножа для перерезания кишки, который применен в машине для разделки рыбы Н2-ИРА 107. Машина предназначена для разделки на тушку дефростированной или охлажденной рыбы: скумбрии, ставриды, сардинеллы, сельди, хека, помолобуса, пикши, аргентины, сайды и морского налима. Длина обрабатываемой рыбы от 240 до 400 мм [5]. Механизм приводится в движение от соприкосновения с обмеряемой рыбой, под действием которой нож настраивается на линию реза.

Кинематическая схема механизма представлена на рис. 1. Механизм состоит из коромысла 1 и кинематически связанного с ним рычага 2.

Коромысло шарнирно связано со стойкой (точка O), на его свободном конце жестко закреплен щуп 3 для взаимодействия с рыбой. Концевая часть коромысла со стороны щупа выполнена в виде вилки 4. Рычаг 2 имеет изогнутую форму, один конец его связан со стойкой (точка O_1), на свободном конце рычага закреплен нож 5. Рычаг снабжен осью (точка A) с насаженным на ней роликом 6, последний сопряжен с вилкой 4 коромысла 1.

Механизм работает следующим образом. Начальное (исходное) положение механизма соответствует положению ножа 5 при нахождении под щупом 3 рыбы минимальной длины в данной размерной фракции. При подаче под щуп рыбы большего размера (i -того для данной фракции) щуп поднимается на высоту H . При этом коромысло 1 оказывается в положении OA_1 , а рычаг 2 в положении OA_1N_1 и нож сместится влево от исходного положения на расстояние S , равное $S_2 - S_1$ (рис. 2). Это положение ножа будет соответствовать его положению на линии реза рыбы i -й длины, при дальнейшем движении которой выполняется операция перерезания кишки.

Следует отметить, что такая самонастройка ножа обеспечивается лишь при условии, если размеры звеньев механизма выбраны с учетом морфометрических характеристик обрабатываемого сырья, т.е. с учетом взаимосвязи параметров обмера рыбы и ее обработки.

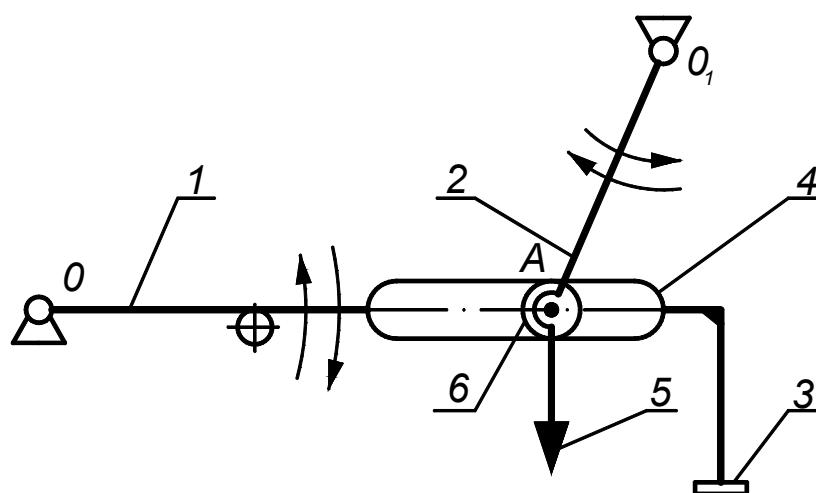


Рис.1. Кинематическая схема механизма самонастройки ножа
рыборазделочной машины

$$\text{Следовательно, } x = E - \sqrt{E^2 - F}. \quad (7)$$

Зная абсциссу точки A_1 , можно вычислить угол поворота рычага 2, определяющий положение ножа (точка N_1) при подъеме щупа 3 на высоту H . Соответственно такому условию запишем

$$\sin \beta = A_1 k / A_1 O_1 = (a - x) / r, \quad (8)$$

где β – угол, соответствующий положению плеча $A_1 O_1$ рычага 2 относительно вертикали при подъеме щупа 3 на высоту H ,

$$\beta = \arcsin\left(\frac{a - x}{r}\right).$$

Угол поворота рычага 2 относительно его начального положения составит $\gamma = \beta - \delta$ или

$$\gamma = \arcsin\left(\frac{a - x}{r}\right) - \arcsin(S_1 / R), \quad (9)$$

где δ – угол исходного положения плеча $A O_1$ рычага 2;

S_1 – расстояние, определяющее исходное положение ножа от вертикали, проходящей через центр качания рычага 2;

R – радиус $O_1 N$, равный удалению ножа от центра его качания.

Для ножа 5, закрепленного на свободном конце рычага 2, будем иметь $\varphi = \beta - \delta + \delta_n$ или

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{a - x}{r}\right) - \arcsin(S_1 / r) + \arcsin(S_1 / R), \quad (10)$$

где φ – угол, характеризующий положение ножа 5 при подъеме щупа 3 на высоту H ;

δ_n – угол, характеризующий исходное положение ножа, $\delta_n = \arcsin(S_1 / R)$.

Удаление ножа от базовой вертикали составит

$$S_2 = R \sin \varphi = R \sin(\beta - \delta + \delta_n). \quad (11)$$

Углы δ и δ_n остаются постоянными, они зависят от размеров и взаимного расположения коромысла 1 и рычага 2 в кинематической цепи устройства. Поэтому для определения угла φ в соответствии с равенством (10) необходимо определить угол β в функции аргумента x , представленного выражением (7). При расчете x следует иметь в виду, что величины a , b , L и r являются константами схемы, а величина $H = \text{var}$.

При подъеме щупа на высоту H расстояние от ножа (точка N_1) по нормали к прямой АД, определяющей исходное положение ножа, составит

$$S = S_2 - S_1 = R \sin \varphi - R \sin \delta_n = R(\sin \varphi - \sin \delta_n) \text{ или} \\ S = R[\sin(\beta - \delta + \delta_n) - \sin \delta_n]. \quad (12)$$

Таким образом, получена зависимость для определения функции

$$S = f(H). \quad (13)$$

Рассмотрим пример реализации зависимости (13) механизмом с заданными значениями геометрических параметров, мм. Пусть $a = 300$, $b = 70$, $L = 340$, $r = 90$, $R = 240$.

Найдем значения углов β , δ и δ_n . Для расчета угла β определим величину x . Из выражения (7) для $H = 10$ мм при значениях

$$E = \frac{a + bH/L}{1 + (H/L)^2} = \frac{300 + 70 \cdot 10/340}{1 + (10/340)^2} = 301,8 \text{ и } F = \frac{a^2 + b^2 - r^2}{1 + (H/L)^2} = \frac{300^2 + 70^2 - 90^2}{1 + (10/340)^2} = 86725,0$$

получаем $x = 301,8 - \sqrt{(301,8)^2 - 86725} = 235,8$. Искомый угол составит

$$\beta = \arcsin \frac{a - x}{r} = \arcsin \frac{300 - 235,8}{90}, \text{ т.е. } \beta = 45^\circ 30'. \quad \text{Угол } \delta = \arccos \frac{b}{r} = \arccos \frac{70}{90},$$

т.е. $\delta = 39^\circ$. Параметр схемы механизма S_1 составит $S_1 = r \sin \delta = 90 \sin 39^\circ$

$= 56,6$. Величина угла δ_n будет равна $\delta_n = \arcsin \frac{S_1}{R} = \arcsin \frac{56,6}{240}$, т.е. $\delta_n =$

$13^\circ 30'$. Следовательно, рассматриваемый механизм при подъеме шупа на 10 мм обеспечивает перемещение ножа на величину, равную $S = R(\sin(\beta - \delta + \delta_n) - \sin \delta_n) = R(\sin 20^\circ - \sin 13^\circ 30')$, т.е.

$S = 240(0,3420 - 0,2334) = 26,06$ мм. Отношение аргумента H к полученному по формуле (12) значению функции S в идеале должно удовлетворять равенству

$$\frac{H}{S} = \frac{B}{l} = K_i, \quad (14)$$

где B – параметр, по которому ведется обмер рыбы, например, толщина в зоне сопряжения головы с тушкой;

l – параметр, по значению которого настраивается нож для отрезания кишки;

K_i – морфометрическая характеристика (коэффициент подобия), в любом размерном диапазоне для рыб одного вида $K_i = \text{const}$.

Величина S является сложной функцией $S = f(a, x, r, S_1, R)$. (15)

В зависимости от геометрических параметров механизма самонастройки она может достигать различных значений при одинаковых значениях отношения H/K_i . Приемлемым для эффективной обработки рыбы данного вида является механизм наиболее полно соответствующий реализации выражения

$$R \sin \left(\arcsin \frac{a - x}{r} - \arcsin \frac{S_1}{r} + \arcsin \frac{S_1}{R} \right) - R \sin \left(\arcsin \frac{S_1}{R} \right) = \frac{H}{K_i}. \quad (16)$$

Варьируя значения одного или нескольких геометрических параметров механизма самонастройки при $\frac{H}{K_i} = \text{const}$, можно в процессе проектирования выбрать механизм, удовлетворяющий выражению (16).

Очевидно, что точность самонастройки механизма на отрезание будет зависеть от точности достижения функции S.

Выводы

Получены зависимости, которые дают возможность, варьируя значениями геометрических параметров механизма самонастройки, вести его переналадку на обработку рыбы различных видов.

Для мобильности устройства при переналадке необходимо обеспечить возможность оперативного регулирования его размерной цепи.

В анализируемом механизме значение выходного параметра представляет собой сложную функцию, которая является отражением, по меньшей мере, пяти независимых переменных.

Список литературы

1. Пазенко В.Т. Механизмы автоматической настройки рабочих органов рыбоделочных машин / В.Т. Пазенко. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 64 с.
2. Терентьев А.В. Основы комплексной механизации обработки рыбы / А.В. Терентьев. – М.: Пищ. пром-сть, 1969. – 432 с.
3. Горлатов А.С. Выбор механизмов настройки рабочих органов при проектировании рыбоделочных машин / А.С. Горлатов, А.К. Друсейк, М.В. Власова // Техника и технология тепловой обраб. пищ. продуктов: Сб. науч. тр. КТИРПХ. – Калининград, 1984. – Вып. 101. – С. 74-78.
4. Горлатов А.С. Некоторые аспекты настройки рабочих органов рыбоделочных машин / А.С. Горлатов, А.К. Друсейк, И.Э. Мазовецкий, Н.Д. Баюра // Технол. процессы и оборуд. рыбообрабатывающих предпр.: Сб. науч. тр. КТИРПХ. – Калининград, 1982. – Вып. 98. – С. 22-34.
5. Оборудование рыбной промышленности. Отраслевой каталог. – М.: ЦНИИТЭИРХ. – 1982. – Вып. 24.
6. Горлатов А.С., Механизм самонастройки ножа голово-отрезающей машины для рыбы. Точность самонастройки / А.С. Горлатов, С.А. Сухомлин // Применение холода в пищевых производствах: Тез. докл. Всероссийского н.-т. семинара с междунар. участием (31 мая – 4 июня 1999 г.). – КГТУ. – Калининград, 1999. – С. 59-61.
7. Горлатов А.С. Исследование и разработка оборудования для рыбоконсервного и пресервного производств / А.С. Горлатов. Сб. науч. ст. – Калининград: УОП КГТУ, 1997. – 164 с.

Определение коэффициентов диффузии соли в рыбе при посоле в тузлуке

Димова В.В.¹, Ершов А.М.², Гроховский В.А.³ (¹ ЗАО «Арктиксервис», ² МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

При исследовании процесса посола изучение закономерностей диффузии соли в мясе рыбы и влияния на этот процесс различных параметров представляет наибольший интерес. Для изучения диффузии соли в тканях рыбы анализировали изменение содержания соли в образцах по времени посола и распределение соли по толщине рыбы в различные моменты времени. Исследования проводили с путассу, сайдой (филе), скумбрией (филе), угрем, окунем, мойвой. Столь различные виды рыб были выбраны для изучения влияния химического состава, размера образцов на процесс просаливания.

Диффузионные свойства рыбы характеризуются коэффициентом диффузии, который зависит от физических характеристик диффундирующего вещества и среды, в которую оно диффундирует. То есть в случае посола коэффициент диффузии зависит от температуры и состояния мяса рыбы. Если температура посола постоянна, то коэффициент диффузии будет зависеть от реологических свойств рыбы, которые в свою очередь, связаны с изменением белков под действием хлорида натрия.

В работе представлено два метода нахождения коэффициентов диффузии соли в мясе рыбы в процессе посола: на основе закона потенциалопроводности (Гинзбург, 1973; Гинзбург, Савина, 1982) и метод В.Д.Ермоленко (Ермоленко, 1960; Ермоленко, 1962).

Методы включают в себя построение по экспериментальным данным кривых кинетики просаливания как целых образцов $S = f(\tau)$, так и отдельных слоев по толщине мяса рыбы $S_n = f(\tau)$, а также кривых поступления соли в рыбу по мере просаливания $m_c = f(\tau)$ и распределения солесодержания по толщине мяса рыбы $S^c = f(x)$. Некоторые из этих кривых представлены на рис.1.

Расчет коэффициента диффузии соли в мясе различных видов рыб по закону потенциалопроводности был произведен согласно следующих выражений

$$D = \frac{q_m}{\rho_0 \nabla S^c}, \quad (1.1)$$

где $q_m = -\frac{dm_c}{d\tau} \Delta F$ – плотность потока диффундирующей в рыбу соли, кг/с·м²);

ΔF – площадь поверхности, через которую происходит диффузия соли в мясо рыбы, м²; $\frac{dm_c}{d\tau}$ – скорость переноса соли в мясо рыбы, получаем путем

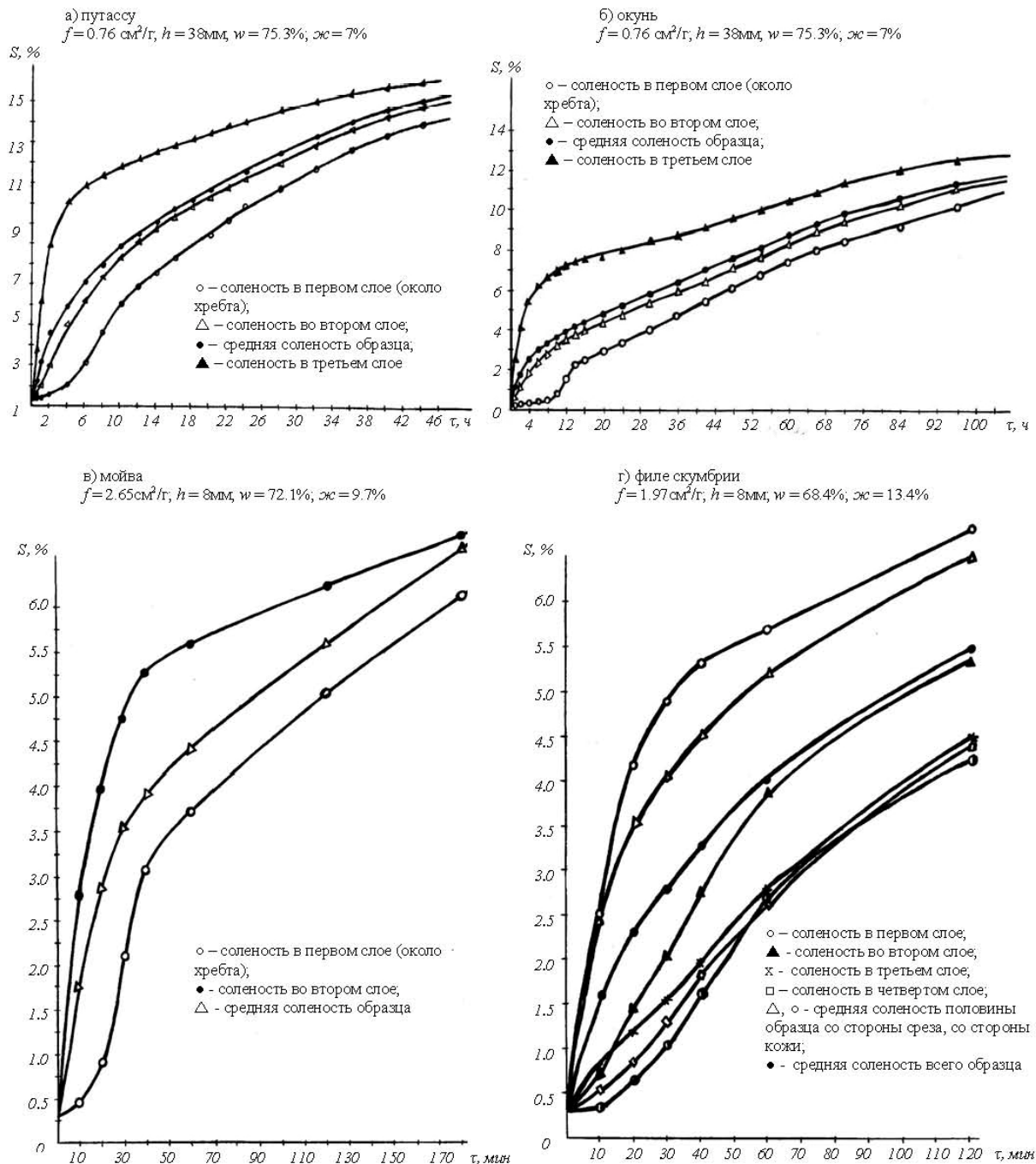


Рис. 1 Изменение средней солёности и солёности по слоям по толщине мяса при посоле различных видов рыб ($\rho = 1.20 \text{ г/см}^3$; $t = 18 \text{ }^\circ\text{C}$)

графического дифференцирования экспериментальных кривых $m_c = f(\tau)$, кг/с; $\nabla S^c = \frac{dS^c}{dx}$ — градиент солесодержания на поверхности просаливающегося образца, получаем путем графического дифференцирования кривых $S^c = f(x)$, (кг/кг)/м; ρ_0 - в данном случае плотность абсолютно сухого материала (мяса

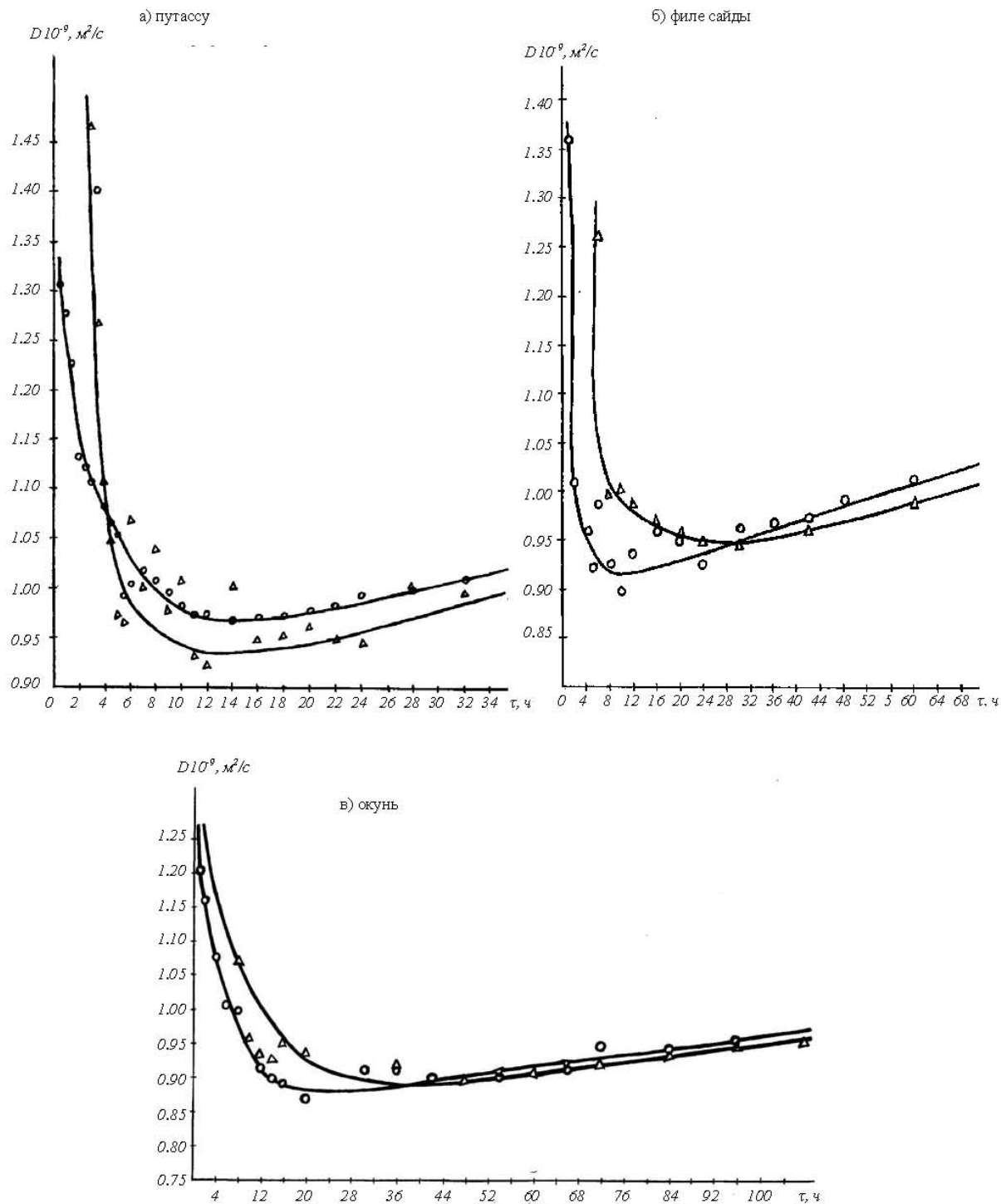


Рис. 3.8. Изменение коэффициентов диффузии соли в мясе различных видов рыб при посоле в тузлуке по времени посола ($\rho = 1.20 \text{ г/см}^3$; $t = 18 \text{ }^\circ\text{C}$):

○, △ - коэффициенты диффузии рассчитанные по закону потенциалопроводности, по методу Ермоленко В.Д. (рыбы) согласно справочных данных. Зависимость изменения градиента солесодержания по времени посола для каждого вида рыбы представлена на графиках.

Расчет коэффициента диффузии по методу Ермоленко В.Д. проводили согласно формулы:

$$D = \frac{d\bar{S}^c}{d\tau} \left[\frac{R^2 - \tau^2}{6(\bar{S}(\tau) - S_1(\tau))} \right], \quad (1.2)$$

где $\frac{d\bar{S}^c}{d\tau}$ – скорость изменения среднего солесодержания, получаем с помощью графического дифференцирования кривых $\bar{S}^c = f(\tau)$, (кг/кг)/с; $\bar{S}(\tau), S_1(\tau)$ – среднее солесодержание всего образца и среднего слоя соответственно, кг/кг; R, r – половина толщины всего образца и среднего слоя образца соответственно, м.

При расчете коэффициента диффузии для филе рыбы по любому из вышеназванных способов филе условно разделялось на две равные половины со стороны кожи и со стороны среза, и расчет коэффициента проводился отдельно для каждой из половин, а затем вычислялся средний в целом для образца.

Значения коэффициентов диффузии, найденные с помощью этих методов, оказались довольно близки и сопоставимы с данными научной литературы (Уитон, Лосон, 1989). Хотя для образцов толщиной более 8 мм до достижения рыбой солености 2–3 % (по сырой массе) при расчетах по методу Ермоленко были получены завышенные значения коэффициентов диффузии (рис.2). Во втором периоде посола значения коэффициентов независимо от метода определения примерно равны. Вероятно, это объясняется медленным проникновением соли в центральные слои мяса рыбы для достаточно толстых образцов. Известно, что по методу Ермоленко определяют соленость центрального слоя и среднюю соленость образца в заданные моменты времени. Поэтому для дальнейших исследований применяли коэффициенты диффузии найденные по закону потенциалопроводности.

Представленные в работе методы позволяют экспериментально определять коэффициенты диффузии соли для различных видов рыб.

Список литературы

1. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. М.: Пищевая пром-сть, 1973. 528 с.
2. Гинзбург А.С., Савина И.С. Массовлагодобменные характеристики пищевых продуктов. М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. 279 с.
3. Ермоленко В.Д. К исследованию массопереноса в коллоидных телах. Инж.-физ. журн. 1960. № 8. С.27.
4. Ермоленко В.Д. Новый метод определения коэффициента диффузии во влажных материалах. Инж.-физ. журн. 1962. Т.5, № 1. С.70.

Расчетный метод определения влажности по толщине филе рыбы в процессах обезвоживания

Ершов М.А.¹, Ершов А.М.², Николаенко О.А.² (¹МГТУ, служба технической защиты информации, ²Технологический факультет МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

Annotation. The paper describes a method to estimate moisture content across the thickness of the fillet during the dehydration process. The estimation is made using a method of grids. To form a grid equations of generalized kinetic curve of dehydration and variation in diffusive properties of fish during dehydration are used. Conditions at the boundary between two phases are set based on the dependence of variation in moisture at the fillet surface on the mean moisture content in fish.

Разработка технологий в области копчения, вяления и сушки рыбы требует поиска режимов обезвоживания и копчения близких к оптимальным. Поиск режимов обезвоживания традиционным экспериментальным путем достаточно трудоемок, поэтому предпочтительнее является определение режимных параметров расчетными методами, учитывающих закономерности распределения влаги внутри продукта в течение всего процесса обезвоживания. Получить расчетным методом кривые распределения влажности по толщине рыбы не предоставляется возможным без знания коэффициентов потенциалопроводности массопереноса (коэффициентов диффузии). Однако для того чтобы иметь представление об изменении распределения влажности по толщине продукта в течение процесса помимо диффузионных свойств обрабатываемого сырья необходимо знать и характер изменения влажности на границе продукта. Определение зависимостей на основе массообменных процессов происходящих между теплоносителем и продуктом затруднено влиянием пограничного слоя вблизи поверхности объекта обезвоживания и сложностью экспериментальных работ. Поэтому для поиска вышеуказанных закономерностей использовалась кривая кинетики обезвоживания, т.к. в этом случае максимально учитываются все факторы, влияющие на процесс сушки.

Нахождение множества расчетных кривых кинетики и динамики обезвоживания в зависимости от влияния видового (химического) состава, геометрических размеров рыбы и режимных параметров обезвоживания позволяет выбрать близкие к оптимальным условия течения процесса. Это, в свою очередь, позволит совершенствовать как действующие установки для холодного копчения и вяления, так и разрабатывать новые.

Кинетическое уравнение переноса влаги для процессов холодной сушки можно записать в виде:

$$\partial u / \partial \tau = \partial / \partial x (a_m \partial u / \partial x) \quad (1)$$

где – τ текущая продолжительность процесса; a_m – коэффициент потенциалопроводности влагопереноса; x – пространственная координата.

Математическая модель задачи состоит в отыскании функции $u(x, \tau)$. Решение уравнения (1) возможно наиболее просто с использованием численных методов. Однако необходимо знать изменение влажности на поверхности продукта от времени процесса. На основе обобщенных кривых кинетики обезвоживания зависимость среднеобъемной влажности \bar{w}^c от продолжительности процесса можно найти через функциональную связь $[\bar{w}^c = f(\tau)]$. Вероятно должна существовать, учитывая закономерности процесса, функциональная связь между текущими влажностями среднеобъемной и на поверхности продукта $\bar{w}^c = f(\bar{w}_n^c)$, для каких-то конкретных условий. Однако при этом необходимо учесть неравномерность распределения влаги в начальный момент времени. Исходя из указанных предположений, в дальнейшем определяли зависимости распределения влаги по толщине продукта в различные моменты времени, находили зависимости $\bar{w}^c = f(\tau)$ и $\bar{w}_n^c = f(\tau)$, затем функциональную связь между \bar{w}^c и \bar{w}_n^c , при этом учитывали нелинейность распределения влаги по толщине продукта.

При решении уравнения (1) принимали образцы рыбы симметричными (филе). Начальное условие распределения влаги по толщине продукта в начальный момент времени:

$$U(x; 0)_{x=+0; R} = U_0; U(x; 0)_{x=0} = f(U_0), \quad (2)$$

где $x=+0; R$ – индекс, указывающий диапазон распределения влажности в рыбе от непосредственной близости к поверхности тела $x=+0$ до половины толщины филе $x=R$; $x=0$ – индекс, относящийся к поверхности филе; U_0 – начальное влагосодержание рыбы.

Граничное условие можно представить в виде баланса влаги для поверхности: количество влаги q_m , переместившейся изнутри тела к его поверхности, равно количеству влаги, переместившейся с поверхности тела в окружающую среду (1)

$$q_m = -a_m \rho_0 (\partial u / \partial x)_{\text{пов}} = \alpha_{mp} (p_m - p_n) (102/B), \quad (3)$$

где ρ_0 – масса абсолютно сухого вещества в единице влажного тела, кг с.в./м³; $(\partial u / \partial x)_{\text{пов}}$ – градиент влажности на поверхности тела; α_{mp} – коэффициент влагообмена при сушке влажного материала, отнесенный к разности парциальных давлений, кг/(м²·ч·кПа); B – барометрическое давление, кПа; p_m – парциальное давление паров жидкости над поверхностью испарения, кПа; p_n – парциальное давление пара в коптильной камере, кПа.

Задачу рассматривали до половины толщины филе R , тогда поток влаги с этой стороны равнялся нулю

$$(\partial u / \partial x)_R = 0, \quad (4)$$

где $(\partial u / \partial x)_R$ – градиент влажности для половины толщины филе R .

Расчет распределения влажности по толщине филе велся методом сеток (3). Расчет значений влажности на сухую массу ω_A^c (%) в узлах сетки производился по формуле

$$\omega_A^c = (1 - 2a_m Z / h^2) \omega_B^c + Z / h^2 (\omega_1^c + \omega_2^c), \quad (5)$$

где Z, h – шаг сетки по оси ординат и оси абсцисс.

Остальные обозначения приведены в графической схеме рис.1, иллюстрирующей формулу (5).

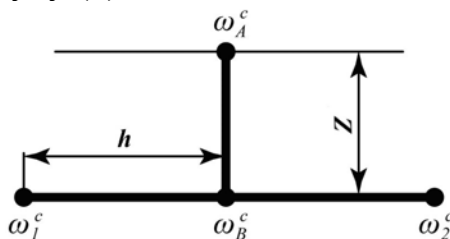


Рис. 1 - Графическая схема, иллюстрирующая формулу (5).

Для построения сетки необходимо найти влажность на поверхности филе ω_n^f . Предложена зависимость для определения влажности на поверхности филе ω_n^f на сухую массу со стороны кожи

$$\omega_n^f = (\omega^f \cdot k + b) m, \quad (6)$$

где ω^f – текущая влажность рыбы на сухую массу, %. k – угловой коэффициент; b – коэффициент; m – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения влаги по толщине рыбы.

Изменение угловых коэффициентов для поверхности со стороны кожи в зависимости от начальной влажности рыбы на сухую массу ω_0^c можно найти по формуле:

$$k = 0,003 \cdot \omega_0^c + 0,487 \quad (7)$$

Значение коэффициента b найдено по уравнению:

$$b = \omega_0^c (1 - k), \quad (8)$$

Для определения коэффициента m используется формула

$$m = 0,0017 \omega_0^c + 0,3212, \quad (9)$$

Текущая влажность рыбы на сухую массу ω^f находится по уравнению (5)

$$\omega^f = \omega_{k1} \omega_{k2} \cdot 1,38 [1 + (\tau / \tau_{k1})(\tau / \tau_{k2})]^{-0,36}, \quad (10)$$

где ω_{k1}, ω_{k2} первая и вторая критические влажности рыбы на сухую массу, %; τ - продолжительность процесса обезвоживания, ч; τ_{k1}, τ_{k2} - продолжительность обезвоживания, соответствующая влажностям ω_{k1}, ω_{k2} , ч.

Неизвестные критические влажности ω_{k1}, ω_{k2} зависят от начальной влажности рыбы на сухую массу ω_0^c и находятся по формулам (2):

$$\omega_{k1} = 1,069 \omega_0^{0,969}, \quad (11)$$

$$\omega_{k2} = 0,784 \omega_0^c + 2. \quad (12)$$

Определение зависимости $a_m = f(\omega^f)$ осуществляется с помощью выражения

$$a_m = \{a_{mk1} a_{mk2} \exp [-6,36 + 6,32(\omega^c / \omega_{k1})(\omega^c / \omega_{k2})]\}^{0,5}, \quad (13)$$

где a_{mk1} , a_{mk2} – коэффициенты диффузии, соответствующие первой и второй критическим влажностям соответственно.

С помощью разработанной методики получено распределение влажности по толщине филе путассу для 5 часов процесса обезвоживания (рис.2). Для сравнения с расчетной кривой распределения влажности по толщине показана экспериментальная кривая.

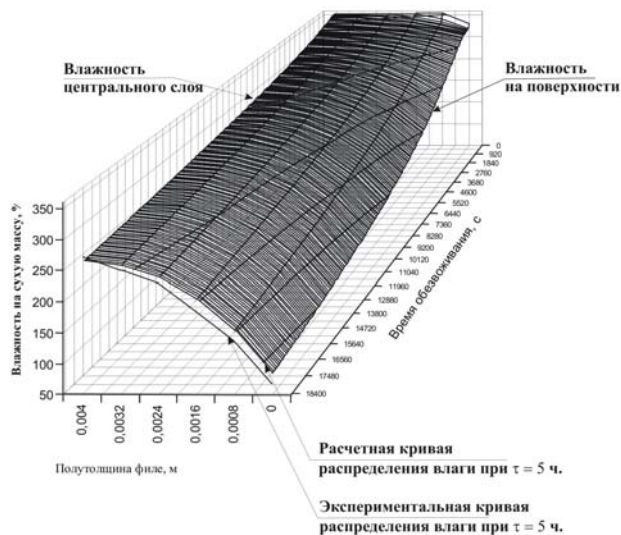


Рис. 2 - Распределение влажности по толщине филе путассу при продолжительности обезвоживания 5 часов

Из рисунка 2 видно, что расчетная и экспериментальная кривые мало отличаются друг от друга. Отклонение расчетных значений от экспериментальных не превысило 16 %, что говорит о приемлемой точности расчета.

Разработанная расчетная методика нахождения распределения влажности по толщине филе в течение процесса обезвоживания применима для процессов копчения и вяления рыбы. В качестве закона взаимодействия поверхности тела с окружающей средой использовались полученные закономерности изменения влаги на поверхности рыбы в течение процесса обезвоживания в зависимости от среднеобъемной влажности. При задании начальных условий учитывалась неравномерность распределения влаги в начальный момент времени.

Методика позволяет проследить изменение среднеобъемной влажности в зависимости от времени обезвоживания, изменение коэффициентов теплопроводности в зависимости от среднеобъемной влажности, изменение влагосодержания на границе продукта и в толще филе в течение всего процесса обезвоживания.

Список литературы

1. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. М., “Пищевая промышленность”, 220 с., 1973
2. Ершов А.М. Исследование тепло - и массообмена при обжаривании рыбы в растительном масле и с использованием

инфракрасного излучения. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. М., МТИПП, 205 с., 1982.

3. Ершов А.М. Практикум по основам проектирования предприятий рыбной промышленности. Мурманск, МГАРФ, с.135-136,1994

4. Ершов А.М. Развитие и совершенствование процессов холодного копчения на основе интенсификации массопереноса влаги и коптильных компонентов. Диссертация на соискание ученой степени докт. техн. наук. Мурманск, МГАРФ, 158 с., 1992.

5. Ершов А.М., Ершов М.А., Гроховский В. А. Совершенствование обобщенной кривой кинетики обезвоживания. Материалы научно технической конференции “Техника и технология пищевых производств на рубеже 21 века”. Мурманск, с. 39 – 41, 2000.

Новый способ 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. (МГТУ, кафедра технологического и холодильного оборудования. Экономический факультет МГТУ, кафедра экономической теории и национальной экономики)

Аннотация. В статье доказательно описан экономический эффект (с приложением расчетов) от внедрения нового способа температурных испытаний и испытаний на оттаивание шкафов-витрин в магазинах, кулинарных магазинах, ресторанах, кафе и столовых.

Abstract. In clause is proved the economic benefit (with the application of accounts) from introduction of a new way of temperature tests and tests for thawing of cases - show-windows in shops, culinary shops, restaurants, cafe and restaurants is described.

1. Введение

Хладофикация становится одним из определяющих факторов экономической и социальной жизни на земле. Многие области науки, техники и технологии получили свое развитие благодаря использованию низких температур, получаемых с помощью холодильных установок. С помощью искусственного холода обеспечивается возможность полноценного питания людей, независимо от удаленности районов производства продукции и сезонности.

В связи с возникшим конфликтом между Мурманским акционерным обществом ОАО «Норд-Вест ФК» и Московской монтажной организацией ООО «Дизайнхолод» Мурманский арбитражный суд предложил кафедре технологического оборудования и холодильных установок Мурманского государственного технического университета провести независимую техническую экспертизу, заключающуюся в проведении температурных испытаний и испытаний на оттаивание двух шкафов-витрин фирмы КОХКА марок Z86-3 и Z86-4. Заказчик ОАО «Норд-Вест ФК» утверждал, что во всех шкафах-витринах фирмы КОХКА во время их эксплуатации устанавливаются температуры полезного объема выше спецификационных $-12...-14$ °С, в то время как спецификационная температура указанная в паспортах завода изготовителя шкафов-витрин должна быть -18 °С и ниже.

В соответствии с требованиями арбитражного суда города Мурманска испытания шкафов-витрин фирмы КОХКА марок Z86-3 и Z86-4 должны проводиться в соответствии с ГОСТ 23833 – 95 «Оборудование холодильное торговое» (Общие технические условия).

Издание официальное, межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, Минск, 1995 год. Этот документ Постановлением Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 14 марта 1996 года № 168 Межгосударственного стандарта ГОСТ 23833 – 95 введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта Российской Федерации с 1 января 1997 года.

Согласно этого ГОСТа температурные испытания и испытания на оттаивание полезных объемов двух шкафов-витрин должны проводиться с помощью контрольных водонепроницаемых пакетов размерами 100x100x25 мм, заполненных смесью древесных опилок и водным солевым раствором с температурой замерзания не выше – 1 °С и имитаторами продукта (мороженой рыбы в пакетах) – деревянными брусками, причем суммарный вес брусков в каждой секции шкафов-витрин должен быть не менее веса замороженной рыбы в пакетах. Температура полезного объема шкафов-витрин после стабилизации температурного режима определяют как среднее арифметическое значение температур контрольных пакетов, равномерно размещенных по всему полезному объему этих шкафов-витрин. Трехдверные шкафы-витрины марки Z86-3 имеют 18 секций, в каждой из которых размещается 16 кг замороженной рыбы в пакетах. Четырехдверные шкафы-витрины марки Z86-4 имеют 24 секции, где также в каждой из них размещается 16 кг замороженной рыбы в пакетах.

Для имитации мороженой рыбы в пакетах в 42 секциях необходимо было разместить 672 кг древесных брусков. Однако с учетом появления отходов, после распиливания брусков под определенные габаритные размеры пришлось закупить одну тонну деревянных брусков сечением 50x50мм и длиной 2 м, объем которых составил 2 кубометра. Отдельные бруски пришлось делать короче, чтобы в образовавшихся нишах можно было расположить по 16 сдвоенных контрольных пакета со спаями термопар внутри (в центре) этих сдвоенных пакетов в каждом шкафе-витрине. Было также изготовлено 40 хромель-копелевых термопар, 32 из которых были размещены в контрольных пакетах, а 8 непосредственно измеряли температуры воздуха в различных точках полезных объемов этих двух шкафов-витрин.

Из приведенных сведений о ГОСТе 23833 – 95 видно, что температурные испытания и испытания на оттаивание полезного объема шкафов-витрин требуют большого объема работ, значительных материальных затрат, нарушения санитарного состояния шкафов-витрин так как деревянные бруски содержат в порах большое количество спор грибов, плесеней и микроорганизмов. Нельзя не сказать, что на время температурных испытаний и испытаний на оттаивание мороженую рыбу в пакетах приходится удалять из шкафов - витрин, а после испытаний и тщательной их мойки и обработки антисептиками снова загружать мороженой рыбой в пакетах.

Поскольку испытания проводились на древесине они ничего не говорили о изменении температуры в теле мороженой рыбы в пакетах.

В период температурных испытаний шкафы-витрины выводятся из действия

(из торговли мороженой рыбой, расфасованной в пакеты под вакуумом) и следовательно не приносят дохода магазину и фирме.

Нами предлагается более простой способ проведения температурных испытаний и испытаний на оттаивание, не удаляя мороженую рыбу в пакетах из шкафов-витрин и не прерывая торговлю. Для этого необходимо вместо контрольных пакетов с опилками и слабым солевым раствором, спаи термопар помещать между двумя пакетами с мороженой рыбой, после чего их плотно связывать вместе с помощью скотча. Сдвоенные пакеты с мороженой рыбой и спаями термопар равномерно размещать по всему полезному объему каждого из шкафов-витрин.

В течение 3 суток необходимо провести температурные испытания и испытания на оттаивание, при одновременном измерении температур внутри пакетов мороженой рыбы.

После чего можно для различных периодов времени работы шкафов-витрин рассчитать средние температуры воздуха и мороженой рыбы в пакетах. Можно также построить графическую зависимость изменения температуры мороженой рыбы в пакетах во времени. А это основной показатель, по которому можно будет судить об изменении температурного режима работы шкафов-витрин.

2. Подготовка и проведение теплотехнических испытаний шкафов-витрин двумя способами.

2.1. Выбор приборов и оборудования для проведения испытаний.

2.1.1. Выбор материала термопар. Выбрана хромель-копелевая проволока для термопар. Закуплена хромель-копелевая проволока на 100 термопар.

2.1.2. Выбор потенциометра для измерения ЭДС термопар. Прибор был марки ПП-63 с классом точности 0,05.

2.1.3. Выбор переключателя термопар на 20 позиций. Два переключателя были.

2.1.4. Изготовление устройства для сварки спаев хромеля и копеля термопар.

2.1.5. Выбор количества термопар для двух шкафов. Согласно ГОСТ 23833 – 95 необходимо под два переключателя термопар 40 штук термопар плюс 2 термопары для реперных точек термопар (для 0 °С) в льдо - водяной смеси.

2.1.6. Покупка термоса на 1 литр льдо-водяной смеси для реперной точки с температурой 0 °С (вода и лед из воды двойной перегонки).

2.1.7. Выбор высокоточных термометров ТЛ – 4 с ценой деления 0,1 °С ГОСТ 215– 73 в количестве 2 шт. Термометры были.

2.1.8. Выбор соединительных проводов для подсоединения термопар к переключателю и потенциометру марки ПП – 63 с классом точности 0,05. Провода были.

2.1.9. Разделка хромель - копелевых термопар в количестве 42 штук длиной 250 мм. Сварка (электрическая в графитовой пыли) 42 спаев термопар.

2.1.10. Спаивание 84 штук спаев термопар с медными проводами.

2.1.11. Подсоединения термопар к двум переключателям 40 штук термопар плюс 2 термопары реперных точек. Подсоединение отводов переключателей к потенциометру ПП – 63.

2.1.12. Проверка потенциометра ПП – 63 и двух термометров ТЛ – 4 в Мурманском центре стандартизации и метрологии.

2.1.13. Изготовление двух термостатов для тарирования термопар при температурах от + 20 °С до – 25 °С в водном растворе хлористого кальция с температурой замерзания – 31,2 °С.

2.1.14. Тарирование 40 термопар при температурах – 25; – 20; – 15; – 10; – 5; 0; +10; + 20 °С. Для тарирования термопар в холодильнике «Индезит» в его морозильной камере предварительно был охлажден водный раствор хлористого кальция в количестве 4 литров до – 25 °С, а для реперной точки 0 °С было заморожено 2 литра дистиллированной воды двойной перегонки. А после образования льда – лёд дробился и в термос наливалась такая же вода и мелкодробленый лёд. Сюда же в термос через пробку был вставлен термометр ЛТ – 4 с диапазоном измерения температур 0..... + 50 °С (ГОСТ 215 – 73) и два спая термопар для реперных точек.

2.1.15. Температурные испытания двух шкафов - витрин в течение 3 суток. Эти испытания имеют примерно одинаковые затраты времени, трудоемкость, объем работ (измерений), материальных затрат только на сами испытания.

Разница только в том, что по первому способу (ГОСТовскому) оба шкафа-Витрины выводятся из действия, т.к. испытания проводятся на древесине, а по второму способу (нашему) мороженая рыба в пакетах не выгружается из шкафов-витрин, в дневное время одновременно идёт торговля рыбой из этих шкафов - витрин и проводятся теплотехнические испытания.

3. Объем работ по подготовке испытаний первым способом по ГОСТ 23833 - 95.

В этом способе необходимо учитывать объем работ, их трудоемкость, материальные затраты.

3.1. Покупка 2 м³ древесных брусков размером 50x50x2000 мм.

3.2. Перевозка этих брусков к объекту испытаний (к магазину).

3.3. Распиливание древесных брусков под габаритные размеры шкафов - витрин.

3.4. Покупка 42 картонных ящиков из под мороженой рыбы.

- 3.5. Перевозка коробок к объекту (к магазину) испытаний.
- 3.6. Взвешивание распиленных деревянных брусков по 16 кг.
- 3.7. Затаривание 42 картонных коробок деревянными брусками по 16 кг в каждую коробку.
- 3.8. Изготовление 72 стандартных пакета размером 100x100x25 мм из тонкого картона.
- 3.9. Покупка картона под эти стандартные пакеты (коробки).
- 3.10. Заготовка опилок чистых просеянных в количестве 3,45 кг, соли 100 гр..
- 3.11. Заготовка (покупка) 72 герметичных полиэтиленовых пакета.
- 3.12. Изготовление наполнителя пакетов, состоящего из и 11,474 кг солевого раствора и смешивание этих компонентов.
- 3.13. Смешивание опилок и подсоленной воды.
- 3.14. Наполнение 72 полиэтиленовых пакета смесью опилок и водного солевого раствора в количестве $250 \pm 0,1$ грамма.
- 3.15. Взвешивание 72 полиэтиленовых пакета, причем вес каждого пакета должен быть $250 \pm 0,1$ грамма.
- 3.16. Размещение заполненных и завязанных для герметизации 72 полиэтиленовых пакета в 72 стандартные коробки из тонкого картона и скрепление корпусов коробок и крышек скотчем. Причем перед завязыванием этих полиэтиленовых пакетов со смесью вакуумируются для удаления воздуха из пакетов.
- 3.17. Взвешивание 72 коробок со смесью. В каждой коробке должно быть $250 \pm 0,1$ грамма веса.
- 3.18. Испытание 72 коробок со смесью в морозильной камере холодильника «Индезит» при температуре $- 25$ °С на прочность, так как влага смеси во время замерзания увеличивается в объеме на 10 - 11 %, а картонные коробки очень туго набиты смесью.
- 3.19. Удаление из обеих шкафов - витрин марок Z86 - 3 и Z86 - 4 672 кг мороженой рыбы в пакетах.
- 3.20. Выемка из каждой картонной коробки 16 деревянных брусков и размещения их в каждой секции шкафов - витрин во всех 42 секциях.
- 3.21. В центре между двумя пакетами располагаются спай хромель - копелевых термопар, после чего они связываются между собой скотчем. Таких контрольных коробок сдвоенных со спаями термопар получается 36 штук и из них 18 равномерно размещаются в одном шкафе - витрине Z86-3, а остальные 18 в шкафе - витрине Z86-4. Размещение контрольных коробок (пакетов) проводится согласно рис. 4 ГОСТ 23833 - 95.
- 3.22. Из коротких брусков сделать колодцы согласно рис. 4, где будут размещаться контрольные коробки (пакеты). Их должно быть в каждом шкафу по 18.

3.23. Разложить вдвоенные картонные пакеты со спаями термопар в колодцы (выемки) в брусках древесины. Провода термопар вывести через резиновые уплотнения дверей шкафов-витрин, а провода спаев термопар подсоединить к 20 позиционным переключателям.

3.24. Переключатель подсоединить к потенциометру марки ПП-63 классом точности 0,05.

3.25. Вторые спаи термопар опустить в термос со смесью дистиллированной воды двойной перегонки и мелкодробленого льда спаи термопар ввести через отверстие в пробке и сюда же ввести термометр марки ТЛ с ценой деления $0,1^{\circ}\text{C}$ и шкалой измерения от 0°C до 55°C ГОСТ 215-73.

4. Объем работ по подготовке испытаний предложенных нашим способом.

4.1. Не прерывая работу шкафов-витрин отбираются в каждом шкафу по 32 пакета с мороженой рыбой. Между двумя пакетами устанавливаются спаи термопар и оба пакета плотно связываются скотчем. Таких вдвоенных пакетов получается 16 шт. Затем согласно рис. 4 ГОСТ 23833 - 95 равномерно укладываются в разных секциях полезных объемов каждого шкафа-витрины.

Примечание: Выемку пакетов, укладку спаев термопар и связывание каждые два пакета скотчем необходимо производить очень быстро для того, чтобы отепление пакетов было очень небольшим.

4.2. Четыре спая термопар необходимо равномерно распределить по всему полезному объему каждого шкафа для измерения температуры воздуха.

Примечание: На спаи термопар не навешиваются никакие металлические детали. В этом случае эти спаи термопар будут с очень малой тепловой инерцией, поэтому будут более точно показывать температуру воздуха в полезном объеме каждого шкафа - витрины.

4.3. В течение 3 суток непрерывно и в дневное время, когда магазин открыт и в ночное время, когда магазин закрыт и нет покупателей теплотехнические испытания проводятся непрерывно.

5. Расчет экономического эффекта от применения нового способа температурных испытаний

В экономической литературе понятие «экономический эффект» употребляется при определении экономии от внедрения новых методов или технологий. Экономический эффект можно рассчитать по методу приведенных затрат либо при сопоставлении затрат между применявшимся и внедряемым методами. Таким образом, для расчета экономического эффекта при использовании предлагаемого метода может применяться формула:

$$\mathcal{E} = Z_1 - Z_2, \quad (1)$$

где \mathcal{E} - экономический эффект, руб.;

Z_1 - затраты по первому способу, руб.;

Z_2 - затраты по второму способу, руб.

Эта формула может быть представлена и в ином виде:

$$\mathcal{E} = \Delta Z = \Delta I - E_n \times \Delta K, \quad (2)$$

где \mathcal{E} - экономический эффект, руб.;

ΔZ - изменение затрат, руб.;

ΔI - изменение текущих затрат, руб.;

E_n - нормативный коэффициент экономической эффективности;

ΔK - дополнительные капиталовложения, руб.

Экономическое обоснование первого и второго (предлагаемого нами) способов температурных испытаний и испытаний на оттаивание полезного объема шкафов-витрин связаны с объемом работ, их трудоемкостью и материальными затратами на их проведение.

В таблице 1 приводятся сравнительные данные по затратам на выполнение температурных испытаний на оттаивание по первому (ГОСТовскому) и экспериментальному (предлагаемому) способам. Для проведения расчетов использовалась сметная стоимость работ.

Таблица 1.

Расчет затрат на проведение испытаний

Объем работ	Трудоемкость работ, чел./час	Заработная плата, руб.	Материальные затраты, руб.	Общие затраты на проведение испытаний
Способ по ГОСТ 23833-95				
Стоимость расходных материалов:			12967,60	
а) брусков (с транспортными расходами)			514,78	
б) картонных ящиков (с транспортными расходами)			3,00	
в) соли			14,40	
г) полиэтиленовых пакетов				
Транспортные расходы (с заработной платой)		1807,00		
Работы, связанные с использованием труда специалистов	65,7	8163,94		
Испытания в морозильных камерах (с заработной платой)		4454,80		
Итого	65,7	14425,74	13499,78	27925,52
Накладные расходы				8982,04
Резерв в размере 2% и НДС				7514,44
Всего				44422,00

Экспериментальный способ				
Стоимость расходных материалов			7365,28	
Транспортные расходы (с заработной платой)		551,00		
Работы, связанные с использованием труда специалистов	39,5	6674,00		
Итого	39,5	7225,00	7365,28	14590,28
Накладные расходы				4668,89
Резерв в размере 2% и НДС				3851,83
Всего				23111,00

Исходя из представленных данных, рассчитаем по формуле 1 величину экономического эффекта.

$$\mathcal{E} = 44422 - 23111 = 21311 \text{ руб.}$$

Экономический эффект в размере 21,3 тыс. рублей не является значительным, но в сравнении с величиной затрат по первому способу температурных испытаний эта экономия составляет 48%, что уже существенно. Величина эффекта несколько завышена, т.к. в расчетах не использовалось приведение затрат, поэтому для получения более точного результата следует воспользоваться формулой 2. В представленном ниже расчете нормативный коэффициент экономической эффективности (E_n) принимается равным 13%, по ставке рефинансирования Центрального Банка России установленной на этом уровне.

$$\mathcal{E} = (14425,74 - 7225,00) - 0,13 \times (7365,28 - 13499,78) = 7200,74 + 797,45 = 7998,23 \text{ руб.}$$

Экономический эффект в размере 8 тыс. руб. составит от величины затрат по первому способу температурных испытаний 18%.

6. Заключение

1) Проведенные температурные испытания и испытания на оттаивание двух шкафов-витрин в магазине ОАО « Норд-Вест ФК » совершенно не связаны с объектом исследований – мороженой рыбой в пакетах, поэтому совершенно неизвестно как будет изменяться температура в мороженой рыбе во время частого открывания дверей шкафов-витрин покупателями рыбы в дневное время и как будет изменяться температура мороженой рыбы в ночное время, когда магазин закрыт.

2) Проведение испытаний двух шкафов-витрин в соответствии с ГОСТ 23833-95 на древесине и коробках со смесью опилок с водосолевым раствором не позволяет получить истинные значения температуры воздуха шкафов-витрин в данный момент времени, так как коробки с опилками имеют достаточно большую массу и поэтому обладают большой тепловой инерцией. Изменение температуры в коробках с опилками и водосолевым раствором значительно отстают от изменения температуры воздуха в этих шкафах-витринах.

3) Приведенные данные о перечне проведенных работ по ГОСТ 23833-95 и калькуляции трудоемкости работ свидетельствует о том, что эти же испытания можно провести на мороженой рыбе в шкафах-витринах со значительно меньшими материальными затратами и трудоемкостью работ.

Список литературы

1. Ионов А.Г. Эффективность производства холода. Калининград. Книжное издательство, 175с., 1990.
2. Корякин-Черняк С.Л. Холодильники от А до Я. СПб. Наука и Техника, 416с., 2003.
3. Пугачев Ю.Г. Повышение эффективности производства на холодильниках. М., Пищевая промышленность, 179с., 1978.
4. Родин Е.М. Холодильная технология рыбных продуктов. М., Пищевая промышленность, 200с., 1979.
5. Селин В.В. Теплотехника на рыбообработывающих предприятиях и промысловых судах. М., Легкая и пищевая промышленность, 264с., 1982.
6. ГОСТ 215-73 «Термометр химический ртутный стеклянный лабораторный с ценой деления 0,1° С».
7. ГОСТ 23833-95 «Оборудование холодильное торговое» (Общие технические условия). Издание официальное, межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, Минск, 1995 год.

Оптимизация сроков годности и условий хранения подкопченной рыбы

Шокина Ю.В., Кирилюк О.А., Белокопытова Е.Е. (МГТУ, кафедра ТПП, кафедра микробиологии)

Проведены биохимические и микробиологические исследования подкопченной рыбы, позволившие установить предполагаемый срок годности и оптимальные условия хранения продукции.

Биохимические и микробиологические исследования проводились на основе действующих МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания».

Для исследований были изготовлены опытные партии продукции – «Скумбрия атлантическая филе подкопченная в вакуум упаковке» - по разработанной технологической инструкции.

Предполагаемый срок хранения составил 60 суток. Принятый коэффициент запаса составил 1,5. Исследования прекращались ранее предполагаемого срока хранения, если продукция не соответствовала требованиям разработанной нормативной документации по органолептическим свойствам или показатель МАФАНМ превышал уровень, требуемый нормативной документацией. Исследования проводились при трех температурных режимах хранения:

- от плюс 15 до плюс 18 °С;
- от минус 4 до минус 8 °С;
- от минус 10 до минус 12 °С.

Результаты исследований сведены в таблицы 1; 2; 3.

Таблица 1.

Результаты исследований биохимических и микробиологических показателей скумбрии атлантической филе подкопченной в динамике хранения при температуре от 15 до 18 °С

№ п/п	Показатель	Сутки хранения продукции	0	3	5
		Сырье			
1.	МАФАНМ, КОЕ в 1 г продукта	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^3$	-

2.	Органолептическая оценка, балл	-	20,40 (соответствует «превосходной»)	11,90 (соответствует «удовлетворительно»)	Продукция непригодна для употребления в пищу
3.	Содержание общего азота, %		-	-	-
4.	Содержание небелкового азота, %	0,053	-	-	-
5.	Массовая доля жира, %	26,14	-	-	-
6.	Массовая доля воды, %	55,06	-	-	-
7.	Массовая доля минеральных веществ, %	2,96	-	-	-
8.	Азот летучих оснований, %	0,024	0,017	0,0013	-
9.	Аминный азот, %	0,021	0,104	0,114	-
10.	Массовая доля поваренной соли, %	3,60			
11.	Кислотное число экстрагированного жира, мг КОН на 1 г жира	8,29	9,32	9,44	-
12.	Перекисное число экстрагированного жира, % J ₂	2,56	0,15	0,11	-
13.	Альдегидное число, мг%	10,85	9,29	10,22	-

Таблица 2.

Результаты исследований биохимических и микробиологических показателей скумбрии атлантической филе подкопченной в динамике хранения при температуре от минус 4 до минус 8 °С

№ п/п	Показатель	Сутки хранения	0	10	15	20	30
		продукции					
		Сырье					
1.	МАФАН М, КОЕ в 1 г продукта	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^5$
2.	Органолептическая оценка, балл	-	20,39 (соответствует «превосходной»)	20,77 (соответствует «превосходной»)	22,16 (соответствует «превосходной»)	21,13 (соответствует «превосходной»)	13,99 (соответствует «удовлетворительной»)
3.	Содержание общего азота, %		-	-	-	-	-
4.	Содержание небелкового азота, %	0,053	-	-	-	-	-
5.	Массовая доля жира, %	26,14	-	-	-	-	-
6.	Массовая доля воды, %	55,06	-	-	-	-	-
7.	Массовая доля минеральных веществ, %	2,96	-	-	-	-	-
8.	Азот летучих оснований, %	0,024	0,017	0,015	0,019	0,028	0,028

9.	Аминный азот, %	0,021	0,104	0,139	0,048	0,0565	0,098
10.	Массовая доля поваренной соли, %	3,60					
11.	Кислое число экстрагированного жира, мг КОН на 1 г жира	8,29	9,44	17,61	14,09	7,92	15,30
12.	Перекисное число экстрагированного жира, % J ₂	2,56	0,15	1,97	1,40	0,51	0,27
13.	Альдегидное число, мг%	10,85	9,29	11,06	-	15,42	-

Таблица 2.3.

Результаты исследований биохимических и микробиологических показателей скумбрии атлантической филе подкопченной в динамике хранения при температуре от минус 10 до минус 12 °С

№ п/п	Показатель	Сутки хранения продукции	0	10	15	20	30
		Сырье					
1.	МАФАнМ, КОЕ в 1 г продукта	1*10 ⁴	1*10 ³	1*10 ³	3*10 ⁴	-	-

2.	Органолептическая оценка, балл	-	21,97 (соответствует «превосходной»)	22,06 (соответствует «превосходной»)	22,31 (соответствует «превосходной»)	19,28 (соответствует «отличной»)	19,99 (соответствует «отличной»)
3.	Содержание общего азота, %		-	-	-	-	-
4.	Содержание небелкового азота, %	0,053	-	-	-	-	-
5.	Массовая доля жира, %	26,14	-	-	-	-	-
6.	Массовая доля воды, %	55,06	-	-	-	-	-
7.	Массовая доля минеральных веществ, %	2,96	-	-	-	-	-
8.	Азот летучих оснований, %	0,024	0,025	0,047	0,042	0,028	0,035
9.	Аминный азот, %	0,021	0,053	0,081	1,254	-	-
10.	Массовая доля поваренной соли, %	3,60					
11.	Кислотное число экстрагированного жира, мг КОН на 1 г жира	8,29	12,24	12,60	-	10,44	-

12.	Перекисное число экстрагированного жира, % J ₂	2,56	8,12	-	-	-	-
13.	Альдегидное число, мг%	10,85	9,29	13,42	22,22	-	-

Как показали проведенные исследования:

- при температуре от 15 до 18 °С продукция на третьи сутки хранения имела удовлетворительные органолептические показатели и показатель МАФАНМ в пределах нормы, на 5-е сутки хранения в таких условиях продукция имела неприемлемые органолептические свойства и признаки активно протекающего автолиза и микробиологической порчи;
- при температуре от минус 4 до минус 8 °С на 30-е сутки хранения продукция имела удовлетворительные органолептические свойства, значение показателя МАФАНМ соответствовало требованиям нормативной документации, биохимические показатели свидетельствуют об активно протекающем в тканях процессе ферментного гидролиза (показатель кислотного числа экстрагированного жира составил 15,3 мг КОН на 1 г жира; показатель аминного азота – 0,09 %; ВУС тканей в динамике - уменьшается) и окислительной порчи (показатель альдегидного числа составил более 20 мг% в пересчете на бензальдегид);
- при температуре от минус 10 до минус 12°С на 26-е сутки хранения имела отличные органолептические свойства, значение показателя МАФАНМ соответствовало требованиям нормативной документации, биохимические показатели сопоставимы с показателями при температуре хранения от минус 4 до минус 8 °С при некотором незначительном их превышении.

По итогам проведенной работы был сделан вывод об оптимальной температуре хранения продукции – от минус 4 до минус 8 °С и предполагаемом сроке хранения - не более 20 суток, и был разработан «График проведения санитарно-эпидемиологических исследований для обоснования сроков годности и условий хранения подкопченной рыбной продукции по ТУ 9263-003-00471633-06 «Рыба подкопченная. ТУ».

Разработка инструментальных методов измерения реологических показателей качества гидробионтов и фаршевой продукции на приборе «Food Checker»

Куранова Л.К. *(МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)*

To evaluate reologic characteristics of food production and semi-products such values as frailty and cutting strength. Instrumental methods of their revaluation using «Food Checker» (Japan) were developed; convergence and mathematical validity were shown. Optimal values of there factors for some formed and structurized fish products were calculated. Recommendations on using such methods in education process (subject «Food Reology») and in scientific purposes during technologies of new food products development and equipment choice were given.

В настоящее время не для всех органолептических показателей пищевых продуктов существуют адекватные методы объективной оценки. В частности, качество имитированных продуктов, приготовленных на основе фарша сурими, зависящее от их структуры, органолептически определяется дегустаторами как «разжёвываемость». Взамен этого субъективного показателя, зависящего от индивидуальных сенсорных ощущений дегустатора, предложено ввести такие объективные показатели, как «усилие резания» и «хрупкость», которые можно оценить инструментально. Липкость пищевых продуктов может служить одним из показателей качества такой продукции, как паштеты, бутербродные массы, рыбные масла. Этот показатель также можно оценить с помощью приборов.

Автором исследована возможность измерения реологических показателей (усилие резания, хрупкость, липкость) с помощью японского прибора «Food Checker». Принцип работы его основан на определении величины нагрузки, прилагаемой к образцу продукта.

«Food Checker» (прочностномер, гелометр) представляет собой комплекс испытательного прибора и измерительного устройства, оснащённый регистрирующим приспособлением (самописцем). Прибор укомплектован набором рабочих органов – плунжеров (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, в следствии 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.

Показатель «усилие резания» оценивает качество структуры продукта в зависимости от усилия (г), необходимого для разрезания изделия заданного поперечного сечения. Проведена отработка методики определения показателя применительно к морепродуктам (*вареное мясо краба, креветки, морского гребешка*) и их аналогам, вырабатываемым из промытых фаршей-сурими (*крабовые палочки, мускул гребешка имитированный, мясо креветок «салатное»*). Измерения проводили на гелометре с использованием в качестве рабочего органа насадки в виде струны. Образец продукта помещался на рабочий столик прибора таким образом, чтобы центр образца находился под режущим органом, а структурные волокна располагались перпендикулярно к нему. Нагрузка прилагалась до полного разрезания изделия, после чего снимались максимальные показания по шкале прибора или по пику на диаграммной бумаге самописца.

По отработанной методике определены значения показателя «усилие резания» в образцах натуральных и имитированных продуктов с соответственно равным сечением. Сравнение сенсорных ощущений дегустаторов и значений показателя «усилие резания» при оценке качества натуральной и имитированной продукции доказало, что этот показатель даёт объективную оценку структурных свойств продукта. Рекомендовано показатель «усилие резания» внести в технологические инструкции по изготовлению фаршевых продуктов с целью гарантии качества вырабатываемых изделий.

На кафедре технологии пищевых производств разработан новый вид продукции из промытого фарша сайки под условным названием «*Хлебцы рыбные «Мурманские»*». Одной из органолептических характеристик продукта является также сенсорный показатель «разжёвываемость», однако в связи с тем, что «*Хлебцы*» - твёрдый продукт, показатель «усилие резания», не может объективно оценить эту прочностную характеристику. Автором предложено в качестве адекватной замены этого показателя использовать такую прочностную характеристику структуры хлебцев как «хрупкость».

Хрупкость – свойство твёрдых тел достигать разрушения без пластичной деформации. Предложен инструментальный метод измерения этого показателя на приборе «Food Checker», основанный на определении усилия, необходимого для полного разрушения продукта. Методика измерения показателя заключается в следующем: пластину продукта помещают на специальную полую подставку, закреплённую на рабочем столике прибора. В качестве рабочего органа используется плунжер с шарообразной насадкой диаметром 5мм. Прибор предварительно настраивается в соответствии с планируемой нагрузкой, что учитывается коэффициентом пересчета (К). Нагрузка на образец прилагается до полного его разрушения. Величина нагрузки (P_H) определяется по показанию стрелочного индикатора прибора и измеряется в граммах. Хрупкость ($X_{г}$) вычисляется по формуле:

$$\tilde{O} = \hat{E} \cdot D_i,$$

где: P_n – величина нагрузки разрушения, г,
 K – коэффициент пересчёта.

По разработанной методике проведены измерения хрупкости рыбных хлебцев, приготовленных по различным рецептурам (Таблица 1).

Результаты измерений подтвердили адекватность показателя «хрупкость» и сенсорного показателя «разжевываемость» и позволили установить оптимальное значение величины этого показателя. Предложено использовать «хрупкость» как показатель, характеризующий качество «Хлебцев рыбных «Мурманских», и внести его оптимальное значение в технические условия на этот вид продукции.

Адгезия (липкость) – это слипание поверхностей двух разнородных материалов, обусловленное свойством пограничного слоя вязких или пластичных материалов оказывать сопротивление разделению находящихся в контакте поверхностей. При оценке этого показателя наиболее распространённым методом испытания является равномерный отрыв, при котором измеряют значение усилия, необходимого для отделения адгезива (прилипшего материала) от субстрата (контактной поверхности) по всей площади контакта.

Формально адгезия (липкость) определяется как удельная сила нормального отрыва продукта от пластины по формуле:

$$p_o = \frac{P_o}{F_o}, \text{Па},$$

где: P_o -сила отрыва, н;

F_o -геометрическая площадь пластины, м и измеряется в паскалях.

Таблица 1.

Хрупкость изделий из промытого фарша сайки

№, п/п	Номер рецептуры	Нагрузк а, P_n , г	Среднее значение нагрузки \bar{P} , г	Хрупкост ь, X , г	Органолептическая оценка при жевании
1	Рецептура 1	735	735	1490	Разжевываемость легкая, качество структуры хорошее
2		730			
3		735			
4	Рецептура 2	830	830	1660	
5		840			
6		830			
7	Рецептура 3	770	770	1540	
8		780			
9		775			

10	Рецептура 4	920	930	1860	Средняя величина разжевываемости, качество структуры хорошее
11		940			
12		920			
13	Рецептура 5	900	900	1800	
14		900			
15		910			
16	Рецептура 6	1040	1040	2080	Продукт очень твердый, не поддается раскусыванию, качество структуры не удовлетворительное
17		1030			
18		1040			
19	Рецептура 7	1170	1180	2360	
20		1190			
21		1180			
22	Рецептура 8	1330	1350	2700	
23		1360			
24		1350			

Проведены экспериментальные работы, в результате которых разработана методика измерения величины адгезии фаршевых смесей с использованием японского гелометра. Сущность метода заключается в предварительном установлении равномерного контакта исследуемого образца продукта с рабочим органом прибора, последующем отрыве продукта одновременно по всей площади контакта и измерении усилия отрыва. Измерение адгезии проводится следующим образом. Исследуемая фаршевая масса (адгезив) помещается в специальную кювету, закреплённую на подвижном столике прибора под центром рабочего органа (субстрат). В качестве последнего используется плунжер со стальным шарообразным наконечником радиусом 4мм. Тумблером прибора задаётся глубина погружения плунжера, равная его радиусу, с целью обеспечения равномерного контакта (сцепления) субстрата с адгезивом по площади полусферы. При движении стола прибора вверх происходит сцепление адгезива и субстрата по поверхности контакта, после чего стол останавливается. Прибор переключается на работу в реверсном режиме: стол равномерно движется вниз, и происходит отрыв исследуемого продукта от рабочего органа. В этот момент фиксируется значение усилия отрыва P_0 (г). Показание снимается по стрелочному индикатору прибора или по пику на диаграммной бумаге самописца. Липкость (p_0 , Па) вычисляется по формуле:

$$p_0 = K \cdot P_0, Па,$$

где P_0 – усилие отрыва, г,

K – коэффициент, учитывающий постоянные величины: площадь поверхности сцепления (отрыва) и числовые значения для перевода результата в измерительную систему СИ.

На приборе по разработанному методу проведены измерения величины липкости фаршевых смесей, изготовленных по двум рецептурам. Результаты измерений представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты измерений величины липкости рыбных фаршевых смесей

№ п/ п	Номер рецептуры	Усилие отрыва P_o , г	Липкость $p_o = 97.5 \cdot P_o$, Ñà	Среднее значение липкости, $\bar{p}_o \pm \sigma$, Па
1	Рецептура 1	22	2145,0	$2252,25 \pm 120,582$
2		23	2242,5	
3		26	2535,0	
4		24	2340,0	
5		22	2145,0	
6		20	1950,0	
7		24	2340,0	
8		25	2437,5	
9		23	2242,5	
10		22	2145,0	
11	Рецептура 2	32	3120,0	$3207,75 \pm 124,984$
12		33	3217,5	
13		30	2925,0	
14		31	3022,5	
15		36	3510,0	
16		34	3315,0	
17		33	3217,5	
18		35	3412,5	
19		32	3120,0	
20		33	3215,5	

Полученные результаты измерений статистически достоверны. Относительная ошибка находится в интервале от 3-х до 12 % с доверительной вероятностью 95 %.

Таким образом, предлагаемые показатели: усилие резания, хрупкость, липкость являются объективными характеристиками качества структуры продукции, их можно измерить инструментально с минимальной погрешностью.

Разработанные инструментальные методы измерения реологических показателей можно использовать как в научно-исследовательской работе по созданию новых видов пищевой продукции, так и в учебном процессе для организации лабораторных работ по курсу «Инженерная реология».

Белковые ферментативные гидролизаты из гидробионтов, полученные электрохимическим способом

Кучина Ю.А., Дубровин С.Ю., Коновалова И.Н.* (МГТУ, кафедра ТПП, кафедра химии)

Одним из направлений в производстве продуктов из гидробионтов является их глубокая переработка, предусматривающая расщепление белковых молекул до низкомолекулярных пептидных фрагментов и свободных аминокислот. Для получения белковых гидролизатов чаще всего используют два способа расщепления белка: кислотный и ферментативный. Режим гидролиза белкового сырья обычно задается концентрацией фермента и кислоты, температурой гидролиза и его продолжительностью (1).

Предложенный нами электрохимический способ расщепления белоксодержащего сырья заключается в использовании ферментных препаратов и процесса электролиза водных растворов неорганических солей. При электролизе обеспечиваются необходимые значения величины рН и температуры для проведения процесса ферментативного гидролиза белоксодержащего сырья. Таким образом, создаются условия ферментализации без использования агрессивных химических реагентов – кислот и щелочей, а нагрев реакционной среды осуществляется за счет выделения омического тепла при прохождении электрического тока через раствор электролита (2).

В данной статье рассмотрена возможность процесса ферментативного гидролиза белоксодержащего сырья с помощью электролиза водных растворов неорганических солей. Проведено исследование химического и аминокислотного состава полученных гидролизатов и изучены возможности их использования в микробиологии в качестве питательных компонентов сред для культивирования различных микроорганизмов.

Экспериментальная часть

Ферментативные гидролизаты были получены в лабораторных условиях электрохимическим способом, который состоит из следующих операций: измельчение сырья, смешение с раствором электролита (1 % раствором NaCl) в массовом соотношении 1:1, ферментативный гидролиз в электролизере в течение 6 часов при температуре 48 ± 2 °С и рН=7.8 - 8.0, доведение величины рН до значений 4.4 – 4.5, инактивация фермента, отстаивание в течении 12 часов и декантация, отделение негидролизованного сырья и веществ липидной природы с помощью фильтрации, доведение рН до нейтральных значений.

Гидролиз сырья проводили в электролизере, представляющем собой емкость с двумя угольными электродами, заполненную раствором электролита. Для исключения взаимодействия продуктов гидролиза,

образующихся в катодом и анодом пространстве при прохождении электрического тока через электролит, анодная и катодная области были разделены мембраной из куралона.

Для фильтрации использовали фильтровальную ткань – бельтинг и бумажные фильтры «белая лента».

В качестве белоксодержащего сырья были выбраны: рыбная мука, мороженая креветка и мороженая путассу. Для гидролиза рыбной муки и путассу использовали ферментный препарат - панкреатин (производства США), а для гидролиза креветки - гепатопанкреатин (3).

Аминокислотный состав полученных белковых гидролизатов сравнивали с панкреатическим гидролизатом рыбы производства ОАО «Протеин» (г. Мурманск), панкреатическим гидролизатом рыбной муки (ТУ- 480-00001927-27-93) производства НПО «Питательные среды» (г. Оболенск), и ферментативным гидролизатом из отходов промысла креветки, полученными сотрудниками Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. А.М.Книповича (г. Мурманск) (4,5,6).

Величину рН растворов определяли с помощью универсального иономера ЭВ-74.

Эффективность процесса ферментализации белоксодержащего сырья определяли по степени гидролиза (отношение аминного азота к общему азоту - $\text{Нам.} / \text{Ноб.} \cdot 100\%$). Определение массовой доли общего и аминного азота проводили по ГОСТ 7636-85.

Аминокислотный анализ полученных гидролизатов проводили методом обращенно-фазной высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием системы ВЭЖХ LC-10AVP («Shimadzu Corp.», Япония) и колонки Supelcosil™ LC-18 (SUPELCO), США). Для регистрации продуктов, содержащих свободные аминокислоты, предварительно проводили их дериватизацию с помощью ортофталевого альдегида (7,8).

Обсуждение результатов

Были изучены общий химический и аминокислотный состав гидролизатов, полученных по ферментативной электрохимической технологии. В таблицах 1 и 2 приведена сравнительная характеристика ферментативных гидролизатов, полученных с помощью ферментативной химической и предложенной нами ферментативной электрохимической технологий.

Как видно из таблицы 1 содержание аминного и общего азота в ферментативных электрохимических гидролизатах находится в области допустимых значений (согласно ТУ- 480-00001927-27-93). Степень гидролиза в ферментативных электрохимических гидролизатах составляет 27 - 40 %, что соответствует высокой степени гидролиза белоксодержащего сырья. Такая степень гидролиза необходима для использования полученных продуктов в микробиологии, как компонентов для приготовления питательных сред (5).

Таблица 1.

Химический анализ ферментативных белковых гидролизатов, полученных электрохимическим способом

Показатель	Требование ТУ	Белоксодержащее сырье		
		Путассу	Креветка	Рыбная мука
N _{об.} %	не менее 8,0	12.42	9.46	12.46
N _{ам.} %	не менее 3,2	4.62	3.97	3.42
Степень гидролиза, %	не менее 25	37.2	41.97	27.45
NaCl, %	не более 20	8.9	13.5	9.5

Анализ таблицы 2 показал, что количество свободных аминокислот в электрохимических ферментативных гидролизатах на 5 - 20 % выше, чем в гидролизатах, полученных по химической технологии. По видимому, это объясняется тем, что при электрохимическом ведении процесса ферментализации в реакционной среде присутствуют ионы неорганических электролитов, которые активируют действие протеолитических ферментов.

Таблица 2.

Аминокислотный состав ферментативных гидролизатов, полученных с помощью химической и электрохимической технологий

Аминокислота, % (в пересчете на сырой протеин)	Электрохимическая технология			Химическая технология		
	путассу	креветка	рыбная мука	путассу	креветка	рыбная мука
Аспарагиновая	0,260	0,591	0.076	0.944	1.045	0.51
Глутаминовая	0,949	0,797	0.116	1.714	1.37	0.66
Серин	0,494	0,412	0.191	0.710	0.908	0.44
Гистидин	0,587	0,882	0.235	0.632	0.442	0.46
Глицин	1,318	11,326	0.460	0.248	3.548	0.20
Треонин	0,752	1,438	0.484	0.682	0.703	0.65
Аргинин	3,875	8,324	5.521	2.406	6.390	3.00
Аланин	1,547	1,435	0.404	1.528	2.184	0.97
Таурин	1,326	2,513	0.932	0.000	0.756	-
Тирозин	0,590	0,388	0.629	1.566	1.148	1.38
Валин	0,433	0,366	0.191	1.092	3.81	1.08
Метионин	0,633	2,667	0.157	0.400	0.807	0.61
Триптофан	0,184	0,742	0.177	-	-	-
Изолейцин	0,625	0,616	0.336	-	-	1.06
Фенилаланин	1,114	1,295	1.331	2.052	1.175	1.57
Лейцин	3,397	2,395	2.401	4.244	5.172	3.08
Лизин	6,982	5,779	5.660	2.704	5.092	3.22
Содержание свободных аминокислот, %	25.066	41.966	19.30	21.3	35.51	18.89

Высокое содержание глицина в гидролизатах, полученных ферментативным электрохимическим способом, можно объяснить активацией панкреатина и гепатопанкреаса, которые, будучи протеолитическими ферментами, в обычных условиях не обладают коллагенолитической активностью, что косвенно подтверждается низким содержанием глицина в химических рыбных гидролизатах. Известно, что основным источником глицина является коллаген, на долю которого приходится до 20 % всех белков в рыбе (9).

Полученные гидролизаты характеризуются также повышенным, по сравнению с химическими гидролизатами, содержанием таурина, глицина, лизина и аргинина. Присутствие этих аминокислот является важным фактором роста микроорганизмов, что позволяет использовать эти гидролизаты как основы для производства питательных сред. Количество гистидина, треонина и фенилаланина в сравниваемых гидролизатах имеют близкие значения.

Пониженное содержание некоторых аминокислот (аспарагиновой кислоты, глутаминовой кислоты, серина, тирозина, валина) при электрохимическом ферментативном способе ведения процесса можно объяснить увеличением активности ферментов. Вероятно, в присутствии солей и под действием электрического тока усиливаются процессы окислительного и гидролитического дезаминирования аминокислот, что приводит к уменьшению их общего содержания. Следует отметить, что содержание этих аминокислот составляет меньше 10 % от их общего количества в полученных гидролизатах, и, следовательно, не может существенно повлиять на свойства конечного продукта.

Оценку пригодности ферментативных белковых гидролизатов, полученных по электрохимической технологии для использования в составе микробиологических питательных сред проводили согласно требованиям ФС 42-3378-97. По биологическим показателям питательные среды, приготовленные на основе полученных гидролизатов полностью удовлетворяют требованиям данной фармакопейной статьи.

Выводы

1. Предложенная ферментативная электрохимическая технология позволяет увеличить выход аминокислот на 5-20 %.

2. Повысить коллагеназную активность изученных протеолитических ферментов.

3. Способствует увеличению содержания таурина, глицина, лизина и аргинина в гидролизатах, что позволяет использовать их для производства микробиологических питательных сред.

Список литературы

1. Телишевская Л.Я. Белковые гидролизаты / Л. Я. Телишевская. – М. : Аграрная наука, 2000. – 295 с.

2. А. с. № 1687213 СССР, кл. А 23J I/4. Способ получения белкового гидролизата из гидробионтов / Г. В. Маслова [и др.]; Мурманский

рыбопромышленный комбинат. - № 4755339/13 ; заявл. 07.08.89 ; опубл. 30.10.91. - 5 с.

3. Герасимова Н.А. Свойства протеиназ из внутренностей камчатского краба / Н. А. Герасимова, Н. М. Купина // Приклад. биохимия и микробиология. – 1996. – Т. 32, № 4. - С. 411-415.

4. Мухин В.А. Ферментативные белковые гидролизаты тканей морских гидробионтов : получение, свойства и практическое использование / В. А. Мухин, В. Ю. Новиков. – Мурманск : Изд-во ПИНРО, 2001. - 96 с.

5. Артюхин В.И. Белковые гидролизаты в производстве питательных сред: Производство и применение продуктов микробиологических производств : обзор. информ / В. И. Артюхин, А. П. Шепелин, Н. В. Киселева. - М. : ВНИИСЭНТИ Минмедпрома СССР, 1990. - Вып. 9-10. – 52 с.

6. Попов В.П. Производство питательных сред и белковых гидролизатов в России / В. П. Попов, А. П. Шепелин, М. В. Храмов ; Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора России, Российская ассоциация «Эпидбиомед». – М. : [б. и.], 1994. – 3 с.

7. Бауэр Г. ВЭЖХ в биохимии / Г. Бауэр. - М.: Мир, 1988. – 687с.

8. Amino acid analysis using Zorbax eclipse – AAA columns and the Agilent 1100 HPLC (Part No. 5980 – 1193E USA) [Электронный ресурс] / W. John [et al.]. – Режим доступа: [http: www.agilent.com/chem./supplies](http://www.agilent.com/chem./supplies). – Загл. с экрана.

9. Кизеветтер, И. В. Биохимия сырья водного происхождения / И. В. Кизеветтер. - М.: Пищевая промышленность, 1973. – 442 с.

К вопросу увеличения сроков годности икры трески мороженой

Лисунов В.Е.¹, Николаенко О.А.², Пискунович Д.И. (Мурманск, ¹ОАО "Мурманский траловый флот", ²МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

В последнее время значительные промысловые нагрузки поставили некоторые виды рыб, в том числе треску атлантическую, на грань вымирания. Чтобы остановить эти опасные тенденции, было введено международное регулирование вылова, в том числе за счет введения квот на вылов. Это привело к существенным изменениям сырьевой базы. Такие изменения не могли не сказаться и на производстве консервов, за последние пару десятилетий существенно уменьшились объемы производства рыбных консервов из традиционных видов рыб. Учитывая все это, насущным становится вопрос комплексной и рациональной переработки вылавливаемого традиционного сырья, в том числе, полного использования икры рыб для производства консервов и пресервов.

Из всего разнообразия ассортимента консервированной пищевой продукции можно выделить консервы из икры трески по неповторимости гастрономических достоинств, питательным, лечебно-профилактическим и другим свойствам. Кроме того, следует отметить, что консервы из икры трески богаты биологически активными веществами – полиненасыщенными жирными кислотами (липиды икры имеют довольно высокое йодное число, что указывает на существенную долю входящих в него непредельных жирных кислот).

Единственно возможный способ заготовить икру трески и сохранить по максимуму до последующей обработки биологически ценные вещества – замораживание ее в блоках в плиточных морозильных аппаратах на промысле трески в море на рыболовных траулерах. Поскольку заготовка икры тресковых носит сезонный характер – обычно с середины января (когда икра находится уже в третьей стадии созревания) и по начала апреля (когда икра находится в пятой – текучей стадии созревания), одна из основных задач, которая ставится перед экипажами судов – максимально возможный отбор икры в этот период. Таким образом, в конце первого квартала каждого года в порт доставляется большое количество мороженой тресковой ястычной икры. Следует отметить, что большая часть этой икры используется как полуфабрикат для выработки консервов («Икра трески стерилизованная», «Икра трески с укропом», «Икра трески с морской капустой»).

Срок хранения консервов из икры трески, вырабатываемых предприятиями, как правило, по ОСТ 15-375-97 «Консервы из печени, икры и молок рыб. Технические условия», составляет всего 12 месяцев с даты изготовления. Спрос на любые консервы сейчас не настолько велик,

чтобы можно было в короткие сроки переработать всю мороженую икру без риска задержек сбыта готовой продукции и возможных проблем с утилизацией просроченной продукции (консервы внесены в перечень товаров, которые по истечению срока годности считаются непригодными для использования по назначению). Кроме того, спрос на консервы также носит сезонный характер, и наименьшим спросом рыбные консервы пользуются в период с конца июня по середину октября, то есть, как минимум 3,5 месяца «выпадают» из реализации. В связи со всеми выше обозначенными проблемами возникает необходимость в увеличении сроков хранения как мороженой икры, так и готовых консервов из икры трески.

Для увеличения сроков хранения мороженой икры, как впрочем, для любой другой мороженой рыбной продукции, существует два способа:

- внесение пищевых добавок (консервантов, антисептиков)
- повышение требований к санитарно-техническому состоянию производства, применение более качественной, обеспечивающей максимальную защиту продукта от воздействия кислорода воздуха, упаковки, исключение задержек сырья до замораживания.

Поскольку первый способ менее всего приветствуется потребителем, производственная служба ОАО «Мурманский траловый флот» решила в первую очередь попытаться увеличить сроки хранения, используя второй.

На судах флота были заготовлены опытные партии мороженой ястычной икры трески с целью их закладки на длительное хранение в холодильных камерах при температуре окружающего воздуха от минус 20 до минус 25°C.

В процессе хранения (на начальной стадии, через три, шесть и девять месяцев) проводились испытания мороженой икры и производимых из нее консервов по микробиологическим, органолептическим и физико-химическим показателям в соответствии с требованиями нормативной документации. Дополнительно в мороженой икре и консервах ли определяли рН, водоудерживающая способность (ВУС) и азот летучих оснований (АЛО).

Испытания проводились на базах лаборатории ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии Мурманской области», производственной лаборатории ПКЦ «Кильдин» ОАО «МТФ» и на кафедре технологии пищевых производств МГТУ.

Значительных колебаний значений физико-химических показателей в процессе хранения от начальной стадии до девяти месяцев как у мороженой икры, так и в консервах не наблюдалось. Так, для мороженой икры эти показатели составляли: рН от $6,3 \pm 0,1$; АЛО $26,7 \pm 0,7$ мг%, ВУС $76,3 \pm 0,8\%$; для консервов рН $6,5 \pm 0,1$, АЛО от $7,0 \pm 2,5$ мг%, ВУС $70,0 \pm 0,3\%$. Органолептические показатели соответствовали требованиям нормативной документации, однако несколько обесцветилась поверхность мороженых блоков ястычной икры.

Микробиологические показатели на протяжении всего срока хранения мороженой икры и консервов «Икра трески стерилизованная» соответствовали требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01.

Однако, поскольку задача состоит в увеличении сроков годности продукции, в соответствии с требованиями МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» 5 партий мороженой икры были исследованы на содержание дрожжей и плесеней. Рост дрожжей в процессе хранения не наблюдался. Рост плесеней в отдельных образцах двух других партий испытываемой мороженой ястычной икры составил от 0 до 90 КОЕ/г и от 0 до 15 КОЕ/г, что можно объяснить в первую очередь нарушением условий санитарного состояния производства. В настоящее время продолжаются работы по исследованию показателей качества икры и консервов в процессе хранения. Кроме того, в 2007 году, планируется заготовить партию мороженой ястычной икры с использованием консервантов и исследовать ее в процессе хранения.

Исследование влияния замораживания жидким азотом методом дозирования на физико-химические показатели мышечной ткани рыбы

Мажирина Г.Г., Семенов Б.Н. (*г.Калининград, Калининградский государственный технический университет, кафедра «Технология продуктов питания»*, e-mail: xoxgala@rambler.ru)

ASSEY

The title is spoken about biochemical and mechanical-chemicals characteristics of frozen fish muscular tissue, which is reflect the quality of fish. The fish was frozen by using method of dosed liquid nitrogen and fish frozen by the same method with using during period of storage modified gas-medium. The results of investigation are reflecting the positive influence of freezing rate on quality of frozen fish.

В настоящее время одной из важнейших задач пищевой технологии является увеличение сроков хранения продуктов, а также улучшение их качества в процессе хранения. Достаточно приоритетным направлением получения экологически безопасных продуктов питания с длительным сроком годности является азотное замораживание. Азотное замораживание обеспечивает высокие скорости процесса, а в совокупности с последующим низкотемпературным хранением, представляет собой в настоящее время и в ближайшем будущем наиболее эффективный метод консервирования пищевых продуктов. Продукты, замороженные подобным образом, сохраняют отличный товарный вид и вкусовые качества.

Поэтому вполне целесообразным представляется разработка различных модификаций уже известных способов замораживания с применением азота, их апробация и дальнейшее внедрение в промышленность. В связи с этим целью настоящей работы явилось исследование физико-химических характеристик мышечной ткани рыбы, замороженной методом дозирования жидкого азота и хранящейся в дальнейшем в МГС (модифицированная газовая среда).

В процессе хранения проводили оценку следующих параметров: содержание ЛГФ, изменение влагоотдачи, изменение рН, изменение содержания солерастворимых белков в мышечной ткани мороженой рыбы в процессе холодильного хранения.

Проведенные исследования по замораживанию судака и леща методом дозирования жидкого азота показали, что применение такого способа замораживания подтверждает положительное влияние жидкого азота на замедление процессов автолиза и накопления продуктов распада и, как следствие, на увеличении продолжительности хранения рыбы. При использовании метода дозирования при замораживании жидким азотом

изменения мышечной ткани рыбы более растянуты во времени. Поэтому позднее происходит разрешение посмертного окоченения, которое свидетельствует о высоком качестве продукта. Белки мышечной ткани рыбы подвергаются денатурации и гидролизу в меньшей степени. Рыба, замороженная подобным способом, характеризуется более высоким уровнем водоудерживающей способности. Продолжительность холодильного хранения увеличивается в 1,9-2,2 раза по причине бескислородного проведения процесса замораживания из-за вытеснения азотом воздуха и подавления азотной микрофлоры (1,2,3,4). Анализ биохимических исследований показал, что эти изменения быстрее происходят в мышечной ткани рыбы, замороженной в обычном морозильном аппарате.

Таким образом, на основании проведенных исследований биохимических показателей установлено, что использование метода дозирования жидкого азота и дальнейшее хранение замороженной рыбы в модифицированной газовой среде (90-95% азота) оказывает заметное влияние на протекание процессов автолиза, влагоотдачи, растворимость белков, накопления продуктов распада и, как следствие, на качество мороженой рыбы. Установлены сроки хранения рыбы, замороженной методом дозирования жидкого азота, они составляют: 13 месяцев – для рыбы, замороженной методом дозирования, в отличие от контрольной партии, срок хранения которой составил 7 месяцев; срок хранения рыбы, замороженной методом дозирования и хранящейся далее в МГС, составил 16 месяцев.

Список литературы

1. Головкин Н.А. и др. Консервирование продуктов животного происхождения при субкриоскопических температурах./ Головкин Н.А., Маслова Г.В., Скоморовская И.Р. – М., 1987.-272с.

2. Головкин Н.А., Першина Л.И. Посмертные механохимические изменения и их роль при консервировании холодом // Труды НИКИМРП. – Л., 1961.-Т.1., вып.2.- С.3-100.

3. Применение азотных технологий в процессах охлаждения, замораживания, хранения и транспортировки скоропортящихся продуктов. Ч.1 и 2/ Семенов Б.Н., Акулов Л.А., Борзенко Е.И. и др. – Калининград, 1994.-278с.

4. Шаробайко В.И. Биохимия продуктов холодильного консервирования. - М., 1991.-255с.

Разработка новой технологии формованных изделий из гидробионтов

Низковская О.Ф., Гроховский В.А. (МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

Abstract

The scientists of food industries technology department of MSTU made experimental works on developing of the new structured fish product technology using poorly maturing fish species. The main advantage of this technology is adding laminaria to fish fillets. Laminaria contains much Iodine and B-group vitamins. This production won a diploma on the Moscow exhibition “Rybpromexpo” at 2006.

Одним из рациональных путей использования различных промышленных объектов является приготовление на их основе продуктов с повышенными вкусовыми качествами и привлекательным для потребителя внешним видом.

К такому виду продукции относятся формованные изделия на основе филе рыб.

Нами проведены экспериментальные работы по разработке новой технологии формованной продукции с использованием слабосозревающих видов рыб (путассу, серебристый хек, сайда).

Важными критериями определения возможности использования данных видов рыб для изготовления формованной продукции являются:

- содержание солерастворимых белковых веществ;
- комплексное и рациональное использование рыбы вне зависимости от технологических пороков (лопанец, механические повреждения).

При разработке технологии особое внимание уделялось подбору вкусовых компонентов.

Посол филе рыбы проводили с использованием смеси пряностей с добавлением антиокислителей и консервантов.

Основным достоинством предлагаемой разработки является добавление к филе рыб до 25 % морской капусты. Полученная формованная смесь обладает хорошими структурно-механическими и органолептическими характеристиками. Несмотря на невысокую энергетическую ценность, морская капуста отличается большим содержанием йода, минеральных веществ, пищевых волокон и витаминов группы В (В₁ и В₅).

Формованная продукция с добавлением морской капусты может служить источником физиологически доступного для организма человека йода и быть использована для профилактики йоддефицитных состояний.

Экспериментальные работы по изготовлению опытных образцов формованной рыбной продукции были проведены с использованием установки Н29-ИФФ конструкции «Севрыбтехцентра», в качестве упаковочного материала применяли искусственные оболочки.

Изготовленная продукция, получившая название «Морское ассорти» представляла собой батоны круглой формы диаметром 70 мм, длиной 90-120 мм. Нарезанная на ломтики толщиной 5 мм продукция на срезе имела вид прессованного рыбного филе из нескольких гармонично дополняющих друг друга видов рыб с вкраплениями морской капусты.

После процесса созревания в течение 14 суток при температуре от 0 до минус 4°С продукция была представлена на дегустационное совещание для органолептической оценки, в результате которого получила положительную оценку у всех дегустаторов.

Экспериментальные образцы нового продукта «Морское ассорти» были отмечены дипломом на Международной выставке «Рыбпромэкспо», проходившей в г. Москве, во Всероссийском выставочном Центре (1 – 3 ноября 2006 г.).

Разработка режимов стерилизации консервов типа «Рыба копченая в масле»

Николаенко О.А., Куранова Л.К., Руснак С.В. (МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

Авторами разработана технология консервов «Сайка копченая в масле», «Путассу копченая в масле», «Морской петух копченый в масле». Основным процессом производства консервов является стерилизация, которая подавляет полностью или частично жизнедеятельность микроорганизмов, вызывающих порчу пищевых продуктов. Создание новой технологии консервов потребовало провести разработку научно-обоснованного режима стерилизации этих продуктов.

Режим стерилизации определяли согласно «Инструкции по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов.[1] Опытные работы проводили на базе учебно-экспериментального цеха МГТУ на специальном стенде по определению режимов стерилизации консервов.

Согласно инструкции [1] значение нормативного стерилизующего эффекта для консервов в банке №3 принимали $F_n=6,3$ усл. минут из расчета обсемененности спорными микроорганизмами до стерилизации 1 спора в 1 г продукта. Это значение нормативного стерилизующего эффекта использовалось как ориентировочный минимальный показатель требуемой летальности при разработке режима стерилизации консервов.

С целью определения фактической летальности (F-эффекта) режима стерилизации и параметров на оборудовании стенда консервного участка УЭЦ МГТУ была проведена серия экспериментальных работ по стерилизации консервов в автоклаве Н2-ИТА-602 (типа АВ), предусматривающего стерилизацию паром, охлаждение водой с противодавлением.

При подборе режима стерилизации варьировали температуру греющей среды стерилизации (112 и 120 оС) и длительность стерилизации (от 40 до 55 мин). В качестве определяющего показателя при оптимизации использовали значение величины фактической летальности (Fфакт).

В ходе исследований было выявлено, что Fфакт для консервов «Сайка копченая в масле» при стерилизации в течение 45 мин при температуре 112 оС составлял 4,7 усл.мин, а для консервов из морского петуха всего 3,4 усл. мин, что значительно ниже нормативного значения. Поэтому все последующие работы по отработке режимов стерилизации проводили при температуре греющей среды 120 оС.

Результаты исследования теплотехнических характеристик процесса стерилизации консервов из копченого полуфабриката представлены в табл. 1.

Было отмечено, что величина фактической летальности зависит от начальной температуры рыбы в банке. Так при стерилизации консервов «Путассу копченая в масле» увеличение начальной температуры продукта перед стерилизацией с 15 до 20 оС приводит к увеличению $F_{факт}$ с 5,6 до 7,4 условных минут.

Уменьшение рыбы в банке вызывает увеличение $F_{факт}$, от 10 до 25 %. Например, при стерилизации консервов «Сайка копченая в масле» уменьшение закладки рыбы в банку с 180 до 150 г увеличило значение фактической летальности с 10,3 до 11,3 усл. мин. Так же на продолжительность стерилизации будет влиять и степень обезвоживания полуфабриката при предварительной тепловой обработке.

При выборе режима стерилизации учитывали кроме $F_{факт}$ органолептические показатели качества консервов, среди которых первостепенное значение придавали консистенции мяса и развариваемости позвоночной кости, а для консервов из морского петуха еще и «жучек».

Таблица 1.

Теплофизические характеристики процесса стерилизации консервов (банка № 3)

Режим стерилизации	масса нетто, г масса рыбы, г	$F_{факт}$, усл. мин (среднее значение)		
		Путассу копченая в масле	Морской петух копченый в масле	Сайка копченая в масле
5 – 15 – 40 – 20 120	250/200	3,65	6,4	
	230/180	-	-	4,5
5 – 15 – 45 – 20 120	250/200	5,9	8,4	-
	230/180	6,5	11,4	10,3
5 – 15 – 50 – 20 120	250/200	7,4	-	-
	230/180	9,5	-	11,3
5 – 15 – 55 – 20 120	250/200	-	9,1	
	230/180	13,5	-	

Так как по рекомендациям ФГУП «Гипрорыбфлот» $F_{факт}$ должна превышать F_n не менее, чем на 20 %, то для консервов «Путассу копченая в масле» при лабораторной проверке стерилизацию было рекомендовано проводить в течение 50 минут.

Для консервов «Морской петух копченый в масле» необходимое значение $F_{факт}$ обеспечивалось при стерилизации в течение 40 минут, однако при этой продолжительности стерилизации недостаточно разваривается позвоночная кость. По результатам дегустации консистенция была оценена на 3,5 балла, что снизило значение уровня качества консервов до 88 %. В консервах, стерилизованных в течение 45 минут, консистенцию оценили на 4,8 балла и уровень качества был

наиболее высокий – 97%. Это же время стерилизации было рекомендовано и для консервов «Сайка копченая в масле».

Лабораторная проверка выбранных режимов стерилизации консервов была проведена путем экспериментального инокулирования консервов спорами тест культуры Cl. Sporogenes - «25», имеющими показатели термоустойчивости в нейтральном фосфатном буфере: $P_{121,1}=0,54$ мин, $z=10$ оС. Стерилизации подвергались 30 зараженных и 5 незараженных банок каждого вида консервов. В опытные банки (масса нетто 230г) консервов вносили 77000 спор на каждую банку. Общая бактериальная обсемененность консервов перед стерилизацией составила $9,0 \cdot 10^3$ кл./г, споры облигатных анаэробных микроорганизмов в 0,5 г продукта до стерилизации отсутствуют, рН продукта 6,91

Микробиологические анализы подтвердили промышленную стерильность всех консервов. В результате анализа мезофильных аэробных, факультативно-анаэробных и анаэробных микроорганизмов не обнаружено. Тест-культура Cl. Sporogenes не обнаружена ни в одной банке.

По разработанным режимам стерилизации, успешно прошедшим лабораторную проверку, были изготовлены консервы, которые получили положительную оценку на дегустационный совет МГТУ и были исследованы на соответствие проекту Ту «Консервы рыбные. Рыба копченая в масле. Технические условия» и СанПиН 2.3.2.1078 по физико-химическим показателям (таблица 2).

Таблица 2.

Физико-химические показатели консервов

Наименование показателей, ед. измерения	Значение показателя по НД, не более	Результаты испытаний		
		Путассу копченая в масле	Морской петух копченый в масле	Сайка копченая в масле
Массовая доля поваренной соли, %, не более	2,5	1,8	1,9	2
Массовая доля рыбы, % не более не менее	90 70	72	75	70
Массовая доля масла, % не более не менее	30 10	28	25	30

Массовая доля отстоя, %, не более	15	10	9	9
Олова, мг/кг	200	34	32	33
Бенз(а)пирен, мг/кг	0,001	0,0001	0,0001	0,0001

В результате проведенных работ был выбран, научно обоснован и утвержден ФГУП «Гипрорыбфлот» режим стерилизации консервов «Сайка копченая в масле», «Путассу копченая в масле», «Морской петух копченый в масле» и разработаны ТУ 9271-004-00471633-06 «Консервы рыбные. Рыба копченая в масле. Технические условия».

Использование лецитина в производстве рыбных стерилизованных консервированных продуктов

Дякина Т.А., Деркач С.Р., Николаенко О.А., Петрова Л.А. (МГТУ, кафедра химии, кафедра технологии пищевых производств, e-mail: petrovala@mstu.edu.ru)

The new type of canned fish with adding oil has been worked up using the results of studying food emulsions stabilized with the gelatin-lecithin mixtures. Compounding of the emulsion lecithin pouring was created for the production of tinned fish stuffs.

Установленные физико-химические закономерности получения устойчивых эмульсий, стабилизированных смесями желатины с лецитином (1, 2, 3), были использованы для разработки рецептур лецитинсодержащих заливок для консервов рыбных натуральных с добавлением масла, изготавливаемых из мороженой рыбы (сельди атлантической) без предварительной термической обработки.

Изготавливали консервы «Сельдь атлантическая натуральная с добавлением масла» в соответствии с ГОСТ 13865–2000 «Консервы рыбные натуральные с добавлением масла. Технические условия». Закладку ингредиентов проводили в соответствии со «Сборником технологических инструкций по производству рыбных консервов и пресервов». В данных консервах в качестве заливки используют растительные масла: подсолнечное, хлопковое рафинированное, соевое, горчичное, кукурузное. Состав и органолептические свойства заливок в значительной мере определяют вкусовые и питательные свойства готового продукта.

Заливки улучшают внешний вид содержимого, создают комплекс вкусовых и ароматических ощущений, придают консервам аппетитный вид, способствуют лучшему усвоению продукта. Одним из недостатков консервов натуральных с добавлением масла является расслоение заливки, происходящее из-за выделения большого количества бульона (свыше 20%) при стерилизации. Этот недостаток приводит к ухудшению товарного вида продукта, что не всегда является желательным для потребителя. Для устранения этого недостатка в состав заливки обычно вводятся загустители: гидролизированный казеин, агар (использование агара требует дополнительного введения в заливку пищевой кислоты (винной, лимонной, молочной) для получения прозрачного геля и улучшения вкуса).

В данной работе в качестве масляной заливки предлагается использовать раствор лецитина в масле с целью создания устойчивой эмульсионной системы и предотвращения расслоения. Образцы консервов получали в производственной лаборатории «Современные технологические процессы переработки гидробионтов» кафедры технологии пищевых производств Мурманского государственного

технического университета. Для того чтобы показать влияние введения лецитина на качество консервов в ходе исследований определяли следующие показатели: массовые доли отстоя в масле, рыбы и заливки. Рецептура использованных заливок представлена в таблице 1.

По результатам микробиологических анализов представленные образцы консервов отвечают требованиям, изложенным в СанПиН 2.3.2.1078–2001 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы, утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 06.11.2001 г.» и ГОСТ 30425–97 «Консервы. Метод определения промышленной стерильности». Определение органолептических показателей, массовой доли составных частей, и массы нетто консервов проводили по ГОСТ 26664–85 «Консервы и пресервы из рыбы и морепродуктов. Методы определения органолептических показателей, массы нетто и массовой доли составных частей». По органолептическим показателям консервы соответствуют требованиям ГОСТ 13865–2000. Органолептическую оценку консервов проводили на Дегустационном совете МГТУ. Результаты оценки качества консервов представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Оценка качества консервов «Сельдь атлантическая натуральная с добавлением масла», полученных с использованием лецитина (образцы 2 – 5) и по традиционной технологии (образец 1)

№ образца	Рецептура заливки		Уровень качества, %	Масса нетто, г	Массовая доля рыбы, %	Массовая доля заливки, %	Массовая доля отстоя в масле, %
	масло, г	лецитин, г					
1	15	–	75.8	220	70.1	7.2	21.2
2	15 г 0.01 %-ного раствора лецитина в масле		78.4	219	70.8	5.0	16.2
3	15 г 0.1 %-ного раствора лецитина в масле		92.1	247	74.9	4.0	0
4	0.25 г сухой смеси лецитина с желатиной (1:100)		75.3	220	65.5	7.7	22.6
5	15	0.6	89.5	222	68.5	6.3	16.0

Качество заливки характеризуется физическим показателем массовая доля отстоя в масле, которая определяется как водно-белковая часть заливки после отстаивания масла в течение определенного промежутка времени (2 часа). В консервах с использованием 0.1 %-ного раствора лецитина в масле отстоя не наблюдалось (табл. 1), что свидетельствует об образовании устойчивой эмульсии.

Сравнительный анализ органолептических, физических показателей качества изготовленных консервов «Сельдь атлантическая натуральная с добавлением масла», полученных с использованием лецитина и по традиционной технологии позволяет сделать вывод о возможности применения растворов лецитина в масле в качестве масляных заливок в данном виде рыбных консервов. Лучшими органолептическими и физическими свойствами обладают консервы «Сельдь атлантическая натуральная с добавлением масла» с использованием 0.1 %-ного раствора лецитина в масле.

Разработаны проекты технических условий и технологических инструкций по изготовлению консервов «Сельдь атлантическая в масляной заливке».

Список литературы

1. Устойчивость прямых эмульсий (масло/вода), стабилизированных желатиной / В.Н. Измайлова, С.Р. Деркач, С.М. Левачев, Г.П. Ямпольская, З.Д. Туловская, А.Е. Харлов, Т.А. Дякина, Б.Н. Тарасевич // Журн. научн. и прикл. фотографии. – 2002. – Т. 47, № 6. – С. 38–73.

2. Дякина, Т.А. Концентрированные эмульсии на основе смесей желатины с лецитином: реологические свойства / Т.А. Дякина, С.Р. Деркач, С.М. Левачев // «Вестн. Моск. ун-та. Сер.2, Химия. – 2004. – Т. 45, № 1. – С. 58– 63.

3. Дякина, Т.А. Оценка устойчивости эмульсий, стабилизированных ассоциатами желатины с лецитином, с помощью диаграмм устойчивости / Т.А. Дякина, Л.А. Петрова, С.Р. Деркач // Наука и образование–2005: Материалы Междунар. науч.-техн. конф. (Мурманск, 6–14 апреля 2005 г.) – Мурманск: МГТУ, 2005. – Ч. V. – С. 126–129.

Установка для получения гранул при производстве имитированной икры

Плешкова Р.А. (МГТУ, кафедра ТХО)

The black-grain caviar imitation is made on the base of egg yolk with some additions of fish fat, tea extract, herring milts, gelatin and vegetable oil.

При постановке задачи производства икры белковой имитированной исходили из того соображения, что зернистая икра осетровых - общепризнанный деликатесный продукт с высокой биологической ценностью. Ее успешная имитация убедительным образом продемонстрировала возможности новой технологии производства пищи, т.е. получение вкусных, привлекательных и высококачественных пищевых продуктов. Кроме того, поскольку натуральная икра - деликатесный и дорогостоящий продукт, производство ее аналога представляет интерес уже при сравнительно небольшом объеме производства. Внедрение линии Н29-ИЛБ для производства белковой зернистой имитированной икры на основе яичных желтков позволяет организовать в промышленных масштабах выпуск аналога деликатесного продукта на основе дешевых пищевых компонентов. Особый интерес в данной линии представляет установка для получения гранул, представленная на рисунке.

Для приготовления исходного раствора в бак щелочного раствора помещают сетчатый стакан и подают дистиллированную воду. Бункера для исходного сырья выполнены в виде воронок прямоугольного сечения. Сверху они имеют крышки, а снизу - выходные отверстия, снабженные секторными затворами, позволяющими производить регулирование подачи компонентов в аппарат для приготовления исходного раствора 1.

Аппарат представляет собой герметически закрывающийся сосуд, снабженный мешалкой, привод которой установлен на поворотном основании, что позволяет отводить его в сторону от аппарата при закрывании крышки. Снаружи сосуд имеет водяную рубашку для подогрева и термостатирования приготовленного в аппарате раствора, а также теплоизоляцию. Подогрев производится электрическими нагревательными элементами.

После перемешивания компонентов и подогрева отводят привод мешалки, а аппарат и фильтр герметически закрывают. Фильтр грубой очистки 2 предназначен для отделения из исходного раствора нерастворившихся комков яичного желтка и посторонних примесей. Давлением сжатого воздуха, нагнетаемого в аппарат из магистрали, исходный раствор через фильтр передавливается в баки-накопители 3, которые имеют наружный обогрев электрическими нагревательными элементами и закрываются герметически. Фильтрование исходного

раствора с одновременным перепуском его в бак-накопитель продолжается до тех пор, пока из трубопровода не начнет поступать воздух. Баки работают поочередно на накапливании исходного раствора. Постепенный расход раствора из бака обеспечивает возможность проведения непрерывного процесса получения гранул. Управление наполнением баков раствором и его выпуском производится двумя трехпозиционными кранами.

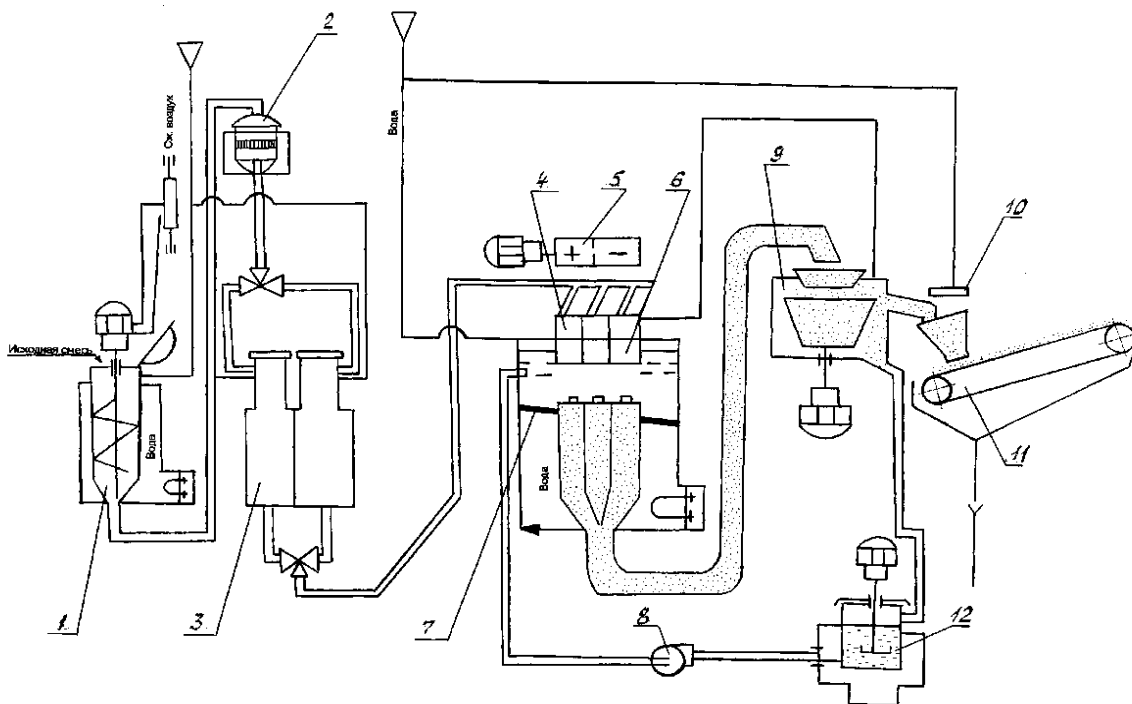


Рис. Установка для получения гранул

Из баков-накопителей 3 под действием избыточного давления воздуха исходный раствор подается через коллектор 4 в восемь дозаторов гранулятора 7, который предназначен для формирования зерен (гранул) икры и выполнен в виде сосуда, заполненного растительным маслом. В верхней его части установлены обогреваемый коллектор и дозаторы 6, сопла которых опущены в верхний слой масла на глубину от 15 до 20 мм. Температура масла на выходе из сливной трубы поддерживается в пределах от плюс 3 до плюс 4 °С.

В дне каждого дозатора на концентрической окружности расположены восемь отверстий с соплами. К соплам под действием пружины плотно прилегает вращающийся диск с отверстием, которое последовательно совмещается с отверстиями сопел.

Диск получает вращение от регулируемого электропривода 5.

В конструкции заложена возможность самостоятельно включения и выключения каждого дозатора.

В зависимости от требуемого размера гранул выбираются давление подачи исходного раствора и скорость вращения дисков дозаторов. Раствор

выходит из дозатора в тот момент, когда одно из отверстий в его дне совпадает с отверстием во вращающемся диске.

Таким образом из сопел выходит прерывистая струя, величину доз которой можно регулировать. Выходящие из сопел непосредственно в масло дозы исходного раствора под действием сил поверхностного натяжения на границе двух несмешивающихся жидкостей превращаются в шарообразные капли, которые постепенно опускаются в нижние охлаждаемые слои масла. При этом происходит превращение белкового раствора в гель. В результате в нижней части гранулятора образуются шарообразные белковые зерна заданного размера.

Нижняя часть корпуса имеет двойные стенки, образующие полости, заполненные пенополиуретаном, обеспечивающим наружную температуру поверхности аппарата не выше 45 °С. Передняя стенка корпуса легко открывается, что облегчает санитарную обработку. В нижней части имеются воронка и труба, по которой гранулы потоком масла выносятся в центрифугу 9.

Центрифуга представляет конический сетчатый барабан, вращающийся на вертикальном валу, обращенный своей открытой широкой горловиной вверх. Под действием центробежных сил зерна отделяются от масла и собираются в верхнем приемнике, устроенном вокруг верхней широкой части барабана. В нижней части имеется приемник для сбора масла.

После центрифуги масло самотеком поступает в бак 12, из которого насосом 8 через теплообменник, предназначенный для нагрева масла до заданной температуры, снова подается в гранулятор.

Из верхнего приемника центрифуги зерна струей воды выносятся по трубопроводу в моечный барабан 10, представляющий сетчатый цилиндр, вращающийся на роликах и служащий для удаления остатков масла с поверхности зерен. Вдоль вращающегося барабана зерна продвигаются за счет его наклона от 1 до 5°, при этом происходит обильное орошение их водой. Торцы цилиндра закрыты днищами, имеющими в центре круглые окна для непрерывного ввода и вывода зерен. На заднем днище укреплены лопатки, которые подхватывают гранулы, поднимают их и сбрасывают в лоток, входящий в барабан через разгрузочное окно. Далее гранулы отводятся на сортирование. Промывочная вода направляется в отстойник, из которого насосом подается на установку для регенерации масла.

В сортирующем устройстве 11 при обильном орошении водой зерна подаются на наклонную вибрирующую решетку с продольными пазами. Ширина пазов рассчитана так, что зерна диаметром меньше 3 мм проваливаются и попадают в воронку, расположенную под решеткой. Зерна большего диаметра скатываются в отдельный сборник и отправляются на кулинарную обработку и дозирование в тару.

Разработка технологии консервов с использованием коптильного геля

Николаенко О.А., Руснак С.В. (МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

Annotation. The purpose of this work is more complete research of properties of for smoking preparations and possibility of their application at the receipt of fish can food from the different breeds of fishes and ground of the modes of preparation of intermediate product for the receipt of sterilized can food with high food and consumer properties. In this work, possibility of receipt of such can food was probed from a marine cock and sayka. During work mathematical models, describing the process of treatment of intermediate product for smoking gel (for smoking liquid and starch is in certain proportions) for sayka and marine cock with the purpose of receipt of can food with the high indexes of quality, were developed.

В настоящее время одним из приоритетных направлений концепции государственной политики в области здорового питания является создание безопасных продуктов при максимальном сохранении их пищевой и потребительской ценности.

На кафедре «Технологии пищевых производств» МГТУ проводятся работы по разработке технологии консервов с использованием коптильного геля. Данная технология позволит получить консервы с меньшим содержанием бенз(а)пирена, нитрозаминов и фенолов, а это соответствует современным требованиям безопасности продуктов питания.

В ходе работы были разработаны математические модели обработки полуфабриката сайки и морского петуха коптильным гелем. В качестве примера приводится математическая модель для процесса обработки полуфабриката для консервов из морского петуха.

На основании результатов предварительных исследований, а также с учетом априорной информации и литературных данных из множества параметров, обуславливающих процесс в целом, были выделены три основных фактора, оказывающих наиболее существенное влияние на проникновение коптильных компонентов в рыбу и, соответственно, на качество консервов: M_f — массовая доля фенолов в коптильном препарате (в пересчете на гваякол), %; M_k — массовая доля крахмала, %; τ — продолжительность обработки полуфабриката коптильным гелем, ч. Диапазон изменения данных факторов, а также интервал их варьирования в исследованиях приведен в таблице 1.

Таблица 1.

Значение изменяемых факторов, их интервалы и пределы варьирования

Факторы	Уровни			Интервал варьирования
	-1	0	+1	
M_{ϕ} – массовая доля фенолов (в пересчете на гваякол), %	0,025	0,055	0,085	0,03
M_k – массовая доля крахмала %	1	1,5	2,0	0,5
$\tau_{\text{погр.}}$ – продолжительность процесса погружения, ч	0,08	0,16	0,24	0,08

Параметрами оптимизации математической модели была совокупная безразмерная характеристика, состоящая из двух частных откликов. Их перечень, а также «идеальные» значения, используемые в расчетах, приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Частные отклики и их «идеальные» значения

Наименование отклика	Размерность	«Идеальное» значение
Органолептическая оценка качества консервов из копченой рыбы, (с учетом коэффициента значимости), O	Баллы %	18,0 100,0

В ходе обработки математической модели для морского петуха была получена следующая формула:

$$y=0,129+2,065M_{\phi}+0,177M_k+0,812\tau_{\text{погр}}+15,989M_{\phi}^2+0,057M_k^2+2,248\tau_{\text{погр}}^2+0,678 M_{\phi} M_k+4,058 M_{\phi} \tau_{\text{погр}}+0,254 M_k\tau_{\text{погр}}$$

Анализ полученных результатов показывает, что концентрация копильной жидкости и крахмала оказывают наибольшее влияние на качество готовой продукции, что приближает априорно установку на процесс изготовления полуфабриката для получения в дальнейшем консервов с наивысшими показателями качества. Готовая продукция отличалась высокими органолептическими показателями, имела ярко выраженный вкус, присущий консервам из копченой рыбы.

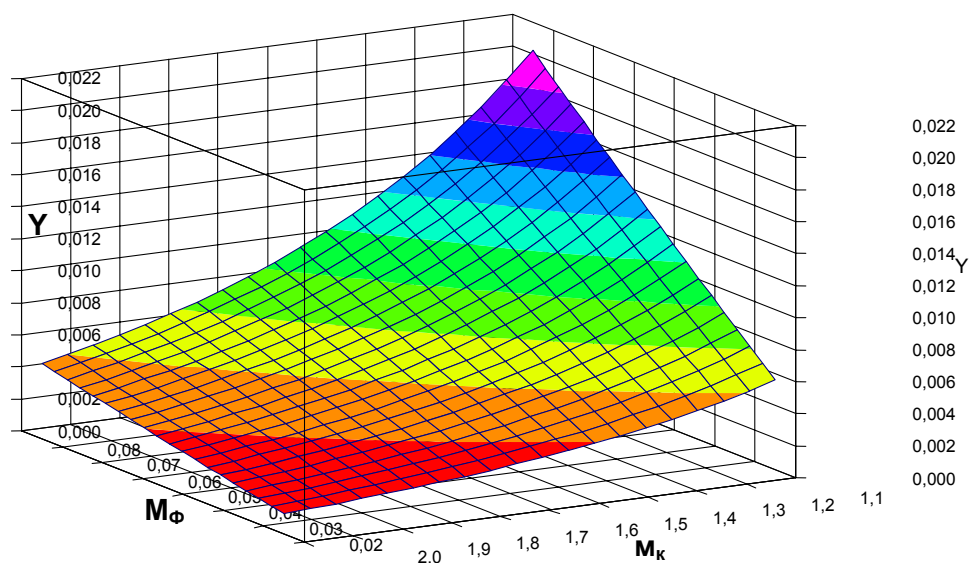


Рис 1. Влияние M_{ϕ} и M_{κ} на Y при обработке копильным гелем полуфабриката морского петуха.

Графическая интерпретация модели, приведенная на рис 1, наглядно иллюстрирует сказанное и показывает область искомого оптимума, конкретные значения которого составляют соответственно для морского петуха: $M_{\phi}=0,056$ и $M_{\kappa}=1,6$ %. Готовая продукция, приготовленная по расчетным оптимальным параметрам процесса, имела хорошие органолептические показатели, выраженный вкус и цвет, характерные для консервов из копченой рыбы, а по ряду показателей (отстой, цвет масла, консистенция) превосходила консервы из копченой рыбы, приготовленные по традиционным технологиям.

Полуфабрикат после обработки копильным гелем подвергали обезвоживанию (сушке) теплым воздухом, так как степень обезвоживания значительно влияет на качество консервов, так как повышенное содержание воды вызывает увеличение отстоя в масле, что ухудшает как органолептические свойства продукта, так и его устойчивость при хранении. Выбор режима предварительной тепловой обработки производили как на основании органолептической оценки копченого полуфабриката, так и готовых консервов. Решающее значение на выбор температуры сушки оказывает химический состав рыбы.

В настоящее время результаты проведенных работ используются при разработке проекта нормативной документации для данного вида консервов.

Обоснование применения хитозана для увеличения хранимоспособности малосоленых лососевых

Ситникова Е.В., Максимова С.Н. (г.Владивосток, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет (Дальрыбвтуз), кафедра «Технология продуктов питания», e-mail: maxsvet61@mail.ru)

Manufacture малосоленой from salmon is connected fish production (the maintenance{contents} salt no more than 4 %) to the certain difficulties connected mainly with problems of preservation of quality. The basic defects quickly amplifying at storage of such production, it: decolouration of fabrics on cuts; oxidation of fat; easing a consistence; m icrobiological damage.

Производство малосоленой рыбной продукции (содержание соли не более 4 %) из лососевых сопряжено с определенными трудностями, связанными главным образом с проблемами сохранения качества. Основные пороки, быстро усиливающиеся при хранении такой продукции, это:

- Обесцвечивание тканей на срезах;
- Окисление липидов;
- Ослабление консистенции;
- Микробиальная порча.

Цель настоящей работы состоит в исследовании возможности повышения хранимоспособности малосоленых лососевых за счет барьерных свойств хитозана с учетом его воздействия на органолептические свойства, уровень контаминации и биологическую ценность продукции.

Объектами исследования служила малосоленая кета (МСК) и хитозан, различающийся по молекулярной массе (ММ) и растворимости в воде (таб.1). Хитозан наносили на обе стороны поверхности рыбных ломтиков. Квота хитозана в пересчете на сухое вещество - 0,3 %. Хранение осуществляли при температуре 5 ± 2 °С.

Таблица 1.

Состав исследуемых образцов малосоленой кеты (МСК)

Шифр образца	Характеристика полимера		
	Вид хитозана	Фазовое состояние	ММ, кДа
МСК-1	Водорастворимый хитозан	Водный раствор	55
МСК-2	Водорастворимый хитозан	Твердофазный	55
МСК-3	Хитозан	Раствор в 1%-ной	32

	низкомолекулярный	уксусной кислоте	
МСК-4	Хитозан высокомолекулярный	Раствор в 1%-ной уксусной кислоте	588
МСК-5	Без обработки хитозаном		

Органолептические свойства и уровень контаминации определяли общепринятыми методами. Биологическую ценность устанавливали относительно продукта, не содержащего хитозан с использованием методики биотестирования (методика по тетрахимене) (Черемных Е., Долгов В., Иванова Г, 2006).

Результаты исследования экспериментальных образцов указывают на различия в изменении качества МСК после обработки их хитозаном.

Органолептические показатели МСК с хитозаном (табл. 2) во времени сохраняют характер изменений, свойственный необработанному образцу (контроль), но отличаются меньшей скоростью. Сохранение органолептических свойств МСК с хитозаном зависит от вида единичного показателя и характеристик полимера. Уровень влияния хитозана на органолептические свойства продукта в убывающей последовательности представлен рядом: цвет – запах – вкус – консистенция.

Таблица 2.

Интервал времени, необходимый для возникновения фиксируемых изменений органолептических показателей качества малосоленой кеты (МСК), сутки

Признак	МСК-5 (контроль)	МСК -1	МСК-2	МСК-3	МСК-4
Цвет Снижение естественной окраски на 50 %	17 - 19	34 - 36	22 - 24	15 - 17	36 - 40
Обесцвечиван ие участков отложения жира	-	-	-	20 - 22	-
Пожелтение	-	-	-	20 - 22	-
Запах Снижение интенсивности свойственного запаха на 50 %	22 - 24	30 - 32	34 - 36	20 - 22	32 - 34
Запах белковой порчи	26	34	40	24	40

Запах окисленного жира	-	-	-	-	-
Другой посторонний запах	6 (кисловаты й)	-	8 (химически й)	2 (уксусной уислоты)	2 (уксусно й уислоты)
Вкус Снижение интенсивности свойственного вкуса на 50 %	15 -17	29	34	17-20	32
Вкус окисленного жира	-	-	-	-	-
Вяжущий вкус хитозана	-	-	-	-	2
Другой посторонний вкус	-	-	-	2 (химически й)	-
Консистенция Мажущая консистенция	13 - 15	-	-	24-26	-
Место по предпочтению	5	1	3	4	2

Барьерные свойства по отношению к органолептическим свойствам наиболее выражены в хитозане водорастворимом, используемом как в виде раствора (МСК-1), так и в твердофазном состоянии (МСК-2) и высокомолекулярного хитозана, растворенного в уксусной кислоте, (МСК-4), наименее заметно влияние низкомолекулярного хитозана (МСК-3). Оценка влияния вида хитозана на единичные показатели совпадает с распределением мест между образцами МСК, отданных дегустаторами по предпочтению продукта.

Установлено значительное барьерное влияние хитозана на контаминацию МСК. Допустимые сроки хранения образцов с хитозаном превышают контроль в 1,6 – 2,9 раза. Уксуснокислый раствор высокомолекулярного хитозана и водорастворимый хитозан в твердофазном состоянии (соответственно МСК-4 и МСК-2) оказывают бактериостатический эффект практически в течение всего времени хранения.

В адаптационный период наблюдается беспорядочный рост количества клеток (первые четверо суток) и последующее развитие тетрахимены по экспоненциальной зависимости. Максимум количества

клеток во всех МСК наблюдается в области 7 суток роста культуры. Следует отметить, что наибольшее значение ОБЦ присуще МСК-1 на протяжении всего периода наблюдений за ростом культуры. Величина ОБЦ МСК-1 по отношению к контролю в течение всего периода наблюдений колеблется в незначительных пределах.

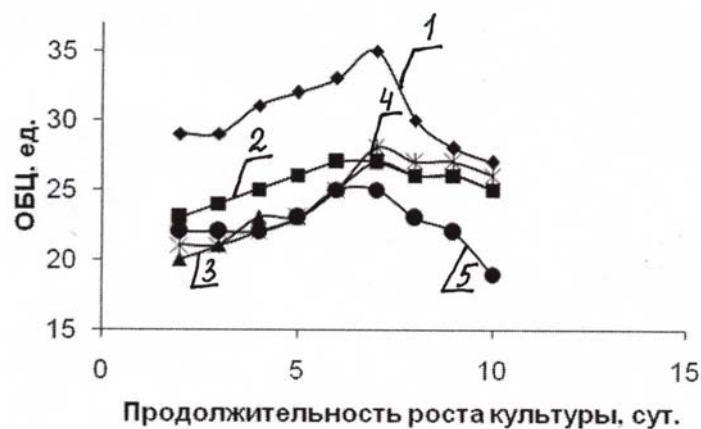


Рис. 1. Динамика ОБЦ в процессе роста культуры. 1 – МСК 1; 2 – МСК 2; 3 – МСК 3; 4 – МСК 4; 5 – МСК 5.

Совокупность представленных результатов не позволяет выявить преимущества какого-либо из использованных полимеров, так как каждый из них обладает рядом достоинств и недостатков. Например, водорастворимый хитозан, использованный в виде раствора, способствует наилучшему сохранению органолептических показателей и значительно увеличивает ОБЦ продукта, но в то же время он имеет относительно низкие барьерные свойства по отношению к микрофлоре. Уксуснокислый раствор высокомолекулярного хитозана и хитозана в твердофазном состоянии на различных этапах хранения обладают наиболее высоким бактериостатическим действием, но соответственно придают продукту незначительный вяжущий привкус в начале периода хранения или желтоватый оттенок. Очевидно, что выбор оптимального полимера подлежит уточнению при разработке конкретной технологии малосоленой рыбной продукции.

Полученные данные указывают на высокие барьерные свойства хитозана по отношению к хранимостпособности малосоленых лососевых, а также его положительное влияние на относительную ценность продукта.

Список литературы

1. Черемных Е., Долгов В., Иванова Г. Инфузории и корма // Комбикорма. – 2006. - № 6 – с. 61 – 62.

Национальная стандартизация в рыбной отрасли как один из важнейших инструментов технического регулирования

Шаповалова Л.А., Словолитова Г.К., Непомнящих Т.А. (г. Мурманск, Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО), лаборатория биохимии и технологии, e-mail: shapoval@pinro.ru)

To realize a Federal Law “On technical regulation” МТК/ТК 300 Fish Production Standardization Technical Subcommittee together with subcommittees develop special technical regulations for legal regulation in providing with obligatory requirements and evaluation of the conformity of food products from fish and the objects, which are not fish. The evidence base of technical regulations represented by intergovernmental and national standards, developed or actualized in accordance with the requirements of national standardization and legislation acts of the Russian Federation is created. The search data of the documentation are collected and sent to the united automated system of the information processing.

Стандартизация как важнейший инструмент технического регулирования является одним из главных государственных рычагов в обеспечении безопасности и качества продукции. С принятием и вступлением в силу Федерального закона «О техническом регулировании», кардинально меняющего всю систему применения обязательных требований к продукции и процессам производства, наступил новый этап развития отечественной стандартизации. Согласно закону, государство требует обязательного соблюдения только тех норм, которые связаны с вопросами безопасности продукции, а качество (потребительские свойства) оставлено на усмотрение производителей. В связи с этим основополагающая часть наличной нормативной базы, содержащая требования по безопасности, выделяется в свод особых документов – технических регламентов, принимаемых на законодательном уровне. Государственные стандарты Российской Федерации трансформируются в национальные, которые действуют на добровольной основе и способствуют соблюдению обязательных требований, устанавливаемых в технических регламентах. При этом национальные стандарты, гармонизированные с техническими регламентами, становятся их доказательной базой и приобретают строго рекомендательную форму.

Введение технических регламентов находится в русле общего реформирования системы стандартизации и сертификации в России, подготовки к ее вступлению во Всемирную торговую организацию и требованиям перехода от национально ориентированных стандартов, характерных для закрытой экономики, к международным стандартам, позволяющим отечественной продукции выйти на мировой рынок.

В целях реализации указанного закона и проведения единой политики в области технического регулирования Техническим Комитетом МТК/ТК 300 (ВНИРО) по стандартизации рыбной продукции совместно с Техническими Подкомитетами, функционирующими на базе отраслевых НИИ, осуществляется разработка специального технического регламента - Федерального закона. Регламент устанавливает обязательные требования безопасности к пищевой продукции из рыбы и нерыбных объектов, процессам ее производства, оборота и утилизации. Данный документ призван осуществлять правовое регулирование в области обеспечения обязательных требований и оценки соответствия пищевой продукции.

Проект регламента, направленный на сближение российской системы технического регулирования с международными принципами, разрабатывается в свете новых направлений, обозначенных на заседаниях в Государственной Думе при обсуждении технических регламентов смежных отраслей. В процессе работы над проектом Подкомитеты направляют в МТК/ТК 300 свои предложения и замечания как к отдельным разделам и статьям регламента, так и к проекту в целом; предлагают редакции отдельных статей, а также сформулированные обоснованные предложения промышленных предприятий, научных, производственных и контролирующих организаций для их воплощения в законе.

Проект специального технического регламента состоит из 11 глав, 36 статей и 2 приложений. В статье «Основные понятия» представлены определения терминов, используемые в рыбной отрасли и унифицированные с гармонизированными действующими стандартами и проектами, европейскими директивами, международными стандартами и другими нормативными и законодательными документами. Основные понятия изложены в соответствии с принципами однозначности понимания терминов, их непротиворечивости, оптимальной краткости определения, путем включения в термины только существенных признаков.

В проекте изложены требования к безопасности пищевой продукции, ее маркировке и идентификации, правилам приемки, методам контроля, производства, оборота и утилизации, требования к охране окружающей среды. Представлены формы подтверждения соответствия пищевой продукции в виде обязательной сертификации и декларирования, которые заявитель вправе выбирать самостоятельно. Подобраны схемы обязательного подтверждения соответствия с учетом действующего порядка сертификации рыбы, нерыбных объектов промысла и продуктов, вырабатываемых из них. Изложен порядок проведения государственного контроля (надзора) с указанием контрольных и надзорных органов. В отдельных статьях представлены специализированные требования к группам пищевой продукции с указанием видов однородной продукции, ссылок на индексы приложения, содержащего показатели безопасности, особенностей технологии, маркирования, упаковывания.

В настоящее время проект регламента, прошедший первый этап публичного обсуждения и неоднократно рассмотренный на заседаниях МТК/ТК 300, готовится к представлению в Министерство сельского хозяйства.

Выполнение требований технических регламентов невозможно без применения стандартов, которые способствуют выпуску качественной продукции с заданными потребительскими свойствами. При этом с момента принятия решения о применении того или иного стандарта, он становится обязательен для изготовителя. В соответствии с законом «О техническом регулировании» действуют национальные стандарты и стандарты организаций. При этом разрабатываемые стандарты должны удовлетворять основному принципу стандартизации - быть целесообразными, обладать высокой степенью приемлемости, основанной на широком участии в процессе разработки всех заинтересованных сторон, быть согласованными между собой и базироваться на результатах научно-исследовательских работ, инновационных достижений.

Разработкой новых и пересмотром действующих стандартов занимаются Технические Комитеты (МТК/ТК 299, МТК/ТК 300) и Подкомитеты по стандартизации, которые также проводят научно-исследовательскую экспертизу нормативной и технической документации в целях ее актуализации и соответствия требованиям национальной системы стандартизации и законодательным актам РФ. Кроме этого, на Технические Комитеты и Подкомитеты по стандартизации возложены функции по широкой пропаганде основ технического регулирования.

Дважды в год Технические Комитеты проводят заседания, где согласовываются проекты окончательных редакций стандартов. Последнее заседание МТК/ТК 299 и МТК/ТК 300 по стандартизации рыбной и рыбоконсервной продукции состоялось в октябре прошлого года, на котором были рассмотрены проекты окончательных редакций стандартов: ГОСТ- «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей», ГОСТ 10119- «Консервы из сардин атлантических и тихоокеанских в масле. ТУ», ГОСТ Р «Рыба и продукция из нее. Видовая идентификация рыбы методом изоэлектрофокусирования в полиакриламидном геле», а также проекта Технологической инструкции по изготовлению пачек из картона и комбинированных материалов для пищевой продукции из рыбы и нерыбных объектов к ОСТ 15-392-95. В настоящее время в стадии утверждения в органах Ростехрегулирования находятся проекты межгосударственных стандартов ГОСТ 7448- «Рыба соленая. ТУ» и ГОСТ 30314- «Филе морского гребешка мороженого. ТУ».

Продолжается формирование базы данных информационного фонда нормативных и технических документов в единой автоматизированной системе обработки информации (АСОИ) как неотъемлемое условие реформирования системы технического регулирования. АСОИ основывается на опыте функционирования информационных центров в

России и за рубежом, использует уникальный потенциал и развитую организационную структуру системы Ростехрегулирования и других ведомств и предоставляет централизованный доступ в Интернет и другие сети передачи данных общего пользования.

Обладая такими возможностями, постоянно обновляемая в АСОИ база данных документов отрасли, используется в производственной деятельности промышленных предприятий всех форм собственности; органами, выполняющими функции государственного контроля и надзора и, таким образом, способствует взаимодействию предприятий и предпринимателей друг с другом и государственными органами управления.

Дополнение отраслевой базы возложены на Технические Подкомитеты, которые осуществляет сбор и отправку поисковых данных региональной документации, принадлежащей различным субъектам хозяйственной деятельности, и таким образом обеспечивают функционирование программно-аппаратных средств локальных и опорных узлов отрасли, а также их взаимодействия с промышленными предприятиями.

Такие документы как отраслевые стандарты и Технические условия - основные документы товаропроизводителей - с момента вступления в действие соответствующих технических регламентов перестанут существовать, так как они не предусмотрены новым законодательством. В связи с этим отраслевые стандарты должны быть переведены либо в ранг национальных стандартов, либо - стандартов организаций. Вопрос об их судьбе сейчас решается. Технические условия предполагается перевести в стандарты организаций, так как вывести их из сферы производства пищевой продукции невозможно - достаточно широкий ассортимент продуктов в настоящее время изготавливается именно по этим документам.

Разработаны и введены в действие организационные стандарты, которые необходимы для обеспечения общих правил формирования, ведения и применения положений российской национальной системы стандартизации, а также для соблюдения общих правил проведения работ по стандартизации, форм и методов взаимодействия предприятий и предпринимателей с государственными органами управления.

Немаловажным аспектом в деятельности Технических Подкомитетов по стандартизации является взаимовыгодное сотрудничество с рыбопромышленными предприятиями регионов, которое осуществляется в следующих направлениях:

- разработка, актуализация и научно-исследовательская экспертиза Технических условий и Технологических инструкций;
- обеспечение нормативной документацией из фонда Подкомитета по профилю производственной деятельности предприятия;

- проведение квалифицированных консультаций с выдачей необходимого методического материала по ассортиментным знакам консервов и пресервов из рыбы и нерыбных объектов, а также по присвоению номеров рыбоконсервных предприятий;
- предоставление информационных сведений о пищевой и энергетической ценности водных биологических ресурсов и продукции, вырабатываемой из них, для использования при маркировании потребительской тары;
- привлечение к участию в рассмотрении проектов стандартов и составлению отзывов на них.

В заключении хотелось бы отметить, что национальная система стандартизации, являясь неотъемлемой частью экономики страны, во многом определяет безопасность и конкурентоспособность продукции, экономию всех видов ресурсов, а также способствует функционированию внутреннего рынка и повышению экспортного потенциала страны. Введенный в действие Федеральный закон «О техническом регулировании», устанавливающий правовую основу реформирования работ по стандартизации, способствует разработке технических регламентов и усиливает роль национальных стандартов как их доказательной базы. Создание системы национальной стандартизации является необходимым условием вступления России во Всемирную торговую организацию, способствующим преодолению одного из технических барьеров в торговле.

Разработка методики определения массовой концентрации общих фенолов в дымовоздушной смеси и анализ их содержания в коптильном дыме, вырабатываемом ИК-дымогенератором, в зависимости от температуры пиролиза

Шокина Ю.В., Вернись Т.В. (МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

The method of analysis of summary phenols in smoking mixture produced with IR-smoke generator was developed. Using the data obtained by this method the optimal pyrolysis temperature for IR-smoke generator was calculated.

Выработка высококачественной копченой продукции, отличающейся не только высокими вкусовыми достоинствами, но и отвечающей требованиям безопасности, напрямую зависит от возможности получения коптильного дыма с заданными параметрами. Температура, влажность и, главное, химический состав коптильного дыма определяют его технологические свойства.

Современные дымогенераторы, и, в частности, ИК-дымогенератор периодического действия, использующий энергию инфракрасного излучения, разработанный на кафедре «Технология пищевых производств» МГТУ (Патент РФ № 2171033), позволяет регулировать температуру процесса получения дымовоздушной смеси путем использования в качестве топлива опилок лиственных пород разной удельной поверхности с заданной влажностью, а также и за счёт добавления воды непосредственно в носители топлива камеры дымогенерации.

Скорость процесса пиролиза зависит от удельной поверхности топлива, его температуры и влажности. Изменение влажности опилок ведёт к изменению температуры пиролиза, от которой, в свою очередь, зависит химический состав образующегося коптильного дыма. Определение зависимости химического состава дымовоздушной смеси, вырабатываемой в ИК-дымогенераторе, от температуры пиролиза топлива представляет собой весьма актуальную задачу.

Из более чем 1000 химических соединений, присутствующих в коптильном дыме, ведущую роль в образовании вкуса, аромата и цвета копченой продукции исследователи приписывают соединениям фенольной природы, которые вступают в реакции с белковыми и липидными структурами. Фенолы тормозят процессы окисления жира, причём антиокислительный эффект выше у многоосновных фенолов. Фенолы обладают ещё и бактерицидным действием. Наряду с карбонильными соединениями они оказывают антипротеолитическое действие путём денатурации тканевых ферментов.

В проведенном нами исследовании определялась массовая концентрация фенолов в дымовоздушной смеси, вырабатываемой ИК-дымогенератором, при разной температуре пиролиза топлива. Для этого были отобраны пробы дыма, полученного для трёх разных режимов работы ИК-дымогенератора - с температурой пиролиза 300 °С, 450 °С, 250 °С. В качестве топлива использовались опилки лиственных пород с удельной поверхностью 18-20 м²/кг и начальной влажностью 35 %, 50 % и 65 % соответственно.. Количество воды, добавленной под фальш-дно носителя топлива, во всех случаях было одинаковым и составляло 4 % от массы топлива.

Отбор проб дымовоздушной смеси производился при помощи aspirатора М-822 на прямолинейном вертикальном участке газохода над выходом из камеры дымогенератора с соблюдением условий изокINETичности. Динамический напор в точке отбора газа в газоходе и температура газа определялись по ГОСТ 17.2.4.06 [1].

Расход газа рассчитывался по формуле

$$Q_o = Q_{ni} \cdot \frac{P_1(273 + t_2)}{P_2(273 + t_1)},$$

где Q_o – действительный расход газа,

Q_{ni} - расход газа по шкале ротаметра,

P_1 - атмосферное давление при поверке, кПа,

P_2 - атмосферное давление при использовании, кПа,

t_1 - температура при поверке, °С,

t_2 - температура при использовании, °С.

Объём отобранной пробы приводился к нормальным условиям (0°С, 101,33 кПа) по формуле:

$$V_H = \frac{V_P \cdot 273,2(P \pm \Delta P)}{(273,2 + t) \cdot 101,3},$$

где V_H – объём газа, отобранный для анализа и приведенный к нормальным условиям,

дм³,

V_P - объём пробы дымовоздушной смеси, замеренный по ротаметру, дм³;

P – атмосферное давление, кПа,

ΔP – давление (разрежение) в газоходе, кПа,

t – температура газа во время отбора пробы, °С.

Пробы дыма отбирали при установлении относительно стабильной температуры пиролиза в верхнем слое топлива (примерно на 15-20 минуте от начала рабочего цикла).

Температура пиролиза определялась по методике Ершова-Шокиной [3] при помощи мультиметра MAS-838, в качестве первичного преобразователя использовали термопару К-типа с пределом измерения от

минус 20 до 1000 °С с точностью ± 1 % в диапазоне до 400 °С и ± 4 % в диапазоне от 400 до 1000 °С.

Ввиду того, что известные методы определения содержания общих фенолов в окружающей среде рассчитаны на анализ иных, менее сложных по сравнению с коптильным дымом матриц, либо позволяют определять только отдельные группы фенольных соединений, была разработана методика определения массовой концентрации общих фенолов в дымовоздушной смеси.

Метод определения содержания фенолов в коптильном дыме основан на улавливании их раствором карбоната натрия, экстракции углеводов и других примесей гексаном и фотометрическом определении фенолов на спектрофотометре СФ-16 по соединению, образуемому в результате их взаимодействия с 4-аминоантипирином и железосинеродистым калием.

Пробу дыма аспирируют в два последовательно соединенных барботёра Рихтера, заполненных 5 мл поглотительного раствора - карбоната натрия 8 %. Затем раствор из барботёров переносят в мерный цилиндр на 10 см³, промывают сосуды поглотительным раствором и присоединяют смывы к основной пробе. Объём пробы доводят до 10 см³ поглотительным раствором. Затем 5 см³ пробы помещают в делительную воронку вместимостью 50 см³, приливают 10 см³ гексана и экстрагируют, переворачивая воронку, в течение 30 сек. После разделения слоёв сливают нижний водный слой, а гексан отбрасывают. Отбирают 4 см³ подготовленной таким образом пробы в пробирку, добавляют 1-2 капли 0,02 % спиртового раствора тимолфталейна и корректируют рН до 9,3, добавляя по каплям 5 %-ный раствор гидроокиси натрия до исчезновения синей окраски. Общий объём пробы доводят до 5 см³ тетраборатом натрия 0,05 М и добавляют по 0,2 см³ растворов 4-аминоантипирина 0,5 % и калия железосинеродистого 1 %, энергично встряхивая после добавления каждого реактива.

Оптическую плотность измеряют через 30 минут относительно воды при длине волны 508 нм в кювете с расстоянием между рабочими гранями 10 мм на спектрофотометре СФ-16.

Одновременно готовят три нулевые пробы. В качестве нулевой используют пробу коптильного дыма, освобожденную от фенолов экстракцией их бутилацетатом. Она обрабатывается так же, как и все пробы дыма, но после экстракции гексаном углеводов водный слой сливают во вторую делительную воронку вместимостью 50 см³ и подкисляют соляной кислотой 4 % до рН < 6, Затем в делительную воронку добавляют 10 см³ бутилацетата и в течение 30 секунд экстрагируют фенолы. Нижний водный слой сливают, берут из него 4 см³ и переносят в пробирку. Далее нулевую пробу обрабатывают по методике подготовки проб дыма, изложенной выше.

Массовую концентрацию фенолов в пробе (по гваяколу) определяют по разности оптической плотности растворов пробы и средней оптической плотности нулевых проб.

Градуировочную характеристику устанавливают по трём сериям растворов, каждая из которых состоит из девяти растворов для градуировки. Их готовят непосредственно перед работой только из свежеприготовленного раствора гваякола (40 мг/дм^3) путём его разведения раствором тетрабората натрия.

Таблица 1.

Зависимость содержания общих фенолов в дымовоздушной смеси, вырабатываемой ИК-дымогенератором, от температуры пиролиза

Температура пиролиза, °С	Влажность опилок, %	Объём пробы дыма при нормальных условиях, дм^3	Содержание фенолов в пробе, мкг	Массовая концентрация общих фенолов, мг/м^3	Содержание фенолов относительно max, %
250	65	14,76	158,0	$7,37 \pm 25 \%$	44,5
300	35	11,50	190,0	$10,72 \pm 25 \%$	65,2
450	50	14,50	105,5	$16,40 \pm 25 \%$	100

Результаты исследования массовой концентрации общих фенолов в дымовоздушной смеси показали наличие прямой связи между содержанием фенолов в дыме и температурой пиролиза топлива. Увеличение температуры пиролиза всего на $50 \text{ }^\circ\text{C}$ - с 250 до $300 \text{ }^\circ\text{C}$ - обеспечило рост концентрации фенолов в дыме в 1,5 раза.

В то же время, увеличение температуры пиролиза на $150 \text{ }^\circ\text{C}$ - с 300 до $450 \text{ }^\circ\text{C}$ - дало увеличение содержания фенолов в дымовоздушной смеси также в 1,5 раза. При этом возросла вероятность образования полиароматических углеводородов, являющихся сильными канцерогенами ($\text{ПДК}_{\text{воздух}} 0,001 \text{ мг/м}^3$). Доказано многими исследователями, что ПАУ начинают образовываться в большом количестве при температурах от 400 до $500 \text{ }^\circ\text{C}$.

В то же время при низких температурах пиролиза от 200 до $250 \text{ }^\circ\text{C}$ образующаяся дымовоздушная смесь обладает более слабыми технологическими характеристиками. Копченая продукция получается с менее выраженным ароматом и недостаточно окрашена.

Однако, надо учитывать то обстоятельство, что фенолы тоже являются чужеродными веществами для человеческого организма, и высокое содержание их в готовой продукции нежелательно. Фенол, например, относится ко 2 классу опасности ($\text{ПДК}_{\text{воздух}} 0,003 \text{ мг/м}^3$).

При температуре пиролиза 300 °С вероятность присутствия в коптильном дыме значительных количеств ПАУ мала, в то же время, концентрация фенольных соединений в дыме значительна и составляет в нашем эксперименте 65,2 % от максимального, зафиксированного при температуре пиролиза 450 °С.

Анализ полученных данных позволяет сделать следующий вывод:

1. Температура пиролиза менее 450 °С, но не ниже 300 °С является оптимальной для получения качественного коптильного дыма в ИК-дымогенераторе .

2. Между содержанием фенолов в дымовоздушной смеси и температурой пиролиза топлива существует определенная зависимость, установление которой требует дополнительных исследований.

Список литературы

1. ГОСТ 17.2.4.06 – 90 Охрана природы. Атмосфера. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения.

2. ГОСТ 17.2.4.07 -90 Охрана природы. Атмосфера. Методы определения давления и температуры газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения

3. Шокина Ю.В. Разработка способа получения коптильного дыма с использованием энергии инфракрасного излучения: дисс. канд. техн. наук: 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств./МГТУ; Ю.В.Шокина. – Мурманск,1999. – 132с.

Обоснование сроков годности малосоленой рыбы с ароматом копчения

Шокина Ю.В., Гроховский В.А., Беспалова В.В., Кирилюк О.А., Белокопытова Е.Е. (МГТУ, кафедра ТПП, кафедра микробиологии)

Принимая во внимание повышающийся интерес со стороны рыбоперерабатывающих предприятий к новым видам рыбной продукции в вакуум-упаковке, таким как слабосоленая продукция, изготовленная с использованием коптильных препаратов и обладающая приятным ароматом копчения, в 2002 году на кафедре «Технологии пищевых производств» МГТУ была разработана технология изготовления малосоленой деликатесной рыбы с ароматом копчения. В технологии использовался препарат «Сквама», представляющий собой водный конденсат коптильного дыма, вырабатываемого ИК-дымогенератором на основе низкотемпературного пиролиза древесного топлива. Применение коптильного препарата «Сквама», в сочетании со слабым посолом, и последующим холодильным хранением готовой продукции, позволяет более надежно, по сравнению с традиционным слабым посолом, защищать продукцию от бактериальной и окислительной порчи.

За основу при установлении сроков годности продукции нами были взяты Методические указания 4.2.1847 «Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов». Однако помимо этого, с целью дальнейшей оптимизации сроков годности, на основе современных методов математического моделирования после выявления в ходе исследований основных влияющих на качество продукции факторов, нами была разработана методика объективной оценки качества продукции, а именно – модифицированная методика Семенова Б.Н.- Притыкиной Н.А. В качестве объективного показателя качества и безопасности продукции, имеющего удобное для математической обработки численное значение, нами был взят интегральный показатель качества.

При разработке методики расчета интегрального показателя качества малосоленой с ароматом копчения рыбы была проанализирована методика Г. Б. Чижова по определению численной характеристики качества рыбного сырья и Б. Н. Семенова и Н. А. Притыкиной по определению интегрального показателя качества рыбного сырья.

Оценивать качество рыбного сырья Г. Б. Чижов предложил по показателю $Q\tau$, представляющему собой безразмерную численную характеристику качества продукта к концу периода хранения τ , вычисляемую по выражению:

$$Q_{\tau} = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \cdot \sum_{i=1}^n a_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{a_i}{q_{i\tau}} \right)}, \quad (1)$$

где n - число биохимических показателей по которым производится оценка качества продукта;

a_i - принимается в диапазоне от 0,0 до 1,0 - относительная значимость i -го признака, характеризуемого качества;

$q_{i\tau}$ - безразмерное числовое выражение i - признака после периода хранения τ продукта.

Очевидной слабостью данной методики оценки качества является субъективный характер относительной значимости того или иного признака качества продукта. Кроме того, круг оцениваемых показателей качества продукции ограничивается биохимическими, при этом незаслуженно игнорируются показатели микробиологические и органолептические.

Методика Б. Н. Семенова и Н. А. Прыткиной позволяет отчасти устранить недостатки методики Г. Б. Чижова.

Так авторами предлагается, разработанная на основе подхода к проблеме Чижова Г. Б. усовершенствованная методика оценки качества рыбной продукции, позволяющая более достоверно и объективно производить оценку по комплексу показателей, характеризующих изменения, протекающие в тканях исследуемых объектов.

По Семенову Б. Н. и Прыткиной Н. А. предлагается рассчитать интегральный показатель качества R_{τ} рыбного сырья, представляющий собой среднегармоническую величину безразмерных признаков $q_{i\tau}$

$$R_{\tau} = n \cdot \left(\sum_{i=1}^n q_{i\tau} \right)^{-1}. \quad (2)$$

Численное значение безразмерного признака $q_{i\tau}$ определяется зависимостью

$$q_{i\tau} = (N_{i0}/N_{i\tau})^{\beta}, \quad (3)$$

где N_{i0} - величина измеренного признак в момент времени хранения $\tau = 0$;

$N_{i\tau}$ - величина признака в данный момент времени τ .

Величина показателя β принимается в зависимости от направленности изменения объективного признака N_i и его влияния на качество может принимать всего два значения: плюс 1 или минус 1. Если при хранении продукции значение признака N_i уменьшается, то коэффициент β принимают равным плюс 1, если же в процессе хранения величина N_i возрастает, то β принимают минус 1.

Достоинством методики Семенова Б.Н. и Прыткиной Н.А. является исключение субъективизации оценки качества продукции, что позволяет специалисту сделать однозначное заключение об уровне ее качества.

Однако, методика Семенова Б. Н. и Прыткиной Н. А. как и методика Чижова учитывает только биохимические показатели без учета органолептических и микробиологических признаков, что само по себе является достаточно субъективным.

Избежать этого можно двумя способами:

1) включив в оценку качества органолептические и микробиологические показатели

2) установив корреляционные зависимости между биохимическими показателями, учитываемыми в оценке качества продукции, органолептическими свойствами и микробиологическими показателями в диапазоне приемлемости продукции к реализации на пищевые цели.

Таким образом, для малосоленой рыбы с ароматом копчения нами предлагается рассчитывать интегральный показатель качества по усовершенствованной методике Семенова Б. Н. и Прыткиной Н. А. - с учетом органолептических и микробиологических показателей. Интегральный показатель качества для продукции с малыми сроками хранения, к которой, безусловно, можем отнести малосоленую рыбу с ароматом копчения, продукции, в формировании качества которой ключевая роль принадлежит протекающим в ее тканях биохимическим процессам, а безопасность определяется, в основном, микробиологическими показателями, является по нашему мнению более объективным.

В таблице 1 приведен перечень учитываемых при оценке качества признаков и характеристика направленности их изменения при хранении.

Таблица 1.

Показатели качества, учитываемые при оценке качества малосоленой рыбы с ароматом копчения и направленность их изменения при хранении

Направленность изменения	Биохимические показатели	Микробиологические показатели	Органолептические показатели	Величина β
Группа признаков, значение которых растет при снижении качества продукции	Аминный и небелковый азот, азот летучих оснований, альде-гидное, перок-сидное и кис-лотное числа	МАФАНМ	-	-1
Группа признаков, значение которых	pH, ВУС	-	Суммарный балл органолептической	+1

уменьшается при снижении качества продукции			оценки качества продукции с учетом присвоенных коэффициентов значимости	
---	--	--	---	--

Были изготовлены опытные партии скумбрии атлантической малосоленой с ароматом копчения по Проекту Технологической инструкции, являющейся неотъемлемой частью ТУ «Рыба малосоленая с ароматом копчения. Технические условия». В качестве сырья использовали скумбрию атлантическую неразделанную мороженую по ГОСТ 20057.

После дефростации в проточной воде (СанПиН 2.1.4.1074) температурой не выше 18°C рыбу солили тузлучным способом в тузлуке плотностью 1,20 г/см³, температура тузлука не превышала 10 °С. Соотношение рыба: тузлук составляло 1:2. В тузлук перед посолом добавляли коптильный препарат «Сквама» по ТУ 2455-001-00471633. Массовая доля коптильного препарата в тузлуке составляла 10 %. Посол прерывали по достижении полуфабрикатом солёности от 4,5 до 6,0 %. После рыбу ополаскивали водой и разделяли на филе с кожей. После разделки филе промывали тузлуком плотностью 1,04 г/см³ и направляли на упаковку под вакуумом. Хранили филе в разных температурных условиях:

1. при температуре от 15 до 18 °С;
2. при температуре от минус 4 до минус 8 °С;
3. при температуре от минус 10 до минус 12 °С.

В динамике хранения определяли следующие показатели:

1. органолептические – по разработанной шкале органолептической оценки в баллах, посредством дегустаций, оценивали внешний вид, вкус, аромат, консистенцию, общую приемлемость продукции;

2. биохимические - аминный азот, азот летучих оснований, в экстрагированном из мышечной ткани жире – кислотное число, альдегидное число, перекисное число;

3. микробиологические – МАФАНМ.

Определение показателей проводили на 0 (фон), 10-е, 20-е и 26-е сутки хранения исходя из предполагаемого срока хранения 20 суток. График исследований разрабатывался на основании действующих в настоящее время нормативных документов – МУК 4.2.1847-04 «Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов».

Химический состав сырья и его исходные микробиологические показатели (в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078) определенные стандартными методами (приведены в таблицах 2 и 3 соответственно).

Таблица 2.

Химический состав скумбрии атлантической

Наименование показателя	Значение
1	2
Вода, г	55,06
Белки, г	18
Жиры, г	26,14
Зола, г	1,3
ОА	-
НБА	0,053

Продолжение таблицы 2

1	2
АА	0,021
АЛО	0,024
КЧ	8,29
ПЧ	2,56
АЧ	-

Таблица 3.

Микробиологические показатели мороженой скумбрии

КМАФАнМ	Масса продукта, г, в которой не допускается		
	БГКП	S. Aureus	Патогенные, в том числе сальмонелла
$5 \cdot 10^4$	0,01	0,01	25

Для установления надежности взаимосвязи исследуемых показателей и влияющих на их значение факторов (температура, продолжительность хранения), а также с целью установления характера зависимости между показателем и влияющим фактором (линейный или нелинейный) нами были рассчитаны коэффициенты корреляции по наиболее применимому статистическому методу – наименьших квадратов.

Анализ представленных данных показывает, что с ростом температуры и продолжительности хранения растет активность микроорганизмов, о чем свидетельствует плавный линейный рост значений показателя МАФАнМ. Ферментативная активность при температуре хранения продукции от 15 до 18 °С максимальна (показатели АА, АЛО, КЧ), затем уменьшается при температуре хранения от минус 10 до минус 12 °С и минимальна при температуре хранения от минус 4 до

минус 8 °С. Возможно подобный характер процесса объясняется особенностями температурного оптимума протеолитических и липолитических тканевых ферментов скумбрии. В пользу достоверности полученных результатов говорит устойчивый характер выявленной зависимости (каждый опыт проводился в двух-трех повторностях, характер зависимости от температуры сохраняется по всем показателям ферментной активности), однако опыты будут повторены для полной убедительности результатов. Окислительная порча нарастает с увеличением температуры хранения, о чем свидетельствуют значения показателей ПЧ, АЧ, определенных в экстрагированном из мышечной ткани рыбы жире. Органолептическая оценка продукции ухудшалась с ростом температуры и продолжительности хранения.

Таким образом, нами была выявлена направленность биохимических и микробиологических процессов, протекающих в тканях продукции в процессе хранения при разных температурах и на разных сроках, что позволило нам разработать шкалу объективных признаков качества нового вида рыбной продукции и гигиенически обосновать сроки ее годности и условия ее хранения.

***СЕКЦИЯ:
«ЭНЕРГЕТИКА И ТРАНСПОРТ»***

Современное состояние ЭЭС Монголии

Баясгалан Загдхорол (г. Москва, МЭИ (ТУ), кафедра ЭЭС,
e-mail: zagdaal@yahoo.com)

Power complex (PC) in Mongolia is one of the largest dynamically developing branches of a national economy. Now, as well as in other branches of economy of Mongolia, in PC there is an intensive reform of organizational - economic structure, creation of new forms of economic attitudes, formation of new economic mechanisms of his development and functioning. This reform has found corresponding reflection in subsystem - power system.

Энергетический комплекс (ЭК) в Монголии является одной из крупнейших динамично развивающихся отраслей экономики страны.

В настоящее время, как и в других отраслях экономики Монголии, в ЭК идет интенсивная реформа организационно-экономической структуры, создание новых форм экономических отношений, формирование новых экономических механизмов его развития и функционирования. Эта реформа нашла соответствующее отражение в подсистемах ЭК – электроэнергетической системе (ЭЭС) и системе углеснабжения.

С 1990 г. по 1995 г. общая потребность энергоресурсов в стране упала на 27,4%, составляет 3884,4 тыс. т.у.т. и вернулась на уровень 1985 г. Аналогичную ситуацию можно увидеть в потреблении электро- и теплоэнергии, угля и других видов энергетических ресурсов. Например, добыча угля с 1988 г. по 1994 г. упала на 41,8%, а импорт нефтепродуктов с 1990 г. по 1995 г. сократился на 53,6%, в том числе, дизельного топлива на 45,1%, бензина на 66,7% и мазута на 21,0%. Спад в экономике страны и увеличение дефицита энергетических ресурсов привели к энергетическому кризису потребителей в стране. Потребители децентрализованных районов (в аймаках и в соманах) более сильно подверглись энергетическому кризису, чем потребители районов с централизованным энергоснабжением. Потребление в электро- и теплоэнергии децентрализованных районов за этот период упало в 3,6 раза по сравнению 1990 г. Поэтому необходима высокая эффективность использования электроэнергии и более широкое вовлечение в энергетический баланс Монголии гидроэнергетических ресурсов (1, 2).

В результате реализации следующих мероприятий преодолен энергетический кризис в нашей стране:

- благоприятные условия развития национальной экономики и привлечение иностранных инвестиций, льготных займов и финансовой помощи;
- реструктуризация ЭК;
- либеральная система ценообразования и тарифное регулирование.

В настоящее время в Монголии существует Центральная электроэнергетическая система (ЦЭЭС), включающая Улан-Баторский, Дархан-Селенгийский, Эрдэнэт-Булганский и Баганур-Чойрский энергоузлы.

С 1995 года формируются ЭЭС Западного района (ЗЭЭС) и ЭЭС Восточного района (ВЭЭС). В территориальном разрезе ЦЭЭС охватывает 11 аймаков, территория которых занимает 864,0 тыс. км² или 55,1% от всей территории Монголии. По сравнению с ЦЭЭС остальные ЭЭС считаются маломощными. ЭЭС Западного района работает за счет импорта электроэнергии из России, хотя и предполагается строительство ТЭЦ или ГЭС в том же районе. ЭЭС Восточного района основывается на ТЭЦ г. Чойбалсана.

Формирование ЦЭЭС началось с 1967 года и в её нынешний состав входят 5 ТЭЦ, суммарная установленная мощность которых составляет 790 МВт, а располагаемая мощность - 705 МВт. В ЦЭЭС мощность самого крупного агрегата в настоящее время составляет 100 МВт, давление 130 ата, мощность самого маломощного - 12 МВт, давление 35 ата. Установленная мощность ЦЭЭС уменьшилась на 14-18% из-за старения электрооборудования на ТЭЦ. В конце 1979 г. ЦЭЭС соединилась с энергосистемой Бурятии (ОЭС Сибири) посредством ЛЭП 220 кВ. Объединение двух энергосистем позволило сократить резервную мощность (в ЦЭЭС Монголии это сокращение достигало 6-8 % от максимальной нагрузки) и улучшить режим работы ТЭЦ, тем самым увеличив число часов использования установленной мощности электростанций в ЦЭЭС на 5-10 %.

В настоящее время в Монголии отсутствуют маневренные агрегаты для покрытия переменной части суточного графика нагрузки ЭЭС такие, как ГЭС или ГАЭС. Напряжение межсистемных ЛЭП 220 кВ. В последние годы интенсивно развивалась централизация производства электрической и тепловой энергии. В 2000 г. в ЦЭЭС было выработано 2900 млн. кВт·ч электроэнергии, что составило более 85% от общего производства электроэнергии в стране (3).

Начиная с 1990 года, Монголия переживала период глубокого экономического потрясения, что вызвало кризис в электроэнергетике. В результате исследования энергетической безопасности ЦЭЭС этот период оценивается как «период перед кризисом» и получил 1 балл по шестибальной шкале (4). Из-за концентрации 90% мощности на ТЭЦ в г. Улан-Баторе потери в распределительных сетях превысили 20%, однородная структура генерирующих мощностей ЭЭС повлияла на повышение потребления электроэнергии на собственные нужды ТЭЦ (18-23%) (5).

До настоящего времени в ЦЭЭС пиковая и полупиковая зоны графика нагрузки покрывались за счет конденсационной мощности ТЭЦ и импортируемой мощности из России. Это объясняется отсутствием маневренных установок на электростанциях, предназначенных для покрытия переменной части графика нагрузки. Покрытие переменной части графика нагрузки оказывается возможным, поскольку ТЭЦ в ЦЭЭС не имеют блоков, турбоагрегаты сравнительно маломощны и имеют поперечные связи.

Из табл. 1 видно, что улучшилась деятельность ЭЭС и уменьшился импорт электроэнергии почти в 2 раза.

Таблица 1.

Показатели ЦЭЭС Монголии

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Рост
Установленная мощность (МВт)	777.5	777.5	777.5	796	796	802	1.03
Максимальная мощность производства (МВт)	499	499	523	565	565	573	1.15
Верхний лимит производства (ГВт·ч)	3.814	3.814	4.087	4.305	4.305	4.317	1.13
Суммарное производство (ГВт·ч)	2.628	2.514	2.720	2.5572	2.740	2.898	1.10
Собственные нужды электростанций (ГВт·ч)	598	579	608	569	587	616.3	1.03
Чистое производство (ГВт·ч)	2.030	2.035	2.112	2.002	2.153	2.263	1.11
Импорт (ГВт·ч)	381	383	376	355	194	183.8	0.48
Экспорт (ГВт·ч)	28	69	42	60	59	24.9	0.89
Чистая поставка (ГВт·ч)	2.507	2.515	2.589	2.298	2.288	2.461	0.98
Сравнение с пред.годом (%)	+15.6	+0.3	+2.8	-11.2	-0.4	+7.6	
Потери (ГВт·ч)	502	482	507	784	589	571.5	1.14
Чистая продажа (ГВт·ч)	1.909	1.936	1.939	1.513	1.699	1.744	0.91
Максимальная нагрузка (МВт)	477	488	506	513	499	526	1.10

Таблица 2

Себестоимость и тарифы за услуги по распределению и передаче электроэнергии (2002 г.)

№	Энергообъекты	Тугр/кВт·ч
1	ТЭЦ-2	32,21
2	ТЭЦ-3	42,94
3	ТЭЦ-4	23,05
4	Дархан ТЭЦ	36,43
5	Эрдэнэт ТЭЦ	42,12
6	Центральная сеть	1,62
7	Улаанбаатар сеть	5,7
8	Дархан-Селенге сеть	3,85
9	Эрдэнэт сеть	2,06
10	Багануур сеть	7,16
11	Национальный центр Диспетчерского Управления	0,005666

Таблица 3.

Тарифы на электроэнергию при продаже потребителям

	Потребители	Старые тарифы	Установленные 28 июня 2002 г.	Новые тарифы
1	Бытовые	45	49	47
2	Промышленность, предприятия	45	49	47
3	ГОК Эрдэнэт	40.5	44	45

Таблица 4.

Тарифы на электроэнергию для потребителей в аймаках

	Бытовые			Производство, предприятия		
	Старые тарифы	Установленные 28 июня 2002 г.	Новые тарифы	Старые тарифы	Установленные 28 июня 2002 г.	Новые тарифы
Ховд	45	90	60	90	90	90
Увс	45	90	60	90	90	90
Баян-Улгий	45	90	60	90	90	90
Дорнод	45	65	60	65	65	65
Южно-Говь	50	120	60	90	120	90
Сухбаатар	50	92	60	92	92	92

Вышесказанные причины перевели к резкому возрастанию стоимости электроэнергии (ЭЭ). В настоящее время себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии составляет 0,034 USD, а средняя цена на электроэнергию 0,04 USD/кВт·ч и наблюдается её дальнейшее повышение (см. табл. 2, 3, 4). ГОК Эрдэнэт (крупный потребитель) получает электроэнергию по льготным тарифам.

Государство продолжает реструктуризацию и подготовительные работы. Началась приватизация ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3. Себестоимость ЭЭ на ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 выше, чем на ТЭЦ-4 в 1.5 раза. ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 до сих пор нуждаются в реконструкции, хотя их модернизация и капитальные ремонты были проведены за счет разных проектов иностранных государств и финансовой помощи в течение последних 10 лет. Чтобы эти ТЭЦ работали без убытка, распределение нагрузки делается таким образом, чтобы они полностью загружались. Убытки покрываются за счет повышения продажной цены ЭЭ. Главной государственной целью является снижение тарифов на ЭЭ, цена на ЭЭ во многом влияет на развитие остальных экономических отраслей и уровень жизни народа. Поэтому повышению их конкурентоспособности поможет приватизация. Одна из острых проблем ЦЭЭС - это технический возраст всех ТЭЦ. Важно подчеркнуть, что все эти особенности и факторы связаны с необходимостью быстрее изыскания эффективных путей покрытия переменной части графика нагрузки

ЭЭС и, самое главное, оптимального управление режимами в новых условиях.

Выводы

1. В начале 90-х энергетический комплекс Монголии пережил трудные времена. Из-за экономического кризиса производство основных энергоносителей упало. Этот спад сопровождался уменьшением производства энергии. Благодаря большим усилиям с стороны государства, этот кризис частично преодолен.

2. Старение энергетического оборудования, отсутствие достаточных средств для модернизации ЭК и рыночные отношения в мировой энергетике заставляют энергетиков Монголии искать эффективные методы для выхода из этой тяжелой ситуации.

Список литературы

1. Содномдорж Д. Современное состояние, требования и направления развития ЭЭС Монголии // Сб. науч.-тех. конф. Энергетика - Рынок. –УБ. 2000. С. 3-8.

2. Содномдорж Д., Нуурэй Б. Проблемы производство и потребление энергии в Монголии // Сб. науч.-тех. конф. Энергосис: упр. кач. безопас. – Екатеринбург. 2001. С. 85-87.

3. Нуурэй Б., Хуягдорж М., Загдхорол Б. Теоретические и методические исследование оптимизаций потребление топливо-энергетических ресурсов Монголии // Отчет научно-исследовательской работы. -УБ. 2000.

4. Содномдорж Д., Нуурэй Б., Энхтайван Т. и др. Энергетическая безопасность Монголии // Сб. науч.-тех. конф. Энергетика – Рынок. -УБ. 2000. С. 46-61.

5. Нуурэй Б., Загдхорол Б. Математико-статистические исследования собственных нужд электростанций и потери электрической энергии в ЛЭП Монголии. // МТУ, ЭИ. Тез. док. научн.-техн. конф. –УБ.: 2000.С. 45-48.

Проект регионального центра сертификации транспортных средств

Ветлужских С.Ю. (МГТУ, кафедра энергетики и транспорта),
Малышев В.С. (МГТУ, кафедра энергетики и транспорта)

Annotation

The matter of creating the regional centers of vehinsel certification is considered in the papaer. The review of existing world's standards on the limitation of harmful emission of disharge gases is make, the original direction of the assigytd problem solution and basic data for its realization are produced.

Вопрос экологической безопасности, вызванный высокими темпами развития транспортной промышленности за последнее столетие, с каждым годом становится актуальнее. Известно, что основным источником выбросов загрязняющих веществ является автомобильный транспорт (87-88 % общего объема от всех транспортных средств).

В настоящее время ведутся разработки различных методов повышения экологической безопасности: повышения качества горюче-смазочных материалов, уровня сервиса подвижного состава, применение новых видов топлив и др. Наиболее актуальным методом является законодательное ограничение выбросов загрязняющих веществ. Данное решение позволяет контролировать не только новые, но и находящиеся в эксплуатации автотранспортные средства.

Первым в стремлении законодательно ограничить эмиссию вредных веществ стал американский штат Калифорния. В дальнейшем эта тенденция распространилась на все государство, а вслед за США на страны Европейского Союза и Япония разработали собственные стандарты и методы испытаний для сертификации отработавших газов автомобилей. За время существования стандартов ведется периодическое ужесточение требований по выбросам эмиссий загрязняющих веществ.

После утверждения Правительством РФ технического регламента «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории РФ, вредных (загрязняющих) веществ» с 2006 г. на территории РФ вступили в силу экологические стандарты "Евро-2". В соответствии с регламентом, стандарт "Евро-3" должен вступить в силу с 1 января 2008 года, "Евро-4" - с 1 января 2010 года, "Евро-5" - с 1 января 2014 года.

Стремление принятия новых стандартов на территории нашей страны подразумевает необходимость в одновременной разработки и создания центров сертификации, позволяющих проводить как испытания, так и контроль транспортных средств на соответствие экологических норм.

В настоящее время сотрудниками кафедры «Энергетики и транспорта» МГТУ предложен инновационный проект «Повышение качества подготовки

специалистов транспортного комплекса путем создания регионального центра сертификации транспортных средств и безопасности дорожного движения».

Целью проекта является создание регионального центра сертификации транспортных средств и безопасности дорожного движения, на базе которого будет организована подготовка и переподготовка специалистов автотранспортного комплекса региона и проведение сертификационных испытаний автомобилей и автомобильных двигателей.

На первом этапе разработки проекта планируется создание двух специализированных научно-производственных лабораторий «Сертификация АТС категорий М1 и N1» и «Сертификация автомобильных двигателей АТС категорий М2, М3, N2 и N3».

Необходимость создания двух лабораторий обусловлено тем, что в государствах с предписаниями в отношении отработавших газов автомобилей существует разделение транспортных средств на различные классы, к которым предъявляют различные требования к испытаниям:

- легковые автомобили и легкие грузовые автомобили, с допустимой полной массой до 3,5 т – испытания проводятся на испытательном стенде с беговыми барабанами;
- тяжелые грузовые автомобили и автобусы, с допустимой полной массой более 3,5 т – испытания проводятся на моторном испытательном стенде.

Испытания легковых автомобилей и легких грузовых автомобилей, с допустимой полной массой до 3,5 т, проводятся по модифицированному новому европейскому испытательному циклу. В программу теста включены следующие режимы работы транспортного средства:

- холодный пуск;
- городской цикл;
- загородный цикл.

Во время испытания отработавшие газы собираются в мешки по методу CVS. Массовые доли вредных веществ, определенные анализом содержимого мешка, относят к пройденному пути в г/км.

Испытания тяжелых грузовых автомобилей и автобусов, с допустимой полной массой более 3,5 т, проводятся по 13-ти ступенчатому тесту. Данный метод испытаний предписывает последовательность из 13-ти стационарных рабочих режимов. Измеренные газообразные выбросы вредных веществ и твердых частиц в отдельной рабочей точке так же, как и мощность двигателя, учитываются после их умножения на коэффициенты влияния. Результат испытания выводится в г/кВт·ч из суммы этих проб, деленных на сумму мощностей.

В настоящий момент ведется работа по созданию лаборатории для сертификации тяжелых грузовых автомобилей. Проведенные исследования показали, что большую часть эксплуатируемых транспортных средств в регионе имеют следующие показатели двигателей:

- фирмы изготовители двигателей – ЯМЗ, КамАЗ, Raba-MAN, Caterpillar;
- диапазон мощностей – 130-300 кВт;
- диапазон рабочих частот вращения коленчатого вала – 500-3500 мин⁻¹.

Первоочередной задачей является разработка такого моторного стенда, который соответствовал бы заданным требованиям, а именно:

1. универсальность;
2. способность работать в заданных диапазонах установленных параметров;
3. обеспечивать снятия нагрузочных и скоростных характеристик двигателя;
4. обеспечивать измерения следующих параметров двигателей:
 - крутящего момента двигателя M_k , Н·м;
 - частоты вращения коленчатого вала n , мин⁻¹;
 - массового расхода топлива G_F , кг/ч;
 - массового расхода воздуха G_A , кг/ч;
 - температуры воздуха:
 - на входе в компрессор t_a , °С;
 - на выходе из компрессора t_k , °С;
 - во впускном коллекторе, или после ТОНВ t_{AC} , °С;
 - температуры выпускных газов перед турбиной t_T , °С;
 - температуры отработавших газов t_e , °С;
 - давления воздуха:
 - после компрессора Δp_K , кг/см³;
 - во впускном коллекторе, или после ТОНВ Δp_{AC} , кг/см³;
 - давления отработавших газов перед турбиной Δp_T , кг/см³;
 - давления смазывающего масла p_{oil} , кг/см³;
 - давления топлива в контуре низкого давления p_F , кг/см³.

Список литературы

1. Автомобильный справочник: Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 992 с.: ил.
2. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы: Учеб. для вузов. Изд. 2-е / Л.С. Васильева – М.: Наука-Пресс, 2004. -421 с.
3. Гаврилов К.Л. Профессиональный ремонт ДВС автотранспортных средств, дорожно-строительных и сельскохозяйственных машин иностранного и отечественного производства Учебное пособие. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2006. – 304 с.: ил. – (Профессиональное образование).
4. Системы управления дизельными двигателями. Перевод с немецкого. Первое русское издание. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 480 с.: ил.

Небалансы электроэнергии на объектах и причины их возникновения

Живодеров А.А. (МГТУ, кафедра ЭОС)

This article is devoted to causes of imbalance initiation and made a brief mention of aspects correct determination of allowable imbalance. The ways to solve part of this complex problem are offered in this article. Namely, it describes imbalance calculation in absolute units for concrete establishments and, of course, touch problems how to decrease losses and to increase efficiency of the real power networks performance.

Основной задачей расчета и анализа потерь является определение их структуры, выявление конкретных очагов потерь и оценка возможностей их снижения до экономически оправданных значений. Одним из методов такой диагностики потерь является анализ небалансов электроэнергии на объектах: подстанции, ПЭС, РЭС.

Свойство баланса – это физическое свойство любых процессов в природе. Количество электроэнергии поступившей на объект, всегда равно сумме электроэнергии, ушедшей с объекта и израсходованной внутри него. Небалансы являются следствием неточной фиксации приборами составляющих баланса, а также наличием расхода, который вообще не фиксируется приборами: технических потерь на объекте, значение которых определяют расчетным путем, и коммерческих потерь, которые объясняются не характеристиками объекта, а воздействием внешних сил.

Когда говорят о допустимых небалансах, имеют в виду возможные погрешности измерительных комплексов и оценивают, насколько фактический небаланс можно объяснить этими причинами. При этом возникает вопрос о критерии допустимости. Известно, что в настоящее время приборы учета работают в ненормальных условиях, что приводит к увеличенным погрешностям, причем, как правило, возникает систематическая погрешность в сторону недоучета электроэнергии. Небаланс в пределах этих погрешностей допустим в том смысле, что он может быть объяснен характеристиками приборов и нет оснований говорить о наличии коммерческих потерь, но он недопустим в смысле, что с такими приборами работать недопустимо. Слово «допустимый» при этом получает неоднозначную трактовку. Поэтому целесообразно использовать два термина, объединяемых общим названием «допустимые небалансы»: технически объяснимый небаланс и нормативный небаланс. Первый определяется возможными погрешностями приборов в реальных условиях их работы, второй – при приведении их параметров в норму (в основном путем их замены).

Важным аспектом правильного определения допустимых небалансов является учет технических потерь на объекте. Они определяются расчетным

путем с присущими любому расчетному методу погрешностями. При определении допустимых небалансов эту часть расхода необходимо учитывать как показание виртуального счетчика с классом точности, соответствующим погрешности метода расчета потерь. При этом по аналогии с различной трактовкой допустимости погрешностей приборов при расчете технически объяснимого небаланса следует учитывать погрешность используемого метода расчета технических потерь, а при расчете нормативного небаланса – погрешность метода, установленного для данного объекта в качестве нормативного (документа, устанавливающего нормативные методы расчета технических потерь для каждого типа объекта, пока нет).

Допустимые коммерческие потери включаются в нормативный небаланс, но не являются частью технически объяснимого небаланса, так как коммерческие потери к технике отношения не имеют. Вместе с тем при оценке допустимого небаланса на реальном объекте технически объяснимый небаланс может суммироваться с согласованными допустимыми коммерческими потерями. Это уже третий вид допустимого небаланса, который является допустимым в смысле, что контролирующий орган считает такой небаланс допустимым.

Как было отмечено выше, эксплуатируемые в настоящий момент измерительные комплексы работают в ненормативных условиях, в связи с чем реальные погрешности существенно выше погрешностей, соответствующих классам точности. Термин «допустимый» в этих условиях неоднозначен: в существующих условиях допустимо (технически объяснимо) повышенное значение небаланса, а после приведения системы учета электроэнергии к норме – более низкое. Поэтому, в качестве допустимых небалансов целесообразно использовать два понятия: технически объяснимый небаланс электроэнергии (ТНЭ), соответствующий реальным условиям работы приборов учета, и нормативный небаланс электроэнергии (ННЭ), соответствующий «идеальным» параметрам и режимам работы измерительных устройств (4).

Систематическую составляющую ТНЭ (ННЭ) в абсолютных единицах определяют по формуле (2):

$$\Delta W_{Н.Э} = \sum_{i=1}^m \frac{\Delta_i}{100} W_i - \sum_{j=1}^n \frac{\Delta_j}{100} W_j + \Delta W_{Д.КОМ} , \quad [1]$$

где Δ_i и Δ_j - систематические погрешности, %, измерительных комплексов (инструментальные погрешности), фиксирующих соответственно отпуск W_i и поступление W_j энергии, взятые с обратным знаком (допустимая отрицательная инструментальная погрешность соответствует положительному допустимому балансу);

m – число точек учета отпуска энергии;

n – то же, поступления энергии;

$\Delta W_{Д.КОМ}$ - временно допустимые коммерческие потери.

При расчете ТНЭ для всех объектов, а также при расчете ННЭ для объектов, не производящих отпуск электроэнергии из сетей 0,4 кВ, коммерческие потери не могут иметь допустимого значения. Известно, что хищения электроэнергии имеют место и у абонентов - юридических лиц. Однако считать какую-то часть их допустимыми трудно.

Выражение [1] без последнего слагаемого представляет собой систематическую составляющую инструментальной погрешности системы учета электроэнергии на объекте (среднее значение недоучета).

Систематическую погрешность метода расчета технических потерь обычно учитывают в виде поправочных коэффициентов непосредственно в формулах расчета потерь (1):

$$\begin{aligned}\Delta W_H &= k_k \cdot \Delta P_{\max} \cdot T \cdot \tau; \\ \Delta W_H &= k_k \cdot \Delta P_{cp} \cdot T \cdot k_\phi^2; \\ \Delta W_H &= k_k \cdot \Delta W_{cp} \cdot D \cdot k_{\phi.c.},\end{aligned}\tag{2}$$

где k_k - коэффициент коррекции, о.е.;

τ - число часов наибольших потерь;

k_ϕ - коэффициент формы графика нагрузки;

$k_{\phi.c.}$ - коэффициент формы графика суточных потреблений энергии;

D - количество рабочих и нерабочих дней в месяце;

ΔP_{cp} - средняя мощность нагрузки;

ΔP_{\max} - максимальная мощность нагрузки;

ΔW_{cp} - средний расход электроэнергии;

T - время использования максимума нагрузки;

поэтому в формуле [1] систематическую погрешность метода расчета технических потерь отсутствует.

Точки учета с одинаковыми значениями Δ_i или Δ_j могут рассматриваться в [1] как одна точка с суммарным потреблением энергии.

Следует отметить, что расчет небалансов проще и нагляднее делать в абсолютных единицах - нет необходимости вначале определять доли электроэнергии, отпущенной по каждой точке учета, от суммарного отпуска, а затем подставлять их в формулу для расчета небаланса в процентах. Отнести впоследствии абсолютные единицы к любой величине для расчета процента не представляет сложности.

Случайную составляющую ТНЭ (ННЭ) в абсолютных единицах определяют по формуле (2):

$$\delta W_{H.Э} = \pm \sqrt{0,95 \sum_{i=1}^{n+m} \left(\frac{\delta_i}{100} W_i \right)^2 + \left(\frac{\delta_T}{100} \Delta W_T \right)^2},\tag{3}$$

где δ_i - случайная погрешность i -го измерительного комплекса, %

δ_T - случайная погрешность метода расчета технических потерь, % соответствующая уровню доверительной вероятности 0,95;

ΔW_T - расчетное значение технических потерь.

Первое слагаемое под корнем формулы [3] представляет собой случайную составляющую инструментальной погрешности. Погрешность расчета технических потерь имеет только случайную составляющую, поэтому она присутствует только в формуле [2]. Допустимые коммерческие потери выражаются одним числом, поэтому они присутствуют только в формуле [2].

В метрологии считается, что распределение фактических погрешностей измерительных приборов одного и того же типа подчиняется закону равномерной плотности, а не нормальному закону. В связи с этим доверительной вероятности 0,95 соответствуют значения, отстоящие от границ интервала распределения на 2,5 % с обеих сторон, что соответствует коэффициенту 0,975. Коэффициент 0,95 в [3] представляет собой значение 0,975 в квадрате.

Точки учета с одинаковыми значениями δ_i и приблизительно одинаковым потреблением W_i (например, бытовые абоненты или небольшие предприятия, потребление каждого из которых не превышает 1 % суммарного потребления) могут объединяться в группы с указанием суммарного потребления энергии. При этом в знаменатель слагаемого формулы [3], относящегося к этой группе, вводится дополнительный сомножитель \sqrt{k} , где k - число точек, объединенных в группу.

Таким образом, в условиях спада и значительных колебаний нагрузки потребителей рассмотренный учет отличается большой погрешностью, что в целом приводит к приборному недоучету электроэнергии и росту коммерческих потерь. В районах электрических сетей (РЭС) часто фиксируются небалансы в 20% и более по электроэнергии, полученной на подстанциях РЭС по стороне высшего напряжения, и электроэнергии, отданной потребителям по стороне низшего напряжения. Иногда складывается парадоксальная ситуация, при которой потребитель потребляет электроэнергию, у него работают маломощные электроустановки и освещение, а счетчики энергосистемы фиксируют нулевое потребление. По различным оценкам, доля коммерческих потерь электроэнергии, которая определяется приборным недоучетом (погрешностями измерительных средств, их неправильным выбором и эксплуатацией), достигает 25-30% всех коммерческих потерь.

Выход из сложившегося положения заключается, с одной стороны, в замене малочувствительных и неточных индукционных счетчиков электронными и замене трансформаторов тока класса 0,5 (обеспечивают пределы допускаемых погрешностей в диапазонах изменения первичного тока I_1 в процентах от первичного номинального тока I_{1H} : токовую погрешность 0,5% при 100-120% I_{1H} , 0,75% при 20-100% I_{1H} и 1,5% при 5-20% I_{1H} ; при токе, меньшем 5% I_{1H} погрешность не нормируется) на трансформаторы тока класса 0,5S, которые обеспечивают более низкие пределы допускаемых погрешностей в большем диапазоне изменения первичного тока (токовая погрешность составляет 0,5% при 20-120% I_{1H} , 0,75% при 5-20% I_{1H} и 1,5% при 1-5% I_{1H}), а, с другой стороны, в правильном выборе моделей трансформаторов тока и их грамотной эксплуатации.

Список литературы

1. Волобринский С.Д., Каялов Г.М., Клейн П.Н., Мешель Б.С. Электрические нагрузки промышленных предприятий. - Л.: Энергия, 1971.
2. Железко Ю.С., Артемьев А.В., Савченко О. В. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. – НЦ ЭНАС, 2006.
3. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. – М.: Высшая школа, 1981.
4. Маркушевич Н.С. Регулирование напряжения и экономия электроэнергии. – М.: Энергоатомиздат, 1984.

Технико-экономическое обоснование реконструкции автопредприятий на 50-100 автомобилей с обеспечением повышенного качества технического обслуживания и ремонта двигателей легковых и грузовых автомобилей

Макарова И.В., Герасимов С.А. (г. Набережные Челны, ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия, кафедра «Сервис транспортных систем», e-mail: kamIVM@mail.ru, rayu@mail.ru)

This article is devoted to technical and economic basing of automobile enterprises including 50-100 vehicles reconstruction and elaboration of cars and trucks engines repair area. Reconstruction will provide profitability and competitive capacity of enterprise as a result of qualified and rapid engine repair.

Основными видами работ, выполняемых типовыми автопредприятиями, независимо от формы собственности, являются:

- организация хранения автомобилей, прицепов, тракторов, дорожно-строительных машин и механизмов;
- подготовка автотранспортной техники к работе на линии путем организаций и технического обслуживания и ремонта, контроля технического состояния, а также оказание технической помощи во время работы на линии;
- осуществление перевозок грузов и пассажиров как основного вида производственной деятельности;
- организация материально-технического снабжения всеми видами материальных ресурсов;
- проведение всех необходимых мероприятий по максимально эффективному использованию и безаварийной работе техники, а также снижению себестоимости перевозок;
- содержание в исправном состоянии оборудования, дорог, зданий и сооружений, находящихся на балансе предприятия.

Расширение деятельности небольших автопредприятий в сфере оказания услуг по ремонту двигателей способствует повышению уровня их рентабельности, делает более конкурентноспособными в современных экономических условиях.

Проведен анализ производственно-технической структуры типового автопредприятия, предназначенного для хранения и производства всех видов технического обслуживания и текущего ремонта 50 грузовых автомобилей и 25 легковых автомобилей. Для производства технического обслуживания и ремонта автомобилей в гараже запроектированы 4 ремонтных поста, из которых 3 поста тупиковые и 1 пост проездной. Для ритмичного поступления автомобилей на посты технического обслуживания и ремонта предусмотрено 3 поста подпора.

Анализ показал невозможность обеспечения надлежащего качества ремонта двигателей с сокращением времени ремонта, высокой культуры производства и расширения сферы деятельности предприятия по оказанию услуг по ремонту двигателей легковых и грузовых автомобилей.

Прежде всего, усложнение конструкций двигателей и их систем требует для обслуживания и ремонта современного специального инструмента и оборудования. Основные требования, предъявляемые к инструменту и оборудованию – это быстрое и качественное восстановление мощностных и экологических характеристик ремонтируемых двигателей. Этим требованиям в полной мере отвечает оборудование для ремонта деталей двигателя таких европейских и американских фирм, как «AZ» (Италия), «Kwik-way» (США), «MIRA» (Швейцария), «Rossi & Kramer» (Италия), «NEWEN» (США), «Rottler» (США), «SZAKALFEM KFT» (Венгрия), «SME» (Италия). Все оборудование и технологии прошло аттестацию в специализированных сервисно-технических центрах нашей страны.

С учетом современных требований, предлагается приобрести следующее оборудование:

- машина контейнерного типа для мойки деталей двигателей, агрегатов, узлов фирмы «SME» модель Evaro Big;
- машина для проверки корпусных деталей на герметичность фирмы «AZ» модель PHT 120;
- высокоточная рабочая станция для ремонта головок блока цилиндров (ГБЦ) MIRA HM-2000/Centric;
- станок для восстановления клапанов фирмы «Kwik-way» модель SVS Series II Deluxe;
- стенд для разборки и сборки ГБЦ фирмы «Rossi & Kramer» модель BM;
- пресс гидравлический для правки валов фирмы «AZ» модель CP 150;
- машина для обработки плоскости фирмы «AZ» модель SM 10;
- станок для расточки и фрезерования блоков цилиндров фирмы «AZ» модель VB 150;
- станок для хонингования блоков цилиндров фирмы «AZ» модель CH 150;
- станок для шлифования шеек коленчатых валов фирмы «AZ» модель CG 260/1500.

Станочное оборудование, в отличие от стандартного и ручного инструмента, позволяет обеспечить повышенные точностные параметры обрабатываемых деталей, превосходящие результаты традиционных методов ремонта. Хотя стоимость станочного оборудования существенно превосходит стоимость типового и ручного инструмента, значительное сокращение времени ремонта, повышение его качества, отвечает современным тенденциям. Это делает применение станков при комплексном ремонте экономически оправданным.

Приобретаемый ассортимент оборудования позволит на 50% и более увеличить количество обслуживаемых автомобилей при сокращенном времени ремонта, отказаться от услуг сторонних организаций.

Кроме приобретения нового оборудования и расширения производственной базы необходимо увеличение штата производственных рабочих: станочник широкого профиля – 3 чел. Также необходимо произвести обучение штатных слесарей по ремонту автомобилей работе на новых диагностических комплексах и стендах.

Расчет технико-экономических показателей показал, что рентабельность проекта реконструкции автопредприятия составляет более 19 %, срок окупаемости составит 4,3 года. Таким образом, предприятие в ближайшие сроки окупит оборудование и получит возможность приобретения более совершенного.

Проектирование системы электронного документооборота технического отдела автосервисного предприятия

Макарова И.В., Хабибуллин Р.Г., Беляев А.И., Мухаметдинов Э.М.
(г. Набережные Челны, ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия, кафедра «Сервис транспортных систем»,
e-mail: hrg_kampi@mail.ru, kamIVM@mail.ru)

This article is devoted to formation problems of uniform information space at the service center enterprise by means of electronic circulation of documents. Example of technical service functioning optimization using information technologies is considered.

Формирование единого информационного пространства предприятия автомобильного сервиса на основе электронного документооборота - одна из задач создания информационной системы предприятия. Введение системы электронного документооборота позволяет ускорить прохождение документов между подразделениями и службами, избежать дублирования информации.

Проблемы формирования единого информационного пространства автосервисного предприятия обусловлены тем, что существующие разработки направлены либо на решение задач оптимизации документооборота, например такие системы, как DIRECTUM, ЛЕТОГРАФ, либо решают задачи учета и анализа процессов и задач конкретных подразделений предприятия, например, как разработки AutoSoft, 1С-Парус (Альфа-Авто, 1С:Автосервис, 1С:Автозапчасти). Целостность информационной системы обеспечивается тем, что при разработке учитывается стратегическое решение о развитии предприятия (1).

Автосервисное предприятие взаимодействует как с фирмами-производителями, поставляющими свою продукцию для реализации через автосалон и склад запасных частей и комплектующих, так и с покупателем-заказчиком продукции (автомобильной техники и комплектующих) и услуг (сервисного обслуживания и текущих ремонтов).

Нами была спроектирована система электронного документооборота для предприятия ООО «Набережночелнинский автоцентр КАМАЗ», в частности для его технической службы.

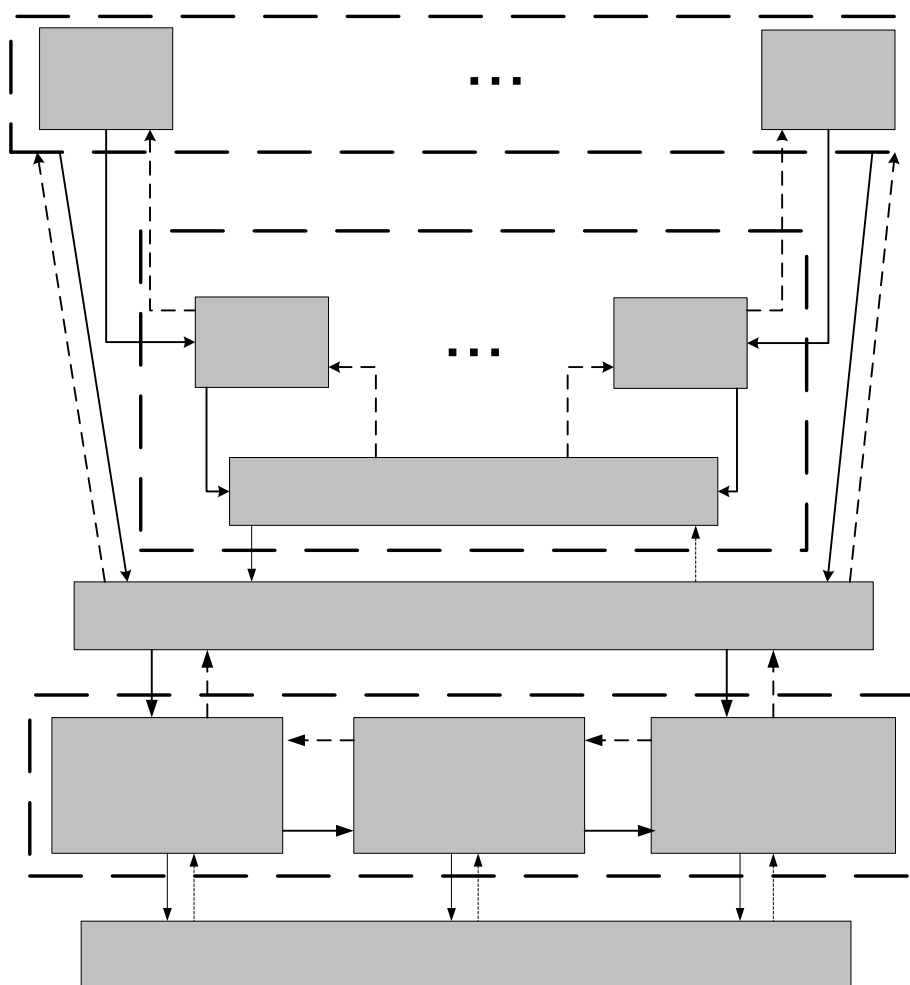
Персоналу технической службы автосервисного предприятия в ходе производственного процесса приходится решать комплекс взаимосвязанных задач в области организации транспортного обеспечения, производства сервисных услуг и реализации товарной продукции. Результаты работы персонала фиксируются в различных документах, которые можно разделить на три вида: нормативные, первичные и вторичные.

На информационном уровне все подразделения предприятия посредством передаваемых документов тесно взаимодействуют между собой.

Документооборот только технической службы автосервисного предприятия, как правило, включает более двухсот документов. Из общего количества документов доля первичных составляет порядка 20% (технические паспорта, счета-фактуры, акты выполненных работ, требования на запасные части и т.д.). Доля документов с нормативно-справочной информацией составляет порядка 5% (классификаторы узлов и агрегатов автомобиля, номенклатура запасных частей и прейскурант цен на услуги, периодичность и трудоемкость работ по техобслуживанию автомобилей и т.д.). Таким образом, вторичные документы составляют большую часть документооборота предприятия (75%): это различные отчетные формы (ведомости, журналы, акты) и статистическая информация.

Содержание вторичных документов во многих случаях частично или полностью дублирует информацию первичных. Например, при формировании счета-фактуры в него переносятся сведения из журнала регистрации заявок на сервисное обслуживание предприятия автомобильного сервиса. При организации сервисного обслуживания формируется множество актов, требований, счетов-фактур и прочих отчетов, при этом выполняются функции сортировки и группировки содержащихся в них сведений. Анализ документооборота показывает, что содержание 77% вторичных документов состоит только из дублированной информации, а в 23% выходных форм частично повторяются сведения первичных документов. Поэтому очевидно, что создание системы электронного документооборота предприятия, в том числе и автосервисного является необходимым фактором в обеспечении его конкурентоспособности и стабильного функционирования. Оптимизация документооборота позволяет сократить время, необходимое для обработки документов, высвободить технический персонал и обеспечить взаимодействие между подразделениями и службами предприятия.

Первым этапом реализации системы электронного документооборота на автосервисном предприятии является анализ существующих информационных потоков, систематизация документооборота, совершенствование его структуры. На данном этапе необходимо установить минимальный набор нормативно-справочных и первичных документов, подлежащих вводу в базу данных; определить процессы поиска, передачи, обработки данных и формирования вторичных документов. Эти процессы должны быть полностью автоматизированы.

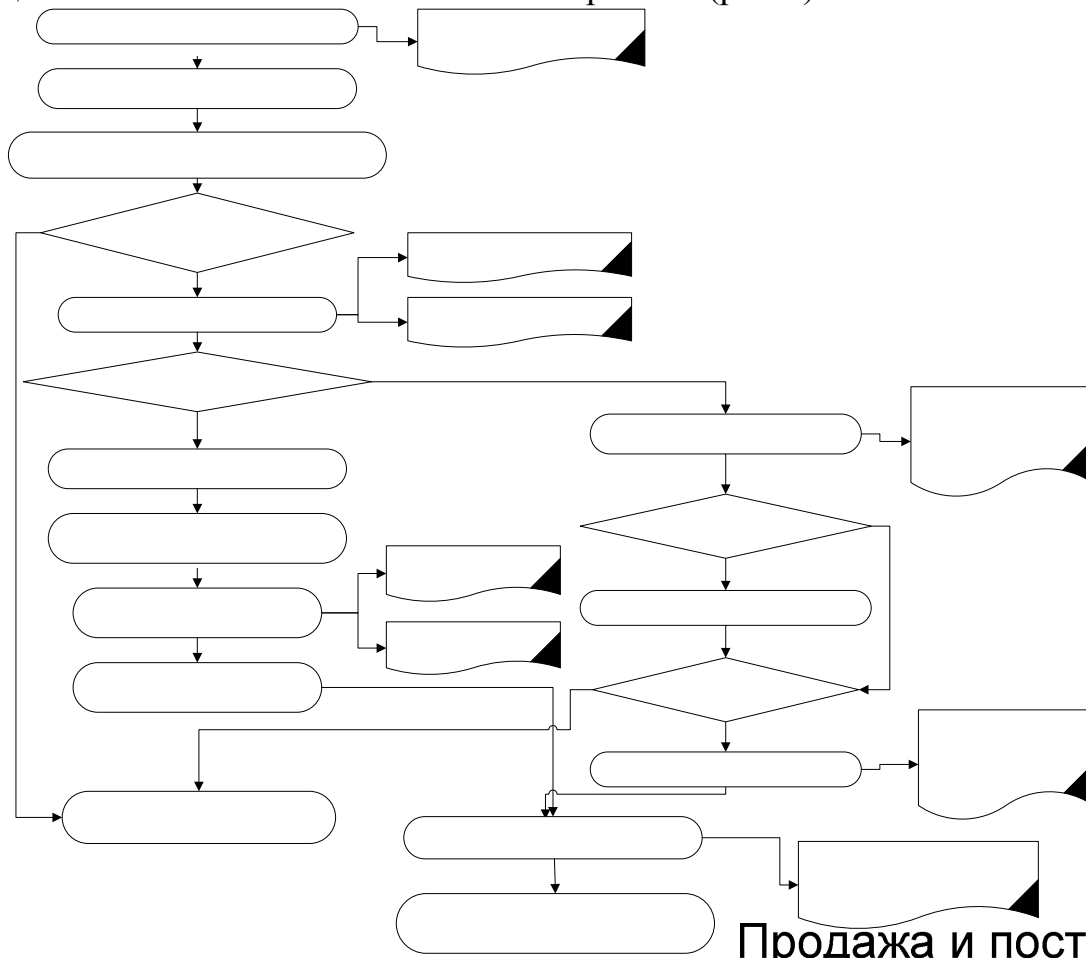


Одним из направлений деятельности современного автосервисного предприятия является выполнение гарантийных обязательств по качеству автомобильной техники. В ходе выполнения гарантийного послепродажного обслуживания персонал технического отдела получает, оформляет и пересылает множество различных документов, имея корреспонденцию как внутри предприятия, так и за его пределами. При этом сведения таких документов, так или иначе, постоянно дублируются, поэтому их ручное заполнение требует достаточно больших затрат времени инженеров технического отдела. Введение системы электронного документооборота позволит минимизировать потери времени при оформлении и передаче документов и, как следствие, повысить эффективность работы технического отдела.

При проектировании системы электронного документооборота процесса гарантийного обслуживания необходимо в первую очередь определить направление и содержание информационных потоков. На рис. 1 приведена схема движения информационных и материальных потоков в системе гарантийного обслуживания автомобильной техники, при этом сплошными стрелками обозначены входящие потоки (паспорт технического средства, гарантийный талон, различные протоколы и акты исследований), а

пунктирными – исходящие потоки (рекламационные акты, счета-фактуры, акты выполненных работ и т.д.).

Технический отдел автосервисного предприятия, а также его контрагенты, образуют систему гарантийного обслуживания предприятия (2). Функционирование системы описывается технологическим процессом управления (ТПУ), на основании которого можно построить алгоритм процесса исполнения обязательств по гарантии (рис.2).



Продажа и постановка авт
учет

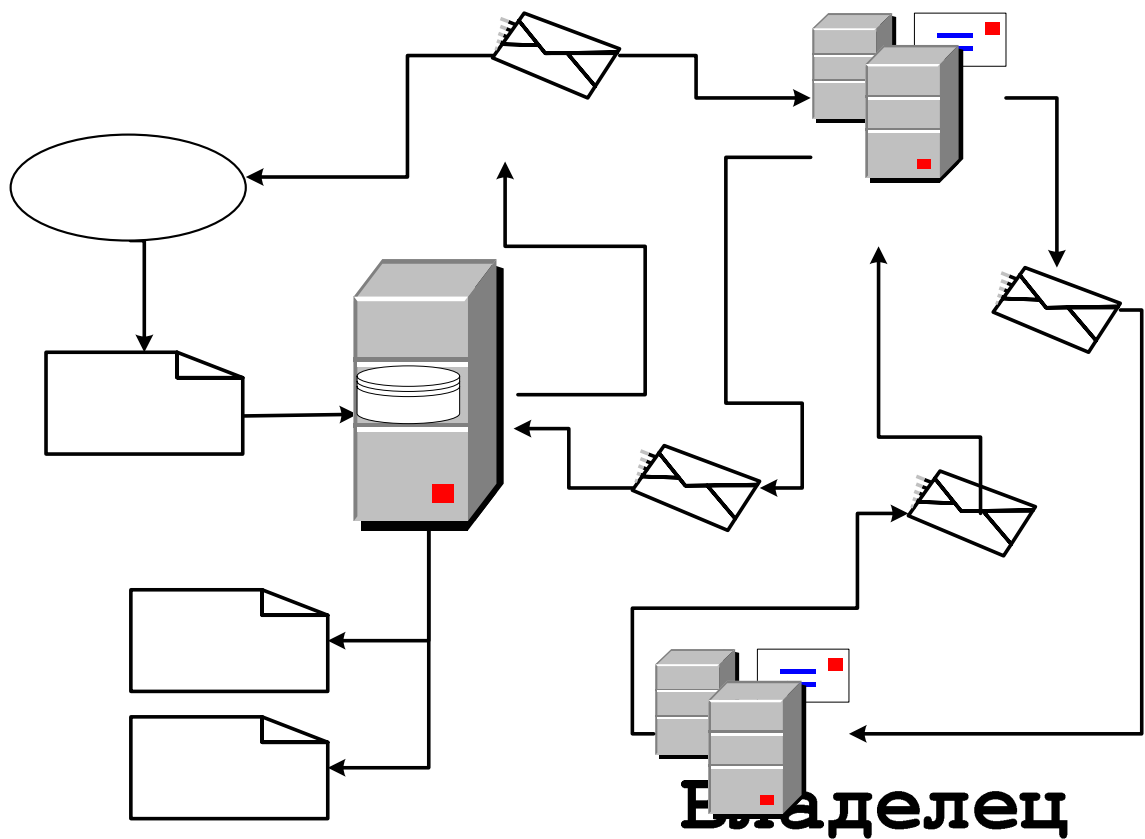
Обнаружение неисправности
владельца автотехники в фирме
Проверка документов на авт
водителя и технически

Моделирование процесса гарантийного обслуживания позволяет осуществить построение информационно-логической модели и реализацию системы электронного документооборота. Система электронного документооборота технического отдела позволит сократить время на обработку и передачу документов, тем самым ускорив подготовку и принятие решений. Кроме системы электронного документооборота, предлагается внедрить в отдел систему корпоративной почты, которая позволит осуществлять мгновенную транспортировку электронных документов как внутри предприятия, так и за ее пределами. На рис. 3 представлена схема электронного документооборота предприятия, где символами конвертов обозначены электронные документы, передаваемые с помощью системы корпоративной электронной почты.

Нет

Решение о восстановлении автотехники при

Да



Владелец автотехники

Список литературы

1. Решетник, М. Информационная система предприятия // Принципы построения. / М.Решетник, В.Шумаев // Конъюнктура товарных рынков. I-II 2005. - С.121-126

2. Хабибуллин, Р.Г. Разработка информационной системы для совершенствования обслуживания автомобильной техники по гарантии. / Р.Г.Хабибуллин, И.В.Макарова, А.И.Беляев, Э.М.Мухаметдинов, Д.О.Жданов // Приложение к журналу «Открытое образование». Материалы XXXIII междунар.конф. и дискусс науч. клуба «Информационные технологии в науке, социологии, экономике и бизнесе» IT+SE'06, Ялта-Гурзуф, 2006, с.198-201

Журнал

заявок

**Регистрация
заявки**

**В
дан
в**

Эко-эффективность на региональном уровне

Малышев В.С., Смурова О.М. (МГТУ, кафедра энергетики и транспорта, e-mail: Malyshevvs@mstu.edu.ru)

Definition of Cleaner production and other related concepts, the history of Evolution it's concept in Europe and Russia. Eco-efficiency, units of eco-efficiency MIPS & LCA, using it's units for estimation of efficiency of heat-and-power engening.

В последнее десятилетие одним из основных концептуальных вопросов, касающихся взаимодействия человеческого общества и окружающей природной среды, является стратегия устойчивого развития. Эта стратегия была продекларирована Конференцией ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992) и решениями XIX Специальной Сессии Генеральной Ассамблеи ООН в июне 1997 года, посвященной подведению итогов на высшем уровне после Конференции ООН в Рио-де-Жанейро.

В соответствии с Концепцией перехода Российской Федерации к устойчивому развитию (утверждена Указом президента РФ от 1 апреля 1996 г., №440) под устойчивым развитием понимается такое развитие, которое обеспечивает сбалансированное решение социально-экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений людей. Иными словами, нынешнее поколение может удовлетворять свои потребности, не создавая угрозы для будущих поколений.

Всемирный экономический форум по устойчивому развитию ввел термин: «Эко-эффективность». «Эко-эффективность» отражает две основные функциональные особенности - экологическую, позволяющую оценивать экологические воздействия и экономическую, позволяющую оценивать экономический эффект.

Эко-эффективность является важным понятием для осуществления устойчивого развития, однако необходимы четкие, надежные показатели и модели. Большинство методов оценки экологического качества основаны на исследовании различных выбросов, сбросов или иного поступления веществ в окружающую среду, т.е. относятся к окончанию цикла производства и потребления продукции, но индикаторы устойчивого развития должны указывать на начало ресурсного цикла, на материальные, энергетические и другие входы, необходимые для развития.

Используемые показатели для определения потенциального воздействия на окружающую среду должны удовлетворять следующим требованиям:

- быть научно обоснованными;
- гарантировать прямые и воспроизводимые оценки потенциального воздействия окружающей среды на все процессы,

товары и услуги от начального извлечения природных ресурсов из окружающей среды и до получения конечного продукта (жизненный цикл продукции);

- быть легко применимыми на практике и также эффективными с точки зрения затрат времени и финансовых ресурсов;
- отвечать целям исследования;
- быть применимыми ко всем видам продукции, услуг и экономическому развитию в целом;
- быть применимыми на всех уровнях: местном, региональном и глобальном.

В 1992 г. Шмидт-Блик предложил показатель, который удовлетворяет этим требованиям: материальный (и энергетический) вход во всем жизненном цикле на единицу услуги продукции (или извлекаемой ценности) - величину **MIPS**. Величина, обратная MIPS, - S/MI - является мерой для природоресурсной продуктивности.

MIPS - это целевой и практический показатель, который помогает выявлять положительные, в том числе и финансовые, возможности ресурсосберегающей деятельности. **MIPS** является предупредительным индикатором и, косвенно, через уменьшение материальных потоков, направлен на защиту окружающей среды. Посредством применения показателя **MIPS** предприятия могут производить непрерывный анализ всего жизненного цикла выпускаемой ими продукции или оказываемых услуг.

В некоторых случаях бывает достаточно вычислить **MI**-числа вместо показателя MIPS. Если, например, необходимо сравнить различные варианты материалов, то материальный вход **MI** на производство одной тонны дает соответствующую информацию. Материальный вход, отнесенный к единице веса, при этом называется материальной интенсивностью (Material Intensity - **MIT**). Материальная интенсивность также может быть вычислена, например, для энергоносителей, транспорта и электроэнергии: их размерность дается не в единицах тонна на тонну (т/т) или килограмм на килограмм (кг/кг), как у **MI**-чисел, а, например, в килограмм на мегаватт в час (кг/МВт-ч) или килограмм на тонно-километр (кг/т-км).

Если же эти материальные интенсивности применяются для сравнения, например, двух опор для линии электропередач, одна из которых сделана из дерева, а другая - из стали, то они становятся MIPS-показателями, определяемыми как отношение материальных интенсивностей к единице услуги. В рассматриваемом случае единицей услуги является «опора для поддержания кабеля линии электропередач над землей разрешенным способом за определенный период времени».

$MIPS = MI / S$ - Материальный вход на единицу услуги (Material Input per Service unit);

$MI = S/MI$ - Материальный вход (Material Input), или сумма использованных ресурсов;

MIT = Материальная интенсивность (Material Intensity), или материальный вход, отнесенный к единице веса, энергии или транспорта.

MI-факторы зависят от геологической и технической ситуации и могут со временем изменяться. Они могут также отражать региональные или национальные условия. «Экологический рюкзак» равен общему материальному входу природных ресурсов (в килограммах) в продукт, который способен перенести свойство полезности, минус вес самого продукта (в килограммах). На сегодняшний день существуют типичные «факторы рюкзака» или **MI**-числа для невозобновимых природных материалов равны: бамбук - 1,01, пластмассы - 3-8, железо - 7, сталь - 8-20, алюминий - 85, медь - 500 и золото - 500 000. С помощью этих чисел можно сосчитать экологические рюкзаки сложных продуктов, если известен состав продукта, а также количество отходов, образующихся во время их производства.

Вычисление **MIPS** производится в семь этапов.

- На первом этапе определяются цели и задачи, а также выбор основной единицы услуги. Важно установить, что подлежит анализу: один или несколько сравниваемых объектов, отдельный объект, оптимизация стадии производства или использования. В большинстве случаев, для того чтобы произвести сравнение различных продуктов, прежде всего, необходимо установить единицу измерения, для которой затем будут собираться необходимые данные. Мерой для сравнения является единица услуги, показывающая, какую пользу дает использование определенного продукта. В дополнение, единица услуги должна также отражать альтернативные дематериализованные продукты и инновационные услуги. Установление единицы услуги требует рассмотрения того, какие продукты и каким образом должны сравниваться между собой.
- В виде процессной цепи представляется жизненный цикл продукта (этап 2), изображающей отдельные стадии процесса и их взаимосвязи друг с другом. Стадии жизненного цикла, подлежащие исследованию, должны включать в себя следующее: производство (в том числе, добыча сырья, производство промежуточных продуктов, транспорт и реализация); использование (в частности, потребление, транспорт и ремонт); переработку и (или) выбросы. На этой стадии создается структура будущего вычисления.
- Составляется схема процесса, т.е собираются входные и, если необходимо, то и выходные потоки и (этап 3). Все данные должны быть полностью документированы с указанием источника информации, года издания, поясняющих записей, точного количества, единиц измерения и т. д. Сбор данных и их проверка представляют собой наиболее важную и в большинстве случаев, наиболее трудоемкую стадию анализа. Источниками информации могут служить: прямые измерения (они дают не только точные данные, но и, главным образом, достоверные результаты); интервью (они часто обеспечивают

непосредственный неоченимый опыт, причем можно использовать как интервью, так и анкетирование экспертов); литературные ссылки (часто они являются единственным источником информации о процессах, происходящих вне предприятия). Материальные потоки должны приводиться в соответствующих единицах веса (килограммах, тоннах и т. д.).

- Определяется материальный вход от начального извлечения природных ресурсов из окружающей среды до получения конечного продукта, путем связывания собранных данных с соответствующими MI-числами (этап 4). Материальный вход (MI) определяется путем умножения каждого потока (количество входящего вещества) на материальную интенсивность (MIT) вещества. При сложении найденных произведений получают материальный вход соответствующего промежуточного продукта. При сборе данных и вычислений суммирование производится в пределах каждой категории ресурсов.
- На данном этапе вычисляется полный материальный вход от начального извлечения природных ресурсов из окружающей среды до получения конечного продукта и его размещения на свалке (этап 5).
- После того, как материальный вход вычислен, находят материальный вход на единицу услуги - MIPS (этап 6).
- Определив MIPS, переходят к заключительной стадии - интерпретации полученных результатов (этап 7). Оценивая полученные результаты, необходимо более детально рассматривать процессы, которые имеют высокую материальную интенсивность. На основании всего этого выбираются наиболее оптимальные стратегии.

Таким образом, с помощью MIPS можно наглядно продемонстрировать все источники потребления ресурсов на каждой стадии жизненного цикла продукции. Концепция MIPS основана на суждении о том, что потенциальное воздействие продукта на окружающую среду может быть определено на основе материальных входов во всем жизненном цикле и что чем меньше сырья используется, тем меньше возможное воздействие на окружающую среду.

Применение концепции MIPS способствует развитию устойчивой предпринимательской деятельности в компаниях, а также принятию экологически сбалансированных решений, как на уровне отдельных отраслей экономики, так и на региональном, национальном и глобальном уровнях. Совместное рассмотрение процессов на всех этих уровнях обеспечивает оптимизацию всех материальных входов, необходимую для увеличения ресурсной продуктивности во всем жизненном цикле продукции или во всей экономике в целом.

Регионы могут сыграть решающую роль в процессе внедрения устойчивого развития, так как на этом уровне существуют сильная взаимосвязь между физическими функциями (такими, как использование материалов, энергии и

земли для производства и потребления), социальным самосознанием, экономическими субъектами и политическим делением территории. Продвижение, создание и развитие связей в регионе между производителями, потребителями, государственной властью, группами по интересам является решающим фактором в продвижении стратегии эко-эффективности. К сожалению, в современной России по-прежнему «царствует» технократический подход при решении задач перспективного развития, когда решающим фактором признается лишь объем инвестиций и срок их окупаемости. Встраивание России в мировую экономику неминуемо потребует учитывать и использовать при принятии решений основных положений концепции «Чистого производства», а значит актуальным и перспективным является выработка алгоритмов расчета показателей не только экономической эффективности, но и эко-эффективности.

Исследование по коронкам зубцов составляющей реактивности дифференциального рассеяния обмотки возбуждения турбогенератора

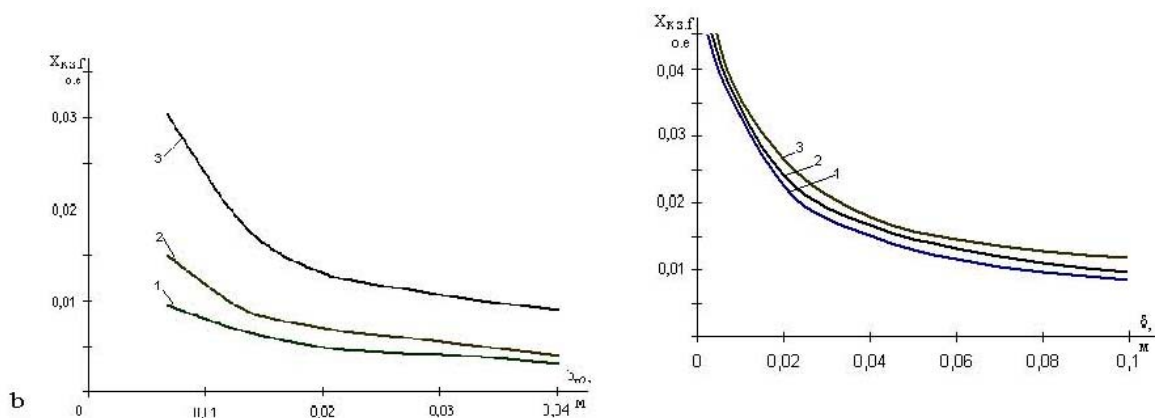
Пирматов Н.Б., Мустафакулова Г.Н. (Ташкент, Ташкентский государственный технический университет, Электротехника, электромеханика и электротехнологии, e-mail: npirmatov@mail.ru)

In work explored time on crown forming реактивности differential dissipation windings excitement of the turbo-alternator. Influence of the opening of the slot of the rotor is Shown on dissipation on crown time windings of excitement of the generator.

По коронкам зубцов составляющая реактивности дифференциального рассеяния обмотки возбуждения обусловлена полем рассеяния по коронкам зубцов составляющей поля воздушного зазора создаваемой этой обмоткой. По коронкам зубцов составляющая поля воздушного зазора создаваемой обмоткой возбуждения представляет собой сумму всех пространственных гармонических, начиная от подзубцового порядка и выше, а порядок пространственной подзубцовой гармонической может быть найден по формуле $n_{nzf} = Z_2 / 2 - p$.

Полученное таким образом магнитное поле в воздушном зазоре представляет собой отдельные пары полюсов с полюсным делением равным половине зубцового шага ротора, а северные и южные полюса этого поля расположены симметрично относительно оси соответствующего паза с током. В результате этого поток каждой пары полюсов сцеплен с проводниками одного паза с током. По этой причине расчетное определение по коронкам зубцов составляющей реактивности дифференциального рассеяния обмотки возбуждения турбогенератора удобно вести по величине суммарного потокосцепления обмотки возбуждения полем рассеяния по коронкам зубцов. Потокосцепление проводников одного паза с током обмотки возбуждения может быть найдено путем расчета распределения поля рассеяния по коронкам зубцов в пределах половины зубцового шага ротора от оси исследуемого паза до оси примыкающего к этому пазу зуба, расположенного слева или справа от этого паза. Поле рассеяния по коронкам зубцов каждого паза сцеплено только с проводниками этого же паза и не сцепляется с проводниками других пазов ротора. При расчете по коронкам зубцов составляющей реактивности дифференциального рассеяния обмотки возбуждения, достаточно произвести расчет распределения поля рассеяния лишь по окружности наружной поверхности ферромагнитного сердечника ротора и не требуется расчетное определение распределения магнитной индукции поля рассеяния по коронкам зубцов по всему объему магнитопровода машины, как этого потребовалось бы при применении энергетического метода для определения реактивности рассеяния. Поэтому

метод определения реактивности рассеяния по коронкам зубцов обмотки возбуждения по величинам потокосцеплений проводников пазов с током является наиболее точным и позволяет рассчитывать эту реактивность рассеяния с учетом влияния на ее величину конструктивных размеров активной зоны турбогенераторов, а также величин эквивалентных магнитных проницаемостей магнитопровода в статоре и роторе машины. Величины этих эквивалентных магнитных проницаемостей рассчитываются для конкретного режима работы турбогенератора и для каждой составляющей поля воздушного зазора. Поскольку магнитные силовые линии поля рассеяния по коронкам зубцов обмотки возбуждения турбогенератора выходят от коронки одного зубца ротора к коронке соседнего с ним зубца, проходя через воздушный зазор. При величине зазора большем половины зубцового шага ротора, поток рассеяния по коронкам зубцов в основном замыкается по воздушному зазору, практически не достигая поверхности расточки статора машины. Поэтому при расчете реактивности по коронкам зубцов составляющей дифференциального рассеяния обмотки возбуждения турбогенератора достаточно учесть конечности величины эквивалентной магнитной проницаемости тела ротора, а величина эквивалентной магнитной проницаемости тела статора практически не оказывает влияния на рассчитываемое значение реактивности рассеяния по коронкам зубцов обмотки возбуждения. На величину реактивности рассеяния по коронкам зубцов обмотки возбуждения турбогенератора в той или иной мере оказывает в основном величина ширины открытия паза ротора, а также воздушный зазор между ферромагнитными поверхностями статора и ротора машины. Влияние зазора на величину реактивности рассеяния по коронкам зубцов обмотки возбуждения в основном наблюдается при значениях зазора меньших половины зубцового шага ротора, а при больших значениях зазора величина реактивности рассеяния по коронкам зубцов практически не изменяется.



На рис. 1. приведена зависимость влияния паза ротора на рассеяние по коронкам зубцов составляющей реактивности дифференциального рассеяния обмотки возбуждения ТГ типа ТВВ-200-2 при $\delta=0,12$ м; $\delta=0,08$ м и $\delta=0,04$

м.

Из этих зависимостей видно, что x_{kz} изменяется в зависимости от величины воздушного зазора.

На рис. 2 приведена зависимость воздушного зазора по коронкам зубцов составляющей реактивности дифференциального рассеяния обмотки возбуждения турбогенератора

и 25,0 мм. Как видно из этих зависимостей влияние зазора на величину реактивности рассеяния по коронкам зубцов в основном наблюдается, начиная со значения $\delta = 120$ мм и ниже. При малой величине ширины открытия паза ротора диапазон изменения реактивности рассеяния по коронкам зубцов обмотки возбуждения в зависимости от величины воздушного зазора больше, чем при большой величине ширины открытия паза ротора.

Методика расчета тепловых нагрузок объектов коммунального сектора

Сабирова Я.М. (МГТУ, кафедра энергетики и транспорта, e-mail: marselievna@rambler.ru)

Definition of thermal loadings by means of calculation has one important advantage - enables to estimate separately each kind of losses of heat. The given technique is used at drawing up of the heat power passport. The design procedure consists of four sections: settlement conditions; functional purpose, type and the constructive decision of a building; space-planning parameters of a building; power parameters.

На сегодняшний день теплоснабжение в большинстве муниципальных образований Мурманской области настоятельно требует тщательного изучения и анализа.

Исследованию должен подвергаться как весь энергетический комплекс в целом, так и потребители тепла в частности. Изучение системы теплоснабжения должно быть направлено на получение объективных данных об эффективности работы системы, рациональном использовании энергетических ресурсов и реальных потерях тепла.

Для оценки тепловых потерь и теплопотребления зданий необходимо знать тепловые нагрузки. Существует множество методик для их определения. Определение теплопотребления с помощью расчета имеет одно важное преимущество – дает возможность оценить по отдельности каждый вид потерь тепла (через наружные ограждения, от инфильтрации).

Указанная ниже методика по расчету теплопотребления используется при составлении теплоэнергетического паспорта, который необходим для установления фактического состояния и динамики использования топливно-энергетических ресурсов, выявления сверхнормативных потерь энергии, оценки показателей энергетической эффективности и формирования мероприятий по энергосбережению.

Данная методика расчета состоит из четырех разделов: расчетные условия; функциональное назначение, тип и конструктивное решение здания; объемно-планировочные параметры здания; энергетические показатели.

В разделе "Расчетные условия" приводятся климатические данные для города или пункта строительства здания и принятые температуры помещений:

- расчетная температура внутреннего воздуха t_{in} , °C;
- расчетная температура наружного воздуха t_{ext} , °C;
- расчетная температура теплого чердака t_{int}^c , °C;
- расчетная температура теплого подвала t_{int}^f , °C;
- продолжительность отопительного периода zht , сут;

– средняя температура наружного воздуха за отопительный период t_v^a , °С;

– градусосутки отопительного периода Dd , °С·сут: $D_d = z_{ht} \cdot (t_{in} - t_v^a)$

В разделе "Функциональное назначение, тип и конструктивное решение здания" приводятся данные, характеризующие здания. Все характеристики по этим пунктам принимаются по проекту здания.

В разделе "Объемно-планировочные параметры здания" вычисляются в соответствии с требованиями норм площадные, объемные характеристики и объемно-планировочные показатели:

Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания A_e^{sum} , устанавливается по внутренним размерам "в свету".

Площадь стен, включающих окна, балконные и входные двери в здание, витражи, m^2 :

$$A_{w+F+ed} = p_{st} \cdot H_h$$

где p_{st} - длина периметра внутренней поверхности наружных стен этажа, м;

H_h - высота отапливаемого объема здания, м;

Площадь наружных стен A_w , m^2 :

$$A_w = A_{w+F+ed} - A_F$$

где A_F - площадь окон, определяется как сумма площадей всех оконных проемов, m^2 .

Площадь покрытия A_c , m^2 , и площадь перекрытия над подвалом A_f , m^2 , равны площади этажа A_{st} , m^2 .

Общая площадь наружных ограждающих конструкций A_e^{sum} :

$$A_e^{sum} = A_{w+F+ed} + A_c + A_f$$

Площадь отапливаемых помещений (полезная площадь) A_h , m^2 , и площадь жилых помещений и кухонь A_r , m^2 , определяются по проекту.

Отапливаемый объем здания V_h , m^3 , вычисляется как произведение площади этажа, A_{st} , m^2 , на высоту H_h , м, этого объема.

$$V_h = A_{st} \cdot H_h$$

Показатели объемно-планировочного решения здания:

- коэффициент остекленности фасадов здания p :

$$p = \frac{A_F}{A_{w+F+ed}}$$

- показатель компактности здания k_e^{des} :

$$k_e^{des} = \frac{A_e^{sum}}{V_h}$$

Раздел «Энергетические показатели» включает теплотехнические и теплоэнергетические показатели.

Теплотехнические показатели

Согласно СНиП II-3 приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, должно приниматься не ниже требуемых значений

R_0^{req} , которые устанавливаются по СНиП II-3 в зависимости от градусо-сутки отопительного периода.

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания, $\frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C}$:

$$K_m^{tr} = \beta \cdot (A_w / R_w^r + A_F / R_F^r + A_{ed} / R_{ed}^r + n \cdot A_c / R_c^r + n \cdot A_f / R_f^r) / A_e^{sum}$$

где β - коэффициент, учитывающий дополнительные тепловые потери, связанные с ориентацией ограждений по сторонам горизонта, с ограждениями угловых помещений, с поступлением холодного воздуха через входы в здание: для жилых зданий $\beta = 1,13$ (2);

$A_w, A_F, A_{ed}, A_c, A_f$ - площади соответственно стен, заполнений светопроемов, наружных дверей и ворот, покрытий (чердачных перекрытий), цокольных перекрытий, M^2 ;

$R_w^r, R_F^r, R_{ed}^r, R_c^r, R_f^r$ - приведенные сопротивления теплопередаче соответственно стен, заполнений светопроемов, наружных дверей и ворот, покрытий, цокольных перекрытий, $\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$, полов по грунту;

n - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху согласно таблице 3* СНиП II-3.

Воздухопроницаемость наружных ограждений Gm , $кг/(M^2 \cdot ч)$, принимается по табл.12* СНиП II-3.

Требуемая кратность воздухообмена жилого здания n_a , 1/ч, согласно СНиП 2.08.01 устанавливается из расчета $3 M^3/ч$ удаляемого воздуха на один метр квадратный жилых помещений и кухонь:

$$n_a = 3 \cdot \frac{A_r}{\beta_v \cdot V_h}$$

где A_r - жилая площадь, M^2 ;

β_v - коэффициент, учитывающий долю внутренних ограждающих конструкций в отапливаемом объеме здания, принимаемый равным 0,85;

V_h - отапливаемый объем здания, M^3 .

Приведенный инфильтрационный (условный) коэффициент теплопередачи здания K_m^{inf} , $\frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C}$:

$$K_m^{inf} = 0,28 \cdot c \cdot n_a \cdot \beta_v \cdot V_h \cdot \gamma_a^{ht} \cdot k / A_e^{sum}$$

где c - удельная теплоемкость воздуха, равная $1 \frac{кДж}{кг \cdot ^\circ C}$ (1);

n_a - средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, 1/ч, принимается по нормам проектирования соответствующих зданий - исходя из удельного нормативного расхода воздуха $3 M^3/ч$ на $1 M^2$ жилых помещений и кухонь;

βv – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций. При отсутствии данных принимать $\beta v=0,85$;

$n_a \cdot \beta v \cdot V_h$ - для жилых помещений принимают равным $3 \cdot A_r$, где A_r - площадь жилых помещений и кухонь;

γ_a^{ht} - средняя плотность наружного воздуха за отопительный период, кг/м³:

$$\gamma_a^{ht} = \frac{353}{273 + t_{ext}^{av}}$$

где t_{ext}^{av} - средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С;

k – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях.

Общий коэффициент теплопередачи здания K_m , $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$:

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf}$$

Теплоэнергетические показатели

Общие теплотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период Q_h , МДж:

$$Q_h = 0,0864 \cdot K_m \cdot D_d \cdot A_e^{sum}$$

Удельные тепловые тепловыделения q_{int} , Вт/м², следует устанавливать, исходя из расчетного удельного электро- и газопотребления здания, но не менее 10 Вт/м².

Бытовые теплопоступления в здание за отопительный период Q_{int} , МДж:

$$Q_{int} = 0,0864 \cdot q_{int} \cdot z_{ht} \cdot A_r$$

Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период Q_s , МДж:

$$Q_s = \tau_F \cdot k_F \cdot (A_{F1} \cdot I_1 + A_{F2} \cdot I_2 + A_{F3} \cdot I_3 + A_{F4} \cdot I_4) + \tau_{scy} \cdot k_{scy} \cdot I_{hor}$$

где τ_F , τ_{scy} – коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным (2);

k_F , k_{scy} – коэффициенты относительного проникания солнечной радиации соответственно для светопропускающих заполнений окон и зенитных фонарей, принимаемые по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий;

$AF1$, $AF2$, $AF3$, $AF4$ – площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям, м², для промежуточных направлений интенсивность солнечной радиации следует определять интерполяцией;

A_{scy} – площадь светопроемов зенитных фонарей здания, м²,

I_1, I_2, I_3, I_4 – средняя за отопительный период интенсивность солнечной радиации на вертикальные поверхности, соответственно ориентированные по четырем фасадам здания, МДж/м² (2);

I_{hor} – средняя за отопительный период интенсивность солнечной радиации на горизонтальную поверхность, МДж/м² (2).

Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период Q_h^y , МДж:

$$Q_h^y = (Q_h - (Q_{int} + Q_s) \cdot \nu) \cdot \beta_h$$

где ν - коэффициент, учитывающий способность ограждающих конструкций помещений зданий аккумулировать или отдавать тепло, рекомендуемое значение $\nu = 0,8$ (1);

β_h - коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока; для многосекционных и других протяженных зданий $\beta_h = 1,13$, для зданий башенного типа $\beta_h = 1,11$ (1).

Удельный расход тепловой энергии на отопление здания q_e^{des} , $\frac{\text{кДж}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут}}$:

$$q_e^{des} = \frac{Q_h^y \cdot 10^3}{A_h \cdot D_d} \text{ или } q_e^{des} = \frac{Q_h^y \cdot 10^3}{V_h \cdot D_d}$$

где A_h – сумма площадей пола отапливаемых помещений здания, м²;

V_h – отапливаемый объем здания, м³;

D_d – количество градусосуток отопительного периода, $\text{°C} \cdot \text{сут}$ (1).

Данная методика дает объективную оценку теплотерь и отражает реальное теплотребление зданиями.

Список литературы

1. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 1999.
2. Методика составления теплоэнергетического паспорта объекта.

Формы и методы подготовки квалифицированных специалистов для предприятий автомобильной отрасли

Хабибуллин Р.Г., Макарова И.В., Дилебашвили Р.Е.
(г. Набережные Челны, ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия, кафедра «Сервис транспортных систем»,
e-mail: hrg_kampi@mail.ru, kamIVM@mail.ru)

This article is devoted to problems of qualified personnel training system organization for automobile industry. The possibility of usage of IT-technologies and distance education forms in personnel training and retraining system is considered.

Автомобильная отрасль имеет ряд особенностей, требующих специфического подхода к подготовке высококвалифицированного персонала, обеспечивающего эффективное ее функционирование во время всего жизненного цикла автомобильной техники: исследование существующих и перспективных рынков сбыта, проектирование, производство, продажи, эксплуатация, сервис, реновация и утилизация.

Поскольку фирма-производитель несет ответственность за свою продукцию от момента ее проектирования до утилизации, то и специалисты, создающие и обслуживающие ее, должны быть компетентными, чтобы обеспечить как создание конкурентоспособного изделия, так и надежную его эксплуатацию, а также сервисное сопровождение. Особенностью автомобильной отрасли является тот факт, что для обеспечения надежной эксплуатации автомобильной техники необходимо наличие развитой инфраструктуры (включающей объекты транспортно-дорожного комплекса, сети сервисных предприятий и логистической системы обеспечения запасными частями и комплектующими). Инженер-проектировщик должен обладать необходимыми знаниями и компетенциями для учета особенностей тех условий, в которых будет эксплуатироваться разрабатываемая техника. В то же время, специалисты, эксплуатирующие, обслуживающие автомобильную технику, осуществляющие сбыт, обеспечение запасными частями должны знать конструктивные особенности каждой модели.

Это требует нового подхода к построению образовательных программ, ориентированных на подготовку специалиста, компетентного в предметной области, владеющего IT-технологиями как инструментом для решения задач отрасли. Образовательные программы должны быть ориентированы на потребности завтрашнего дня: – «учить не тому, что есть, а тому, что будет».

Основным структурным звеном современного автосервисного предприятия является инженер технической службы. В современном понимании инженер – это специалист с высшим образованием, который, опираясь на теоретические знания, профессиональные навыки, деловые качества, обеспечивает создание, преобразование, поддержание в

работоспособном состоянии технических, технологических и других систем с требуемыми показателями их функционирования.

Произошедшее за последние годы резкое увеличение числа субъектов, осуществляющих автотранспортную деятельность, при уменьшении их мощности (размер парка, численность персонала, число постов обслуживания и ремонта, производственные площади) обусловило существенное изменение функциональных обязанностей специалистов. Вместе с тем произошло снижение уровня специальной и общей подготовки кадрового состава предприятий. Среди специалистов 18% имеют высшее и 31% - среднее профессиональное образование автотранспортного профиля, 28% не имеют специального образования, соответствующего выполняемым функциональным обязанностям, но прошли квалификационную подготовку на автомобильном транспорте и условно относятся к категории «практики» и до 23% - специалисты, имеющие образование, включающее только основы автомобильной подготовки.

Таким образом, на должностях специалистов предприятий автомобильного транспорта работает до 50% лиц, не имеющих профильного высшего и среднего профессионального образования. Особенно эта доля велика (доходит до 70-80%) среди ответственных за транспортную деятельность неавтотранспортных предприятий и фирм.

Аналогичное положение и в транспортно-дорожном комплексе, где, как отмечалось на состоявшейся в сентябре 2006 г. коллегии Министерства транспорта и дорожного хозяйства республики Татарстан, всего лишь порядка 30% специалистов разных уровней подготовки имеют специальное профильное образование. Даже среди рабочих транспортно-дорожного комплекса почти половина не имеет профессионального образования. Проблемой является также тот факт, что уровень профессиональной подготовленности выпускников даже профильных образовательных учреждений не отвечает требованиям сегодняшнего дня. Уровень требований заказчиков к молодому специалисту в условиях изменяющейся экономики постоянно растет [1], а система профессионального образования достаточно инертна.

Это приводит к тому, что заказчики (т.е. предприятия) вынуждены вкладывать огромные средства в организацию системы переподготовки кадров. В то же время, у образовательных учреждений есть определенный потенциал для подготовки специалистов в соответствии с требованиями заказчиков. И единственный путь в построении эффективной системы профессиональной подготовки конкурентоспособного специалиста – ориентация образовательных учреждений на требования рынка труда и взаимодействие с заказчиком. Компетентностно-ориентированное образование – это единственно возможный путь удовлетворения потребностей работодателей в квалифицированных кадрах в условиях динамично развивающейся экономики. Основным является не тот набор информации, которую получил и «усвоил» выпускник образовательного

учреждения, а его способность решать поставленные перед ним задачи, используя полученные навыки.

Чтобы реализовать подобную систему обучения необходимо использовать инновационный подход, как к ее построению, так и к реализации. При этом главными факторами является ориентация на потребности работодателя и использование инновационных технологий обучения. Поэтому наряду с формированием основных образовательных программ в соответствии с потребностями работодателей необходимо также расширять и совершенствовать систему подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов и персонала. Кроме того, необходима система прогнозирования, поскольку корректное определение текущей и будущей потребности в специалистах позволит с одной стороны, удовлетворить запросы рынка труда, а с другой – обеспечит востребованность кадров и избавит предприятия от необходимости вкладывать дополнительные средства в их переподготовку. Мониторинг потребностей в специалистах должен вестись постоянно, поскольку ситуация на рынке труда динамична, а система подготовки персонала, особенно специалистов, достаточно инертна, поскольку требует длительной подготовки.

В настоящее время обеспечение автомобильной отрасли специалистами и кадрами массовых профессий в необходимом количестве и требуемой квалификации реализуется действующей системой профессионального образования, переподготовки и повышения квалификации специалистов автотранспортного комплекса:

- Подготовка кадров водителей и ремонтных рабочих основных специальностей автомобильного профиля, осуществляемая учебно-курсовыми комбинатами ав-томобильного транспорта и отраслевыми профессиональными училищами.
- Переподготовка с целью получения дополнительных знаний, умений и навыков по образовательным программам, предусматривающим изучение отдельных дисциплин, разделов науки, техники и технологии, необходимых для выполнения нового вида профессиональной деятельности.
- Повышение квалификации для обновления теоретических и практических знаний в соответствии с требованиями к специалистам.
- Стажировка для формирования и закрепления на практике профессиональных знаний, умений и навыков, полученных в результате теоретической подготовки.

Предприятия-работодатели заинтересованы в получении квалифицированного и обученного персонала, вкладывают огромные средства в создание систем фирменного обучения, целью которых является поддержание корпоративной культуры, а основным принципом подготовки специалиста по конкретному направлению становится принцип

«последовательного накопления знаний» и формирования компетенций с использованием уже полученных навыков. Не отрицая необходимость появления подобных обучающих структур, нельзя игнорировать тот факт, что для успешной реализации процесса обучения необходимой составляющей должна являться способность обучаемого воспринять и усвоить передаваемую ему информацию. Так, Зеер Э.Ф. [2] отмечает, что «...В современном постиндустриальном обществе существенно изменились социально-профессиональные функции работников; оказались востребованными такие качества, как обучаемость, организованность, самостоятельность, коммуникативность, саморегуляция, ответственность, практический интеллект, надежность, способность к планированию, самоконтроль ...». Эти качества обеспечиваются его подготовленностью к профессиональной деятельности на конкретном рабочем месте, то есть базовым уровнем, который обеспечивает именно образовательное учреждение, поэтому и корпоративные системы обучения должны создаваться в тесном взаимодействии предприятий-работодателей с образовательными учреждениями разных уровней.

В этом случае основным инструментом как преподавателя, так и обучаемого становится компьютер, а технологии работы с информацией в процессе обучения – ИТ-технологии. Поскольку требования работодателей в настоящее время предполагают знание ИТ-технологий, при построении учебных курсов следует, на наш взгляд, ориентироваться на приобретение студентами навыков использования тех программных продуктов и математических моделей, которые используются для решения задач, аналогичных тем, с которыми он столкнется в профессиональной деятельности. Компетентность специалиста выразится в его умении сориентироваться во всем многообразии информации, выбрать из нее нужную, проанализировать и сделать соответствующие выводы. На всех этапах работы с информацией – сбора, обработки, анализа – используются программные средства, связанные со спецификой отрасли и конкретного рабочего места.

Поскольку создание корпоративной системы обучения персонала требует создания сети учебных центров, меняются и принципы, заложенные в основу создания такой системы и технологии обучения. Благодаря средствам новых информационных и коммуникационных технологий появилась новая технология подготовки и переподготовки специалистов, а именно - дистанционное обучение. Дистанционное обучение, основанное на использовании технологий Интернета, выполняет ряд новых функций и предполагает реализацию определенных принципов, среди которых большое значение имеет принцип распределенного сотрудничества, интеграции, вхождения в мировое сетевое образовательное сообщество. Дистанционное обучение предоставляет возможность всем желающим непрерывно повышать свой профессиональный уровень с учетом индивидуальных особенностей.

Дистанционное обучение, в особенности та из его форм, в основу которой положены технологии Интернета, позволяет решить проблемы современного образования, связанные как с его непрерывностью

(«образование через всю жизнь»), так и с удаленностью учебно-консультационных центров от места основного производства. Вторым аспектом особенно актуальным для больших корпораций, поскольку создание учебных центров непосредственно на каждом предприятии требует значительных материальных затрат.

Модели дистанционного обучения можно классифицировать следующим образом (рис. 1).

Наиболее перспективна первая модель, поскольку она позволяет сочетать преимущества дистанционной формы обучения (обучение в индивидуальном режиме и по индивидуальным программам, обучение без отрыва от производства и т.п.) с очными консультациями и традиционными формами итогового контроля.

Сетевое обучение необходимо для тех случаев, когда возникают сложности с качественным обеспечением учащихся очными формами обучения (для студентов и персонала, желающих повысить свой профессиональный уровень, сменить профессию и т.д.).

Модель сетевого обучения и кейс-технологий предназначена для дифференциации обучения либо на основе действующих учебников, электронных курсов на компакт-дисках, либо за основу принимаются действующие учебники, электронные курсы на компакт-дисках, а управление познавательным процессом осуществляется в сетях; третий вариант предполагает, что информационно-предметная среда представляет собой целостную образовательную систему той или иной вузовской специальности с полным набором всего информационного массива, необходимого и достаточного для достижения поставленных задач обучения в данной образовательной системе.

Последняя модель (интерактивное телевидение) связана с телевизионными технологиями и в настоящее время является дорогостоящей.

Список литературы

1. Ткаченко Е.В. Начальное, среднее и высшее профессиональное образование России: возможности сохранения и развития // Научно-практическая конференция «Образование в Уральском регионе: научные основы развития и инноваций». 2005. <http://www.uroao.ru/konf2005>

2. Зеер Э.Ф. Компетентностный подход к образованию. // Научно-практическая конференция «Образование в Уральском регионе: научные основы развития и инноваций», 2005. <http://www.uroao.ru/konf2005>

Изучение влияния динамики спроса на функционирование предприятий автомобильного сервиса

Хабибуллин Р.Г., Макарова И.В., Лысанов Д.М.
(г. Набережные Челны, ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия, кафедра «Сервис транспортных систем»,
e-mail: hrg_kampi@mail.ru, kamIVM@mail.ru)

This article is devoted to study the dynamics of demand on basic services the service center enterprise. Pacing factors which have effect on demand and dependence of activity enterprises because of that factors is considered.

С точки зрения системного подхода предприятия, функционирующие в сфере автосервиса, являются объектами, обладающими определенными материальными, трудовыми, энергетическими, финансовыми, информационными ресурсами и осуществляющими деятельность по удовлетворению потребностей в услугах по ТО и ремонту автомобилей. Каждое предприятие может рассматриваться как система, в которой имеется производственный блок и блок управления, которые находятся во взаимодействии с внешней средой.

Внешняя среда представляется клиентами, предъявляющими спрос на услуги; поставщиками комплектующих материалов, запасных частей, а также совокупностью государственных, политических, социальных и демографических условий, воздействие которых оказывает существенное влияние на показатели деятельности предприятий. Значительное дестабилизирующее воздействие на производство может оказать спонтанное изменение спроса, деятельность конкурентов, колебания в ценах, перебои в восполнении ресурсов, отказ в работе технологического оборудования. Часть дестабилизирующих воздействий внешней среды может быть компенсирована за счет собственной устойчивости предприятия.

Существенное влияние на эффективность работы автосервисного предприятия оказывает колебание спроса в течение года. Коэффициент обращения владельцев автомобилей на предприятия автосервиса составляет 0,85. Спрос на услуги может быть представлен случайной величиной, распределенной по одному из следующих законов (1): нормальному, логнормальному или Вейбулла (рис. 1).



Рис. 1. Распределение потока требований, поступающих на предприятия автосервиса

Вероятность выполнения всех заказов, поступающих на предприятие, высока в летний период, так как поток требований в это время ниже мощностей сервисных предприятий. В зимний период число автовладельцев, получивших отказ в выполнении заказа, резко возрастает в связи с тем, что мощности предприятий не позволяют справиться с объемом работ. Поэтому, как вариант развития сети предприятий автосервиса, должен быть предусмотрен механизм сглаживания сезонных колебаний, включающий и аспект рационального размещения. Среди таких мероприятий могут рассматриваться (2):

- увеличение числа рабочих постов;
- увеличение производительности обслуживающего персонала за счет замены части персонала более квалифицированными специалистами;
- оснащение производственных участков новым, более современным и высокопроизводительным оборудованием;
- привлечение клиентов за счет проведения рекламной кампании, введения системы скидок для постоянных клиентов;
- политика снижения цен в период отсутствия «пиковых» нагрузок.

Рассмотрим механизм адаптации предприятия к колебаниям спроса, в частности, к сезонным нагрузкам с использованием вероятностного подхода. Задача приспособления производства к изменяющемуся спросу является типичной для предприятий автосервиса.

Вероятность того, что заявка клиента на услуги будет удовлетворена, может быть найдена из выражения: $P = \frac{X_p}{X_c}$, где X_p – реализованный спрос; X_c – количество возникающих заявок.

Однако эта вероятность изменяется в зависимости от объема спроса. Так, вероятность обслуживания клиентов резко уменьшается в том случае, когда спрос превосходит уровень производственных возможностей предприятия. Кроме того, вероятность снижается также при возрастании времени ожидания обслуживания из-за того, что часть клиентов покидает очередь.

При известном значении спроса X_c и вероятности удовлетворения заявки можно определить ожидаемый объем выполнения услуг: $X_p = P \cdot X_c$

Таким образом, качество обслуживания клиентов в сфере автосервиса можно охарактеризовать двумя взаимосвязанными показателями: вероятностью выполнения заявки P и объемом выполненных услуг X_p , причем показатель вероятности является определяющим. Особенность показателя X_p состоит в том, что его целесообразно применять при превышении уровня спроса X_c имеющихся мощностей предприятия M_c : $X_c > M_c, P < 1$.

В противном случае ($X_c < M_c, P \approx 1$) этот показатель целесообразно дополнить другой характеристикой работы – уровнем использования производственных мощностей: $\frac{M_c - X_c}{M_c}$. Недогрузка мощностей предприятия

может свидетельствовать о низком уровне качества выполняемых услуг, плохой рекламе, неудовлетворительном маркетинге и т. п.

Рассмотрим основные факторы, определяющие величину P . Этот показатель зависит от вероятности совпадения двух событий:

- 1) готовности клиента потратить время для ожидания в очереди – P_1 ;
- 2) наличия свободного и исправного технологического оборудования – P_2 .

Таким образом, $P = P_1 \cdot P_2$.

Величина P_1 зависит от времени ожидания $t_{ож}$ принятия заказа на техническое обслуживание или ремонт автомобиля. Действительно, если в момент появления спроса он может быть удовлетворен, тогда $t_{ож} = 0$, а вероятность удовлетворения спроса $P = 1$. Это значит, что все возникающие заявки будут выполнены. Если в указанный момент все рабочие посты предприятия заняты, то клиент либо покинет предприятие, либо будет ждать появления возможности реализовать спрос. При значении времени ожидания $t_{ож} = t_в$ одна часть заявок будет потеряна, а остальные заявки будут выполнены. Однако время ожидания начала работ не может быть бесконечным. При некотором критическом значении времени ожидания $t_{ож} = t_к$ практически все клиенты покинут предприятие, не дождавшись обслуживания. Отсюда следует, что чем больше $t_{ож}$, тем большая часть заявок теряется и, таким образом, вероятность удовлетворения спроса уменьшается. Характер кривых, описывающих поведение очередников, представлен на рис. 2 (2).

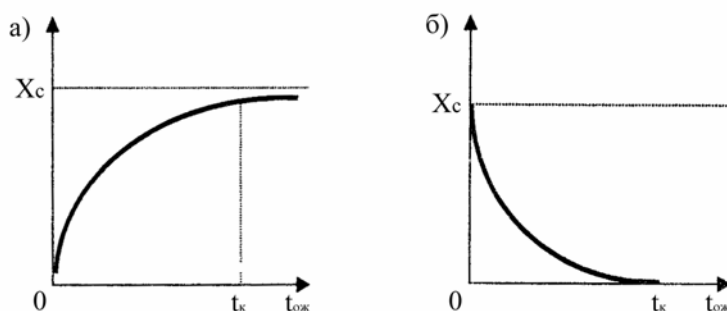


Рис. 2. Функции поведения очередников

а) $P_1 = F(t_{ож})$ – функция распределения общего числа клиентов, покинувших очередь к моменту t ;

б) $[1 - F(t_{ож})]$ – функция распределения числа клиентов, дождавшихся очереди на обслуживание.

Величина P_2 может быть охарактеризована функцией распределения предельного времени ожидания начала обслуживания, которая зависит от двух видов факторов:

1) мощности автосервисного предприятия M_c , которая определяется количеством рабочих постов X , производительностью каждого из них Π , средней вероятностью поломки оборудования $P_{об}$, коэффициентом сменности работы на предприятии $K_{см}$:

$$M_c = f[X, \Pi, (1 - P_{об}), K_{см}];$$

2) числа автомобилей в очереди N_a . С ростом интенсивности потока заявок время ожидания в очереди возрастает нелинейно, с некоторым ускорением, обусловленным нарастанием времени межоперационных простоев и перерывов в работе, что соответствует принципу убывающей эффективности производства.

Влияние этих факторов представлено на рис. 3, где время ожидания начала обслуживания представлено в двух проекциях: как убывающая нелинейная функция от мощностей M_c и как нелинейная возрастающая функция, зависящая от интенсивности потока заявок на обслуживание N_a .

$P_2 = G(M_c, N_a)$, где G – многомерная функция распределения времени ожидания начала обслуживания.

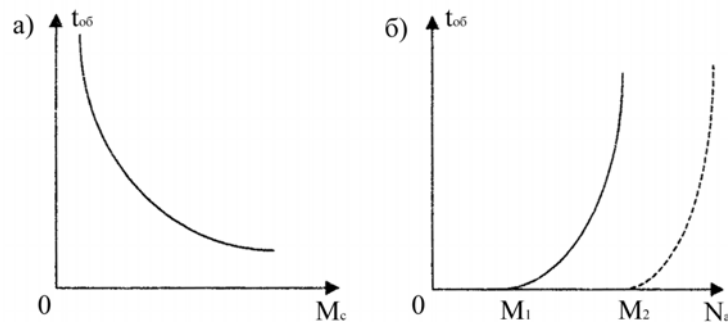


Рис. 3. Изменение времени ожидания начала работ от:

а) производственной мощности предприятия M_c ; б) интенсивности потока заявок N_a .

Тогда формулу вероятности удовлетворения клиентом своего спроса на обслуживание и ремонт можно записать следующим образом:

$$P = \int_0^t [1 - F(t_{ож})] dG(M_c, N_a).$$

Описанная задача принадлежит к классу задач теории массового обслуживания для многоканальных систем. Она сильно усложняется в том случае, если рассматриваются различные виды услуг, требующие различного времени проведения работ и имеющие различный характер функций спроса на отдельных временных интервалах.

Анализ приведенных соотношений свидетельствует о том, что объем выполненных заявок может быть увеличен за счет:

- 1) увеличения производительности постов $П$ и их числа X ;
- 2) уменьшения вероятности отказов оборудования $Роб$ и увеличения коэффициента сменности работы $Kсм$;
- 3) дополнительного привлечения клиентов (увеличение Na) с помощью рекламы или снижения цен на определенные виды услуг, обладающие высокой эластичностью в период отсутствия «пиковых» нагрузок.

Обозначим Z_1, Z_2, Z_3 – затраты, соответствующие внедрению каждого из перечисленных выше мероприятий. Тогда механизм адаптации деятельности сервисного предприятия к изменяющемуся спросу должен удовлетворять следующим условиям:

$$\begin{cases} Z_1 < \Delta\Pi_1; \\ Z_2 < \Delta\Pi_2; \\ Z_3 < \Delta\Pi_3, \end{cases} \text{ где } \Delta\Pi_1, \Delta\Pi_2 \text{ и } \Delta\Pi_3 \text{ – прирост годовой прибыли}$$

предприятия в результате реализации рассмотренных мероприятий.

Эффективность этих мероприятий ограничивается экономической целесообразностью и предполагает поиск компромиссного решения между стремлением удовлетворить весь поток требований и финансовыми затратами, связанными с увеличением производственных мощностей предприятий (3).

Более сложным образом должна быть организована работа адаптационного механизма в динамике. Зная основные тенденции увеличения парка автомобилей, можно сделать прогноз числа автомобилей, дислоцированных в районе расположения автосервисного предприятия. С учетом среднего количества обращений и динамики сезонных колебаний, можно осуществить прогноз спроса на сервисные услуги для рассматриваемого временного интервала. Для этого же промежутка времени рассчитываются различные варианты развития предприятия с учетом сделанного прогноза спроса и предусматривающие различные способы использования имеющихся внутренних ресурсов, а также привлечения заемных средств. Наиболее предпочтительным вариантом является тот, который обеспечивает максимальную прибыль предприятия на всем этапе прогнозирования. Решение данной задачи может быть осуществлено на основе имитационно – оптимизационного подхода, позволяющего сочетать алгоритмы решения задач планирования, статистические методы прогнозирования спроса и эвристические процедуры выбора решений (4).

Список литературы

1. Миротин Л. Б. Управление автосервисом. – М.: Экзамен, 2004.
2. Егорова Н. Е., Мудунов А. С. Автосервис. Модели и методы прогнозирования деятельности. – М.: Экзамен, 2002.
3. Чеканский А. Н., Фролова Н. Л. Теория спроса, предложения и рыночных структур. – М.: Теис, 1999.
4. Багриновский К. А., Егорова Н. Е. Имитационные системы в планировании экономических объектов. – М.: Наука, 1980.

Применение ИТ-технологий для повышения эксплуатационной надежности автомобильной техники

Хабибуллин Р.Г., Макарова И.В., Сахапов И.А.
(г. Набережные Челны, ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия, кафедра «Сервис транспортных систем»,
e-mail: hrg_kampi@mail.ru, kamIVM@mail.ru)

This article is devoted to analysis of 3D-modelling and CAD/CAE - technologies application possibility for deflected mode of automobile construction determination at modification external effect. Example of connecting-rod bearing deflected mode simulation for the purpose of analysis reasons beginnings of irregular deterioration is considered.

Проблема повышения надежности автомобильной техники является актуальной как для фирм-производителей, так и для фирм, эксплуатирующих автомобили, поскольку одним из факторов, определяющих конкурентоспособность автомобиля, является его безотказная работа, что, в конечном счете, отражается на прибыли, получаемой предприятием. Актуальность проблемы обеспечения надежной и безотказной работы автомобильной техники обусловлена также тем, что затраты на ее техническое обслуживание и, в особенности, на ремонт сопоставимы с первоначальной стоимостью.

Фирмы-производители автомобильной техники несут ответственность за свою продукцию от момента ее проектирования до утилизации, поэтому качество проектных работ наряду с качеством технологической подготовки производства, а также самого производственного процесса является гарантией ее надежной и безотказной работы в эксплуатационный период.

Отказы автомобильной техники нередко возникают раньше, чем это установлено ресурсом завода-изготовителя, это приводит к неожиданному прекращению или к снижению эффективности ее работы. Для повышения эксплуатационной надежности автомобильной техники необходимо исследовать причины, вызывающие отказы различных узлов и агрегатов и находить пути минимизации вредных воздействий. Возникновение отказов различных узлов и агрегатов автомобиля может быть вызвано как особенностями и недоработками конструкции, так и рядом причин, связанных с условиями его эксплуатации. Изучение характера оказываемых воздействий может базироваться на информации о преждевременных и недопустимых отказах, возникающих в процессе эксплуатации, зафиксированных в виде рекламаций потребителя, после их тщательной обработки и анализа.

Причинами отказов двигателей в большинстве случаев является износ двух основных групп сопряжений: шатунно-кривошипной и цилиндропоршневой.

Многочисленными исследованиями установлено, что изменение технического состояния автомобилей вызывается различными причинами: изнашиванием, усталостным разрушением, пластическими деформациями, коррозией. Пластическая деформация и разрушение являются следствием либо конструктивно-технологических недоработок, либо нарушения правил эксплуатации. Указанные факторы вызывают проворачивание шатунных вкладышей, что приводит к возникновению отказов двигателей.

Аналізу причин проворачивания шатунных вкладышей и поиску способов их устранения посвящены работы многих авторов. Массовость этого дефекта и многочисленность исследований свидетельствуют о том, что физическая сущность данного явления раскрыта недостаточно. Нет четкого обоснования влияния конструктивных, технологических, эксплуатационных факторов, режимов работы двигателя на механизм развития отказа: большинство исследователей объясняют этот отказ либо ухудшением смазки шатунного подшипника и, вследствие этого, схватыванием поверхностей, либо абразивным разрушением трущихся поверхностей. Однако не до конца исследован как механизм возникновения этого явления, так и роль различных факторов в его возникновении.

Основой безотказной и надежной работы шатунных и коренных подшипников в многоцилиндровых дизельных двигателях является сохранение их формы и размеров зазоров.

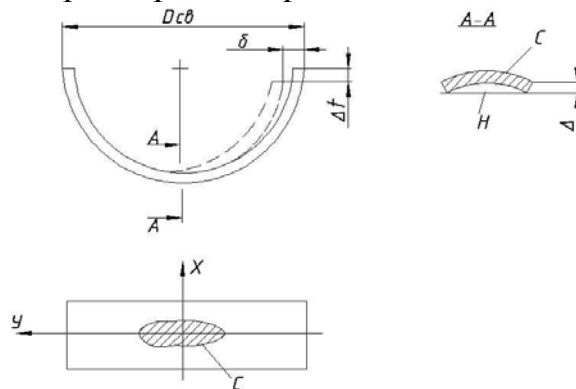


Рис.1. Параметры деформации вкладыша:

Δ - прогиб; δ - размер вкладыша в свободном состоянии; зона С - характерные натир в форме эллипса в средней части рабочей поверхности вкладышей; зона Н – характерный след перегрева средней части на наружной стороне вкладыша в виде темной полосы и кавитационные каверны; Δ_t - снижение натяга.

В процессе работы двигателя происходит формоизменение вкладыша, причины которого до конца не исследованы, что приводит к изменению зазора в сопряжении (рис.2).

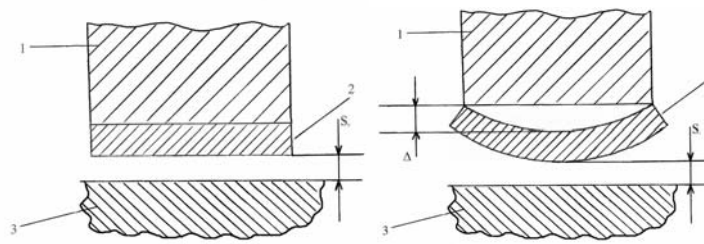


Рис.2. Изменение зазора в сопряжении:

1 – шатун; 2 – шатунный вкладыш; 3 – шатунная шейка коленчатого вала; S_0 – начальный зазор; S_i – зазор, измеренный после работы ДВС на различных режимах; Δ – деформация вкладыша.

Исследования показали (1, 2), что отказ появляется не внезапно, а развивается поэтапно в течение довольно длительного времени: на первом этапе появляются деформации вкладыша в условиях избыточного напряженного состояния; второй этап характеризуется развитием полученных деформаций до критических значений; на третьем появляется проворачивание вследствие полученных деформаций. Первый и второй этапы можно условно охарактеризовать как предповоротное состояние вкладышей.

Предповоротное состояние характеризуется изменением параметров (рис. 1):

- в свободном состоянии появляется изгиб на образующей (прогиб Δ);
- изменяется размер в свободном состоянии (δ);
- на рабочей поверхности появляются характерные натирные зоны в средней части в форме эллипса (зона С);
- на наружной стороне появляется характерный след перегрева средней части в виде темной полосы и кавитационные каверны (зона Н);
- происходит усадка вдоль окружности (снижение натяга Δ_t) по сравнению с новыми вкладышами.

Экспериментально установлено, что продолжительность первого этапа составляет 200 ч (или 10 тыс. км), этап заканчивается образованием первичного прогиба. Второй этап происходит в течение длительного промежутка времени, о чем свидетельствуют кавитационные разрушения на шатуне и вкладыше, которые возникают из-за попадания масла в зазор между вкладышем и шатуном при образовании прогиба и его резком выдавливании оттуда при действии нагрузки на вкладыш. Кавитационные явления представляют собой очаги в зоне стыка вкладышей, длиной равной ширине вкладыша, шириной 2...3 мм, глубиной до 0,1 мм.

При образовании первичного прогиба вкладыш работает по шейке не всей своей площадью, а выпуклой частью. Поскольку при этом вкладыш оторван от постели, то теплоотвод от средней части вкладыша ухудшается, и происходит ее местный перегрев. В результате этого образуется градиент

температур по ширине вкладыша, и происходят температурные деформации средней части вкладыша, они укорачиваются. За счет укорачивания по длине средних слоев происходит уменьшение диаметра, что приводит к увеличению прогиба по образующей. Увеличение прогиба приводит к еще большему нарастанию деформаций, и этот процесс происходит последовательно и необратимо до тех пор, пока моменты трения в подшипнике и в контакте постель-вкладыш не уравниваются, после чего наступает третий, заключительный этап.

Поскольку, как показали исследования, продолжительность первого этапа, заканчивающегося образованием первичного прогиба, составляет 200 ч (или 10 тыс. км), начиная с этого момента, рекомендуется осуществлять проверку шатунных вкладышей на наличие прогиба, при помощи устройств для диагностирования без разборки двигателя.

Существуют различные методы безразборной диагностики двигателя, однако все эти способы являются дорогостоящими и трудозатратными. Установление причин и природы происходящих процессов, анализа факторов, влияющих на возникновение описанных дефектов, для двигателей грузовых автомобилей с вкладышами, имеющими различные характеристики, позволило бы более точно установить, в течение какого времени будет обеспечена надежная и безотказная работа вкладыша. Поскольку испытания двигателей требуют значительных материальных затрат, а также являются длительными по времени и, кроме того, не позволяют обеспечить задание вариативной составляющей стохастических параметров, их проведение является недостаточным для выявления физической природы описанного явления.

В то же время современные методы моделирования и расчета различного рода конструкций с использованием современных программных средств и информационных технологий дают возможность не только учесть при составлении модели многочисленные параметры и задать их различные сочетания, но и выбрать среди полученных вариантов те, которые наиболее адекватно отражают реальную действительность.

В частности, таким методом расчета является метод конечных элементов, реализованный в программном комплексе CAD/CAE-системы APM WinMachine, созданном для компьютерного проектирования и инженерного анализа различных технических систем (3, 4).

По мнению авторов, применение указанного программного продукта на этапе конструирования и расчета различных деталей, узлов, агрегатов автомобиля позволяет определить момент формоизменения вкладыша в зависимости от его характеристик и внешних воздействий. Составление модели ведется на основе реальных данных, полученных во время проведенных испытаний. Эта методика является важным вкладом в процесс создания конкурентоспособного автомобиля, способствует повышению его надежности и является гарантией безотказной и долговечной его работы.

Список литературы

1. Быков В.Г., Салтыков М.А., Горбунов М.Н. Новый способ обеспечения стабильности геометрических параметров вкладышей для высоконагруженных подшипников дизелей//Двигателестроение, 1985. №8. – с. 32-35.

2. Кулаков А.Т. Разработка способа диагностирования шатунных подшипников двигателей и практических рекомендаций для снижения их отказов в процессе эксплуатации (на примере КамАЗ-740). Дис. канд. техн. наук. - Саратов, 1986 - 173с.

3. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. – М.: Изд-во АПМ, 2005. – 472 с.

4. Шелофаст В.В., Чугунова Т.Б. Основы проектирования машин. Примеры решения задач. – М.: Изд-во АПМ, 2004. – 240 с.

***СЕКЦИЯ:
«БЕЗОПАСНОСТЬ
МОРЕПЛАВАНИЯ И
ПРОМЫШЛЕННОЕ
РЫБОЛОВСТВО»***

О безопасной стоянке танкера у плавтерминала

Анисимов А.Н. (АНО «Гильдия лоцманов Кандалакшского залива»);
Юдин Ю.И. (профессор, кафедра Навигации МГТУ); **Рябченко Р.Б.**
(инженер, филиал ГМА им.С.О.Макарова); **Анисимов А.А.** (аспирант
МГТУ), **Рамков И.А.** (МГТУ)

This article is an attempt to analyze the main types of characters, that used in safety mooring operation and safety staying tankers $D_w=45000$ mt and more along side floating jetty with used mooring buoys in windy weather.

Сегодня Россия интенсивно наращивает добычу и перевалку природных ресурсов за границу, что влечет за собой строительство новых портов, модернизацию существующих, а также строительство и эффективное использование рейдовых перегрузочных комплексов. В конструктивном отношении основой этого инженерного сооружения является наплавной переход (плавпричал) из нескольких шарнирно соединенных между собой понтонов, который связан с берегом посредством штанги, а с грунтом посредством мертвых якорей. На плавпричале на жестких металлических опорах проложены трубопроводы, которые на конце последнего понтона заканчиваются устройством для подключения и выдачи нефтепродуктов на танкер. Соединительная штанга плавперехода свободно реагирует на приливы и отливы, постоянно сохраняя одно положение плавпричала и линии трубопроводов на нем, относительно поверхности воды. Как видно из конструктивных особенностей плавпричала, он не может быть использован для швартовки танкеров. Поэтому рейдовый перегрузочный комплекс имеет автономную систему швартовки и стоянки танкера у плавперехода, который определен как многоточечный рейдовый причал.

Многоточечный рейдовый причал представляет собой комплекс рейдовых бочек, расположенных вокруг плавпричала с обоих бортов на расстоянии до 100 м. Количество бочек, их расположение и разрывные усилия бриделей и якорей бочек (якорно-швартовные связи) рассчитаны ЦНИИ согласно ГОСТ, приняты к руководству и успешно эксплуатируются в течении ряда лет. Данная система позволяет производить постановку танкера к плавпереходу на необходимом расстоянии от него для избежания навала, используя табельные (стальные)синтетические швартовные канаты и якоря танкеров. Начальная обтяжка швартовного каната (дуплинем) осуществляется номинальным тяговым усилием швартовных лебедок танкера.

Из вышеизложенного мы видим, что три совершенно самостоятельные и независимые друг от друга системы: плавпереход, многоточечный рейдовый причал и танкер, имеют целью выполнять одну функцию, это безопасная швартовка, стоянка и загрузка танкера. Следует отметить, что эти три объекта будут являться единой системой при установлении между ними определенных связей. Так, танкер

раскрепляется на своих якорях и на швартовных концах, заведенных на бочки т.е. имеет «жесткую» связь с многоточечным рейдовым причалом. С другой стороны, не имея физического контакта с плавпереходом, танкер имеет связь с ним в виде грузовых шлангов, подключенных к нему с терминала. Если система, многоточечный рейдовый причал – танкер, имеет задачу обеспечения безопасной стоянки и бункеровки, то система, плавпереход – танкер, предназначена только для осуществления погрузки и не несет задачи по обеспечению безопасности при стоянке. Можно отметить, что даже не имея подключенных к танкеру трубопроводов, система плавпереход – танкер, будет существовать, поскольку дистанция между бортом танкера и плавпричалом ограничивается 4-6 метрами в зависимости от загрузки. Вполне понятно, что расстояние, на котором расположен танкер от причала, напрямую зависит от стабильности системы, многоточечный рейдовый причал – танкер, которую нельзя назвать жесткой. Эта система является динамической, поскольку подвержена влиянию гидрометеорологических факторов, и в большей степени влиянию ветра.

В докладе представлены практические наблюдения по обеспечению безопасной стоянки танкера дедвейтом 45 тыс. тонн в балласте при сильном ветре, более 10 м/сек. Рассматривается положение танкера относительно плавперехода, когда швартовные канаты обтянуты номинальным тяговым усилием швартовных лебедок танкера. При этом, цепные бидели рейдовых бочек, сами бочки и швартовные канаты танкера будут представлять одну линию-стержень между якорем бочки и кнехтом (ключом) танкера, на котором закреплен швартов. Такая связь представляется как «жесткая» без учета относительного удлинения капроновых вставок или синтетических тросов. Отмечается, что даже при условии наличия такой связи в системе, многоточечный рейдовый причал – танкер, танкер может сблизиться с плавпричалом на опасное расстояние. Это делается возможным от влияния ветра за счет перераспределения сил по величине и направлению в ранее установившихся связях. А при появлении крена танкера в условиях такой «жесткой» связи, перераспределяется по корпусу действие сил плавучести. В этой ситуации уже наличие самого крена танкера будет способствовать сближению его с причалом, а в случае резкого изменения скорости ветра, некоторые «жесткие» связи могут не выдержать возникающих нагрузок, и оборвавшись привести к аварийной ситуации.

Таким образом, вопросы обеспечения безопасной стоянки и погрузки танкеров используя рейдовые перегрузочные комплексы, являются сегодня актуальными, особенно в комплексе с вопросами охраны окружающей среды от загрязнения. Имеющийся практический опыт швартовки танкеров к многоточечному рейдовому причалу и практика обеспечения безопасной стоянки танкеров у плавпричала требуют дальнейшего теоретического исследования и обоснования вопросов безопасности.

Надежность функционирования организационно-технической системы несения вахты

Анисимов А.А., Тропин Б.Л., Сарлаев В.Я., Рамков И.А. (МГТУ, кафедра судовождения)

The models of critical and emergency state of key shipboard operation taking place in the framework of watch keeping technical-organizational system have been constructed.

Одной из задач общего анализа аварий и аварийных случаев, выполняемого в рамках «Положения о порядке классификации, расследования и учета аварийных случаев с судами» является формирование выводов о правильности и эффективности реакции организационно-технической системы несения вахты на разрушительные воздействия реализующихся опасностей. При этом аварию или аварийный случай не следует рассматривать с позиции одномоментности события, поскольку одномоментный подход способен лишь обеднить картину развития ситуации и не способствовать выявлению причинно-следственного характера действий и событий, которые в конечном итоге приводят как к материальным, так и другим нежелательным последствиям. Поэтому возникает необходимость в разработке моделей аварийных и критических ситуаций в рамках функционирования организационно-технической системы несения вахты составленной в виде последовательной эволюционной диаграммы и представленной с помощью направленного графа переходов $G(P,V)$, где P – вершины, а V – ребра графа

В качестве исходных гипотез, определяющих особенности построения моделей аварийных и критических ситуаций (Рис.1) будем использовать следующие предположения:

- опасные факторы, способствующие ошибкам человеческого элемента, отказам технических и сбоям организационных средств, а так же отказам средств диагностики, существуют постоянно, а их природа, характер и интенсивность воздействия могут варьироваться в зависимости от конкретных обстоятельств;
- нормальным состоянием организационно-технической системы является ее устойчивое состояние к воздействию опасных факторов, уравновешиваемому адекватной реакцией системы в целом;
- выход системы из устойчивого состояния может быть обусловлен либо ошибкой человеческого элемента, отказом технической или организационной подсистемы, либо снижением защитных особенностей средств диагностики.

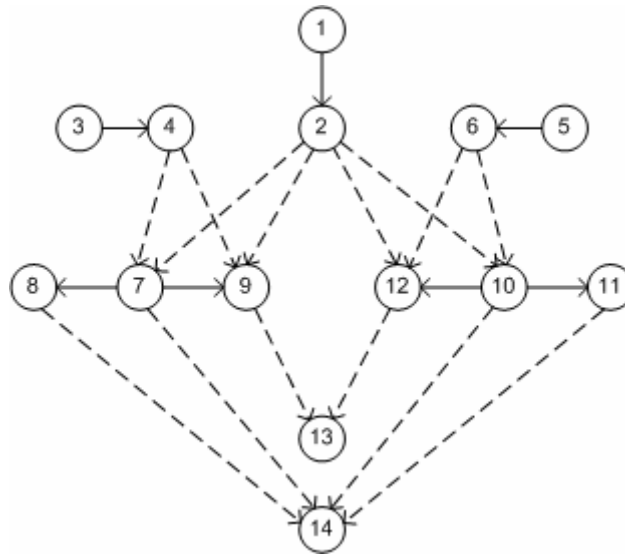


Рис.1

Исходными вершинами эволюционной диаграммы $G(P,V)$ являются состояния нормального функционирования подсистем, образующих организационно-техническую систему в целом. Так состояние нормального функционирования подсистемы человеческий элемент соответствует вершине P_1 , подсистемы технических средств – вершине P_3 , подсистемы организационных средств - вершине P_5 , а вершины направленного графа P_7 и P_{10} отражают состояния нормального функционирования средств технической и организационной диагностики организационно-технической системы несения вахты. Ребра $v \in V$ графа $G(P,V)$ представленные на Рис.1 в виде сплошных линий фиксируют направленные переходы подсистем организационно-технической системы несения вахты из состояния в состояние. Так управленческой ошибке человеческого элемента отвечает вершина P_2 , отказу технических средств - вершина P_4 , сбоем организационных средств - вершина P_6 . Вершины направленного графа P_8, P_9, P_{11}, P_{12} соответствуют состояниям средств диагностики при фиксации ложных или скрытых отказов и сбоев в технической и организационной подсистеме соответственно. Действительно, с точки зрения последствий отказов судовых технических средств и сбоев в организации несения вахты при обеспечении безопасной эксплуатации судна целесообразно рассматривать только скрытые и ложные. При этом под скрытыми техническими отказами и организационными сбоями следует понимать события, при которых ни средства технической диагностики, ни организационные контрольные мероприятия не парируют эти события. В то же время ложными отказами и ложными сбоями необходимо считать самопроизвольно вырабатываемые сигналы об отказах и сбоях при нормальной работе подсистем организационно-технической системы. Ребра $v \in V$ направленного графа $G(P,V)$ в виде пунктирных линий показывают эволюционные пути развития ситуаций при наличии ошибок человеческого элемента, скрытых или ложных отказов и сбоев технических или организационных средств. Конечными вершинами эволюционной диаграммы Рис.1 являются

вершины P_{13} и P_{14} , которые определяют состояния аварийности и критичности организационно-технической системы несения вахты в целом.

Пусть в случайные моменты времени совершает ошибки человеческий элемент, а средства диагностики обнаруживают ложные или скрытые отказы и сбои в технической и организационной подсистеме [1]. Тогда учитывая, что критическая ситуация в организационно-технической системе, фиксируемая состоянием P_{14} , будет складываться лишь в случае подачи сигнала о ложных отказах и сбоях, а так же при парировании средствами технической или организационной диагностики скрытых отказов и сбоев, модель такой ситуации можно представить так.

$$P_{14} = P_{14}^0 \vee P_{14}^1 \vee P_{14}^2 \vee P_{14}^3 \vee P_{14}^4 \vee P_{14}^5, \quad (1)$$

где каждая ее компонента является монотонной цепочкой переходов вида

$$P_{14}^0 = P_1 \& P_2 \& P_7;$$

$$P_{14}^1 = P_1 \& P_2 \& P_{10};$$

$$P_{14}^2 = P_3 \& P_4 \& P_7;$$

$$P_{14}^3 = P_5 \& P_6 \& P_{10};$$

$$P_{14}^4 = P_8; \quad P_{14}^5 = P_{11}.$$

Состояние организационно-технической системы несения вахты, классифицируемое как аварийное (вершина направленного графа P_{13}), определяется ошибками человеческого элемента, отказами или сбоями технической или организационной подсистемы, а так же отказами средств диагностики. Модель аварийной ситуации, которая складывается в организационно-технической системе несения вахты, можно записать так

$$P_{13} = P_{13}^0 \vee P_{13}^1 \vee P_{13}^2 \vee P_{13}^3, \quad (2)$$

где каждая компонента является монотонной цепочкой переходов вида

$$P_{13}^0 = P_1 \& P_2 \& P_9;$$

$$P_{13}^1 = P_1 \& P_2 \& P_{12};$$

$$P_{13}^2 = P_3 \& P_4 \& P_9;$$

$$P_{13}^3 = P_5 \& P_6 \& P_{12}.$$

Математические модели (1) и (2) составленные в рамках ассоциативно-структурного подхода, способны обеспечить как процесс оценки надежности организационно-технической системы несения вахты, так и процесс прогнозирования эффективности вложения ресурса в поддержание системы менеджмента безопасной эксплуатацией на судах компании.

Расчет центра тяжести Z_g по периоду качки T (рекомендации для капитана)

Дудченко В.М. (МГТУ, кафедра управления судном и промышленного рыболовства); Бахарев А. Е. (МГТУ)

1. Введение

1.1. При плавании в море различными Правилами капитану рекомендуется контролировать остойчивость, непотопляемость и безопасность вверенного корабля, экипажа и груза, а также четкую, бесперебойную работу механизмов и систем (ГД, АУ, радионавигационное и электро оборудование, якорное, швартовное и спасательное устройства, прочность корпуса, переборок, водонепроницаемых закрытий, живучесть систем, вспомогательных и аварийных ВДГ, ПЗМ и др.).

1.2. В соответствии с п.1.1 именно поэтому в Правилах Российского морского регистра судоходства указано, что формальное соблюдение указаний Информации “не освобождает капитана от ответственности за остойчивость судна”.

1.3. Контроль остойчивости любого плавсредства производится принятыми в теории корабля и рекомендуемыми на практике способами определения аппликаты центра тяжести Z_g и поперечной метацентрической высоты h в каждом конкретном случае нагрузки корабля при его эксплуатации в море с учетом всех других факторов (шторм, обледенение, палубный груз на промысле, затопление отсека и др.).

Кроме того, технической документацией с постройки указаны характеристики плавсредства: водоизмещение Δ_0 и координаты его центра тяжести x_0 , y_0 , и z_0 ; осадка по грузовую марку d ; инерционный коэффициент c ; зависимости коэффициента общей полноты $C_b = f(d)$, коэффициента полноты ватерлинии $\alpha = f(d)$ и аппликаты поперечного метацентра $z_m = f(d)$ – по данным кривых элементов теоретического чертежа в зависимости от осадки).

2. Корректная постановка задачи

2.1. Задача. Определить остойчивость плавсредства в случае загрузки при его эксплуатации.

2.2. Решение : а) длина L , м и ширина B , м; осадка d , м - по расчетному водоизмещению $d = \Delta/\gamma C_b LB$, или по замерам на марках углубления носом и кормой, см. построечный чертеж «Грузовая марка», или по замеру надводного борта на миделе : $d = D - (f_{пр} + f_{л})/2$, где $f_{пр}$ и $f_{л}$ - замеры Пр.Б и ЛБ; инерционный коэффициент c , $c \cdot m^{-0,5}$ или по расчету $c = 0,746 + 0,046 \cdot B/d - 0,086L/100$; плотность забортной воды расчетная $\gamma = 1,025 \text{ т/м}^3$ или фактическая по замеру денсиметром в порту, или по данным Гидрометцентра и справочников; площадь скуловых килей, или

брускового кия или то и другое вместе A_k ; коэффициент A_k/LB , % (см. п.2.1.8, ч.1V. Остойчивость «Правил классификации и постройки морских судов» Российского морского регистра судоходства, издания 2003 г.).

2.3. Множители X_1 , X_2 , S и коэффициент k (табл. 2.1.8.1-1, 2.1.8.1-2, 2.1.8.1-3 и 2.1.8.2 “Правил...” Российского морского регистра судоходства и Приложение 1. (См. в конце текста).

2.4. В море – замирами периода качки по секундомеру T , с., а амплитуды качки θ_1 , град. – по кренометру с точностью $\pm 0,3...0,4^0$, как среднее значение не менее, чем 8 замеров на Пр.Б и ЛБ при нерегулярном волнении, т. е. при $n = 8$ $\theta_{1cp} = (\sum \theta_{iПрБ} + \sum \theta_{iЛБ})/16$, а $T_{ПрБ} = (\sum T_{iПрБ})/8$, $T_{ЛБ} = (\sum T_{iЛБ})/8$, $T_{cp} = (T_{ПрБ} + T_{ЛБ})/2$. Следует считать период качки T как время между на- кренениями плавсредства (корабль, судно или др.) от и до на один борт. Рассчитать по формуле $r = (Y/109)^2/S$, когда $Y = \theta_{1cp}(X_1 \cdot X_2 \cdot k)$, а S - по табл. 2.1.8.1 – 3 и рис. 4, тогда расчетная величина $Z_g = d[1 + (r - 0,13)/0,6]$, $h = Z_m - Z_g \geq h_{кр}$ – условие остойчивости судна по Информации.

2.5. В порту – по фактическим замерам осадки d , плотности забортной воды γ и периода качки T в тихую погоду по «Правилам ...» Регистра при креновании судна. Расчет инерционного коэффициента по формуле «Правил...» $c = 0,746 + 0,046B/d - 0,086L/100$, поперечной метацентрической высоты – $h = (cB/T)^2$ (или переносом груза, переходом людей, как и при креновании; угол крена судна по расчету $\theta = \arctg[(f_{ПрБ} - f_{ЛБ})/B]$, град., где $f_{ПрБ}$ и $f_{ЛБ}$ – замеры правого и левого надводного борта при переносе груза массой P с борта на борт (переходе людей) при плече переноса l , в этом случае $h = 57,3^0 \cdot (Pl/\Delta\theta)$, м. Период качки судна T , с определяется замерами по секундомерам при раскачивании судна перебежками людей с одного борта на другой.

2.6. Проверка остойчивости судна по «Номограмме для определения амплитуд бортовой качки морских судов». По информации об остойчивости для каждого конкретного случая загрузки судна при его эксплуатации в море при расчетных величинах Δ , d , Z_g , $h_o = Z_m - Z_g$, где Z_g без учета поправки на влияние жидких грузов; $\Delta h = h_o - h$, h – фактическая поперечная метацентрическая высота; по параметру $\sqrt{h_o}/B$ определяется амплитуда качки θ_{2r} по «Номограмме...» при расчетных $B/d, C_B$ и A_k/LB в первом приближении. Принимают $\theta_1 = \theta_{2r} - 1^0$ и определяют Y , по «Номограмме...» обратным входом. По «Номограмме c, T и $Y=109\sqrt{(rS)}$ » определяют по замеренному периоду качки T и расчетному значению B/d инерционный коэффициент c и параметр B/\sqrt{h} . Поперечная метацентрическая высота равна $h = (cB/T)^2$, рассчитывают по формуле $Z_g/d = 1,667(Y/109)^2/S - 0,217$, где $S = f(T)$.

Аппликата поперечного метацентра (по формуле проф. В. Г. Власова [1] при $\theta = 10^0$) равна:

$$Z_m = 0,287b - 0,207h + r_o[0,867 + 0,0574(h/b)^3] + Z_{co} \quad (1)$$

В формуле (1) расчетные величины равны : $b = 0,5(1 - 0,972 d/H_1)$;

$h = 0,64(1 - 1,032 d/H_1)$; $r_o = (0,0902\alpha - 0,02)(B^2/d)/C_b$;

$Z_{co} = (0,372 + 0,168/\chi)d$, где $\chi = C_b/\alpha$; $H_1 = D + D(L+B)/150d$ (2);

α – коэффициент полноты ватерлинии; r_o и Z_{co} – поперечный метацентрический радиус аппликата центра величины при угле крена $\theta = 0$ (величины C_b , α , r_o и Z_{co} также определяются по Кривым элементов теоретического чертежа); H_l – условная высота борта, учитывающая влияние стандартных погиби бимсов и седловатости палубы.

Уточняют значение аппликаты центра тяжести судна $Z'_g = Z_m - h$, по расчету $r' = 0,13 + 0,6 \cdot Z_g/d$, $S = f(T)$, проверка $\theta_{2r} = 109 \cdot k \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot \sqrt{(r' \cdot S)} + 1^\circ$ и обратным входом по «Номограмме...» определить $\sqrt{(h_o)}/B$, затем h_o , поправка $\delta Z_g = h_o - h$. В последнем приближении $Z'_{gucnp} = Z_m - h_o + \delta Z_g$.

Проверяют Y при Z'_{gucnp}/d , затем расчет $\theta_1 = k \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot Y$, рассчитывают $Z_{gucnp} = [1,667 \cdot (\theta_1/109 \cdot k \cdot X_1 \cdot X_2)^2 / S - 0,217] \cdot d$, м (3).

Сравнивают полученный результат Z_{gucnp} с данными по Информации об остойчивости и проверяют остойчивость судна $Z_{gucnp} \leq Z_{gкр}$, т.е. исправленная аппликата центра тяжести судна в данном случае нагрузки судна для водоизмещения Δ , m и осадки d , м меньше или равна критической аппликате центра тяжести.

Допустимая точность расчета $\delta\theta_1 = \pm 0,4^\circ$, δZ_g и δh - ± 2 см.

При неизвестной осадке d в первом приближении принимают $\theta_{2r} = 20^\circ$ и $\theta_1 = 19^\circ$, при этом прямая BC на «Номограмме θ_{2r} и θ_1 » и «Номограмме с, T и $Y = 109 \cdot \sqrt{(r \cdot S)}$ » должна быть горизонтальной при расчетах h_o , h , Y и T , т.е. согласована при задании $r' = 1$ в первом приближении, когда известен период качки.

Это позволяет определять по исходным данным L , B , и T характеристики своего судна по справочным данным и теории корабля для судна-прототипа по соотношениям B/d , L/B и Z_g/d и коэффициентам C_g и α , по типу судна, грузоподъемности, мощности ГД и скорости хода.

3. Рекомендации капитану по сохранению остойчивости судна при эксплуатации

3.1. Для судов с коэффициентом общей полноты $C_g \geq 0,7$ ограниченных районов плавания 1 и 11, без скуловых килей, при соотношении $B/d \leq 2,4$, критическими параметрами качки являются $T_{кр} \geq 14$ с и $\theta_{1кр} \geq 20^\circ$ ($\theta_{2r} \geq 21^\circ$). В этом случае $Z_g/d = 1,45$ и капитану следует для обеспечения остойчивости судна принять и/или жидкий балласт, убрать палубный груз в трюм, околоть лед и выйти из зоны обледенения.

Данное ограничение для судов неограниченного района плавания составляет $T_{кр} \geq 20$ с и $\theta_{кр} = \theta_{2r} = \theta_1 \geq 20^\circ \dots 21^\circ$.

3.2. Ограничение по п.3.1 для судов с резкой качкой явление слемминга опасно при $T_{кр} \leq 5 \dots 7$ с, $Z_g/d \leq 0,45$ и $\theta_1 \geq 21^\circ$ ($\theta_{2r} \geq 22^\circ$).

3.3. При утере скуловых килей (или их повреждении) амплитуда качки θ_1/θ_{2r} возрастает в 1,3...1,4 раза, и надлежит следовать в порт-убежище для ремонта.

3.4. Любое остойчивое судно можно поставить в опасные условия или привести к опрокидыванию, если его неправильно грузить, плохо им

управлять или при эксплуатации не соблюдать правил хорошей морской практики.

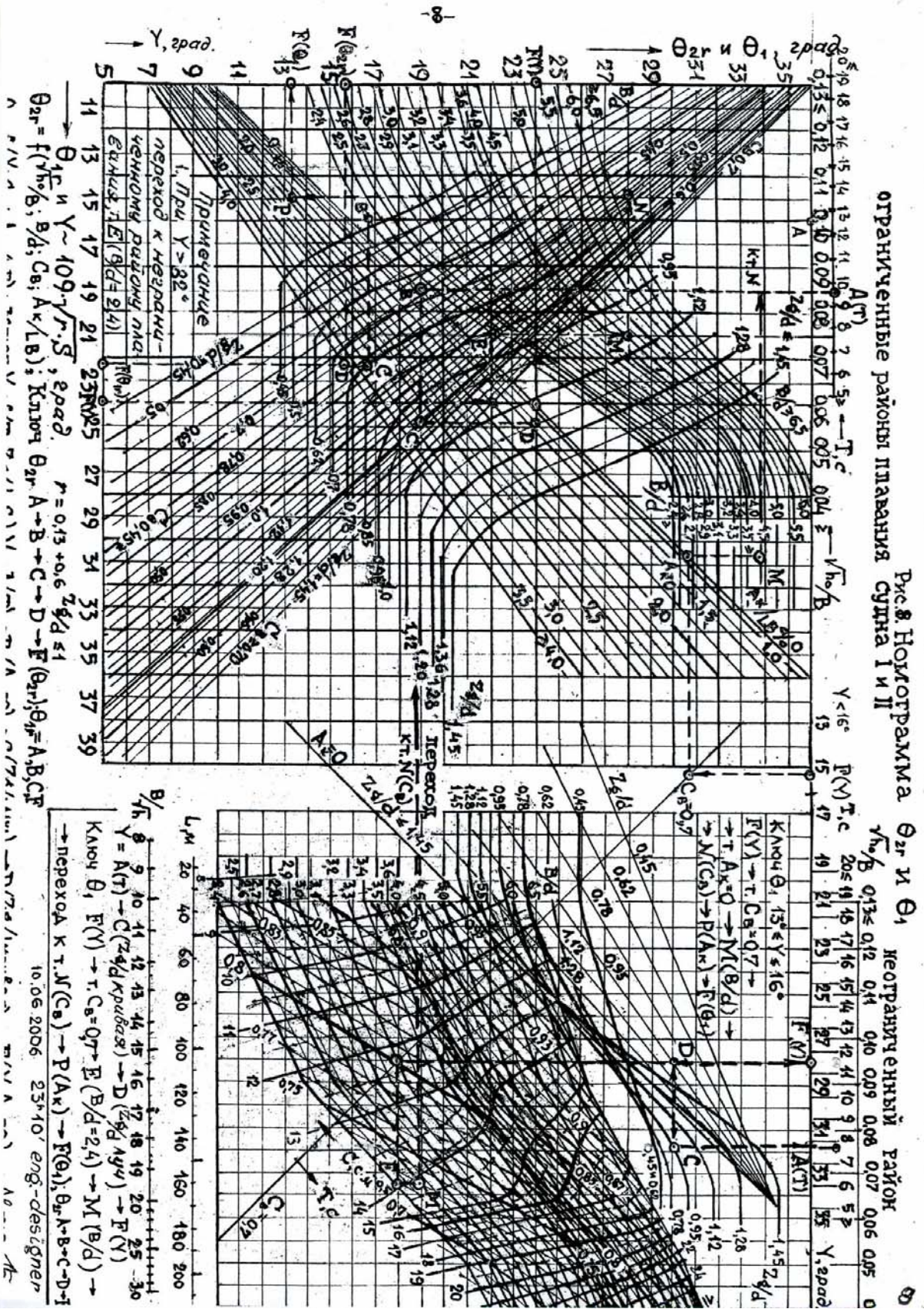
3.5. При балластировке судна жидким балластом, а при бункеровке – при его откачке, для сохранения достаточной остойчивости принимать меры предотвращения загрязнения моря и окружающей среды, выполнять экологические требования и ПЗМ.

3.6. Согласно п.2.2.1 ч.1У. Остойчивость «Правил...» Российского морского регистра судоходства, изд. 2003 г., критическая метацентрическая высота из условия $l_d(30^\circ) \geq 0,055 \text{ м радиан}$ должна быть :

$$h_{кр} = l_d(30^\circ)/(1 - \cos 30^\circ), \text{ т.е. } h_{кр} \geq 0,41 \text{ м} \quad (4) ,$$

(исключение составляют суда, кили которых заложены или модернизация которых начата до 01 июля 2002 года).

Приложение 1. Номограмма для определения θ_{2r} и θ_1



Использование промысловых судов для акустического мониторинга и оценки состояния биоресурсов в Северо-Восточной Атлантике

Бойчук С.И. (г. Мурманск, НПК «Морская информатика», e-mail: morinfo@mail.ru), **Клочков Д.Н.** (г. Мурманск, НПК «Морская информатика», e-mail morinfo@mail.ru), **Шатохин Б.М.** (г. Мурманск, НИЦ ФГУП «Наурыбресурс», e-mail: nio@mrcm.ru), **Гомонов А.Д.** (г. Мурманск, НИЦ ФГУП «Наурыбресурс», e-mail: nio@mrcm.ru)

Lack of the information is obvious to monitoring and objective estimations from bioresources in communication with relevancy of water area of distribution of studied objects, duration of shootings of stocks, shortage of research courts. The acoustic data collected during a craft, also can be used for comparison purposes biomass гидробионтов and developments of decisions on management of a craft with use standard эхолотов. Successful experience of use for these purposes trade echosounder ES-60 on crafts of a cod, a herring and a mackerel is resulted.

Вопрос о привлечении промысловых судов для массового сбора акустических данных и оценки биомассы морских гидробионтов в последние годы достаточно широко обсуждается, кроме того, проводятся соответствующие экспериментальные работы. Ученые и специалисты, занимающиеся инструментальными съемками запасов, часто испытывают недостаток информации для объективных оценок, в связи со значительностью акватории распределения изучаемых объектов, длительностью съемки, нехваткой научно-исследовательских судов, затратностью на ее проведение и т.д. Более того, в последнее десятилетие, по причине резкого сокращения финансирования экспедиционных исследований, количество самих съемок значительно сократилось. В тоже время, даже в случае, когда оказывается доступной статистика уловов в конкретных промысловых районах и имеется некоторые ряды инструментальных съемок, вопросы об особенностях временной и пространственной дифференциации скоплений в ходе съемки конкретного года в значительной степени остаются открытыми.

Известно, что информация, собираемая в ходе традиционных тралово-акустических съемок, обеспечивает важные ряды данных для оценки запасов промысловых рыб во многих районах Мирового океана. Большинство этих съемок выполняется с использованием калиброванной научной акустической аппаратуры, устанавливаемой на научно-исследовательских судах, хотя и промысловые суда могут привлекаться для такого рода съемок.

Авторам представляется, что акустические данные, собранные в ходе промысла, также могут быть использованы для сравнительной оценки

биомассы гидробионтов и выработки решений по управлению промыслом. Получаемый диапазон данных может включать как относительные оценки плотности скоплений и распределения объекта промысла с применением стандартных некалиброванных эхолотов, так и абсолютные оценки биомассы, с использованием определенных гидроакустических технологий и калиброванных рыбопоисковых эхолотов, соединенных с устройствами сбора и накопления данных. Для этого планирование работ коммерческих судов в промысловом районе должно меняться для расширения исследуемой акватории. Учитывая, что программно-технические средства, необходимые для сбора акустических данных высокого качества, становятся все более доступными, возникает необходимость рассмотреть факторы, обеспечивающие необходимый уровень собираемых акустических данных промысловым флотом. При этом нужно выделить основные цели, связанные с такого типа исследованиями, а также требования к качеству акустических данных: оперативная оценка биомассы на ограниченной акватории; непрерывный сбор и накопление данных; минимизация шумов промыслового судна; скорость обработки акустических сигналов; калибровка и интеркалибровка; планирование съемок; анализ, тематическая обработка и последующее использование данных. Эти работы должны включать изучение временных и пространственных характеристик распределения объекта (включая суточные и сезонные миграции, короткоцикловые синоптические изменения промысловой обстановки и реакция на них промыслового флота), характеристики поведения, классификация акустических записей и, как итог работ - относительная или абсолютная оценка запасов.

Выбор промыслового судна для акустической съемки является важным моментом, как для выполнения функций носителя, так и для целей оперативного управления промыслом. Так, например, суда с повышенной характеристикой шумов могут становиться причиной возникновения избегающей реакции рыб и соответствующим занижением биомассы скоплений.

Развитие компьютерных технологий и средств постпроцессорной обработки сигналов и приемлемая стоимость современных цифровых эхолотов делают сбор и обработку акустических данных на промысловых судах перспективным направлением мониторинговых исследований. Так, в некоторых странах, акустические данные, собираемые с применением стандартных рыбопоисковых приборов, используются для регулирования глубоководного промысла. В некоторых случаях, простые качественные индикаторы динамики биомассы могут быть получены дополнительно к стандартной съемке запасов. При этом включение акустических данных, собранных на промысловых судах, требует реалистичных оценок возможных ошибок и смещений в итоговых оценках, большинство из которых может быть учтено при анализе соответствующих ретроспективных данных.

Примером использования стандартного гидроакустического оборудования в мониторинговых сырьевых исследованиях могут служить работы, проведенные нами в 2004-2006 гг. на промыслах трески, скумбрии и сельди на научно-промысловом судне М-0052 «Персей-4» в Баренцевом и Норвежском морях в ходе выполнения соответствующих отраслевых Программ. Эти рейсы удачно интегрировали акустические исследования и промышленный лов, а также показали возможность использования рыбопоискового эхолота ES60 фирмы Simrad в различных научно-исследовательских целях. При этом, работы связанные с использованием промысловой рыбопоисковой аппаратуры велись в двух основных направлениях:

1) отработка технологии непрерывного сбора, усвоения и передачи в оперативном режиме на береговой Центр первичной гидроакустической информации, с целью ее дальнейшего анализа и принятия управленческих решений для помощи промысловому флоту. Гидроакустические работы проводились с использованием судового цифрового эхолота Simrad ES60, работающего на частоте 38 кГц. Эхолот работал круглосуточно и сбор акустических данных осуществлялся посредством программного пакета FAMAS (Fisheries Acoustic Monitoring & Analysis System), включающего в себя программу накопления акустических данных Cris, программу постпроцессорной обработки эхограмм SoniView и ряд вспомогательных программ, разработанных нашими коллегами из ТИНРО-центра. После первичной обработки, интегральные данные акустической плотности (в единицах $Sa \text{ м}^2/\text{миля}^2$) с пятимильным осреднением передавались по спутниковым каналам связи на береговой Центр вместе с информацией по биологическому состоянию объекта промысла, весовому и видовому составу каждого траления, а также данными по среде (гидрологические станции, значения температуры поверхности океана, метеоинформация). По результатам гидроакустических наблюдений строились планшеты плотностей распределения исследуемого объекта на акватории промысла;

2) использование данных судовой гидроакустики, совместно с другими приборами, регистрирующими рыбные скопления (в нашем случае траловый зонд), для исследования поведенческих особенностей объектов промысла. Это позволяет получить результаты, напрямую влияющие как на планирование съемок, так и на саму промысловую деятельность судна. Характерным примером здесь является сопоставление гидроакустических данных, результатов уловов и показаний тралового зонда на промысле скумбрии. Еще не так давно, бытовало мнение, как в научных кругах, так и у промышленников о плохой регистрации скумбрии судовой гидроакустикой, что естественно отражалось как на результатах стандартных гидроакустических съемок, так и на уловах. При этом учетные съемки и соответственно контрольные, а также промысловые траления велись на прямых галсах. И если уловы при такой тактике у крупнотоннажных судов были приемлемы (за счет значительного горизонтального раскрытия тралов), то у среднетоннажных (к которым

относятся и НИС) несопоставимо меньше. При исследованиях, проводимых на М-0052 «Персей-4», использовалась совершенно другая тактика лова, а именно – постоянная смена курса при тралении на 10-20 град., вследствие чего увеличивалось как само значение интегральной плотности скумбрии на единицу пройденного пути, так и соответственно уловы на единицу времени. Причем заходы по траловому зонду регистрировались как при наличии РЗ на эхолоте, так и при их отсутствии. Это предполагает необходимость дальнейших исследований по определению коэффициентов уловистости тралов для скумбрии, а также изменения в методике планирования съемок, связанные с учетом синоптической изменчивости термодинамического состояния исследуемой акватории и поведенческих особенностей объекта. Необходимо отметить, что в настоящее время, использование промысловых судов достаточно хорошо подходит лишь для съемок небольшого масштаба (пространственного и временного) в районах, прилегающих к области с высокими значениями уловов.

Резюмируя, можно кратко сформулировать основные требования к технологии выполнения акустических мониторинговых исследований с привлечением промысловых судов:

- корректный отбор судов с единым программно-техническим обеспечением, невысоким уровнем шумов и достаточной квалификацией судоводителей в работе с компьютером;
- организация оперативного обмена гидроакустическими данными в районе работ между промысловыми судами и головным судном;
- регулярная калибровка акустических систем, не менее одного раза в год, с измерением шумов судна;
- выделение головного судна с научной группой для постпроцессорной обработки гидроакустических измерений, построения планшетов, сбора биологических данных и анализа текущей обстановки.

Реальная точность астрономических обсерваций по Солнцу и Луне в полярных широтах

Вульфович Б.А., Сорокин Р. С. (МГТУ, Морская Академия, кафедра судовождения)

Abstract. Experimental data – results of carried out astronomical fixes by Sun and Moon, has been analysed in this paper. Main aim is to obtain real error when 95% accuracy's estimation is using. All observations were cultivated by the method of Lines of Position (LOP). The actual aspects of Celestial Navigation has been considered. The author has proposed perspective ways in the research of the Celestial Fixes.

Бурное развитие науки и техники в прошлом столетии коснулось всех областей человеческой деятельности. Не обошло оно стороной и судовождение, и в частности навигацию. В работе рассматривается реальная точность астрономической обсервации в открытом море (в широтах 70° - 80°).

Человечество проделало огромный путь от хронометра и секстана до современных спутниковых навигационных систем. Труд современного судоводителя значительно облегчился. Действительно, вместо выверки секстана, проведения серий измерений высот светил, весьма трудоёмкой обработки полученных результатов, достаточно просто снять координаты судна с дисплея GPS приемника в любое время суток и при любых погодных условиях. И все же внедрение в навигационную практику новейших спутниковых систем обсервации не отменяет требования уметь применять астрономические методы. И дело тут не только в приверженности к теории и практике классической навигации. Совместно с магнитным компасом и простейшим лагом-вертушкой только мореходная астрономия может обеспечить определение местоположения судна при отказе систем энергообеспечения. А это весьма важно в наше время, когда стали реальностью различные чрезвычайные. Знание мореходной астрономии по-прежнему остается обязательным для дипломирования штурманов в соответствии с требованиями международной морской организации.

Независимость астрономических методов определения местоположения судна от энергетических систем судна обеспечивается её простой инструментальной базой - секстаном, звёздным глобусом, хронометром, а также морским астрономическим ежегодником (современные ежегодники имеют таблицы для вспомогательных расчетов, таких как поправки за: высоту глаза наблюдателя, рефракцию, параллакс, температуру, давление и другие) и калькулятором. Исходная процедура астрономической обсервации - измерение высот светил секстаном -

традиционно остаётся неизменной в течение сотен лет. Она граничит с искусством и является предметом профессиональной гордости моряков.

Все же наблюдается понижение интереса к мореходной астрономии со стороны международной общественности. Подтверждением может служить анализ публикаций самого авторитетного международного издания посвященного навигации – Journal of The Institute of Navigation, статистика “астрономических” публикаций выглядит следующим образом.

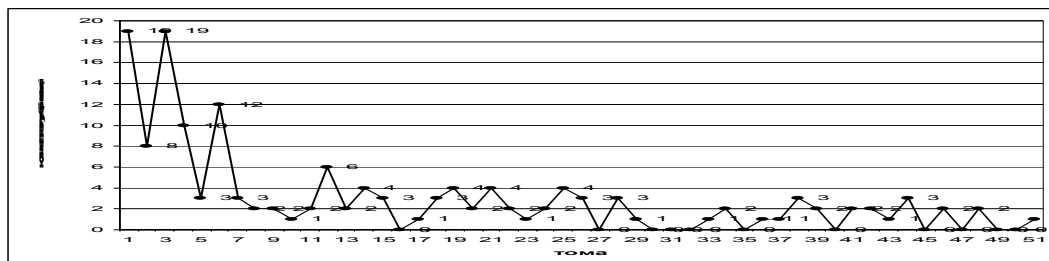


Рис. 1. Статистика публикаций, связанных с мореходной астрономией в Journal of The Institute of Navigation

Анализ проблематики статей по мореходной астрономии показывает содержание в ранних выпусках журнала большого массива информации и широкого спектра затрагиваемых тем. Это свидетельствует о большом интересе со стороны мировой морской общественности к астрономическим методам определения местоположения судна. Предлагались новации в измерительных инструментах, пособиях, методах обработки информации, которые базировались на теоретических и практических изысканиях. С внедрением радионавигационных систем, а впоследствии и первых спутниковых систем происходило постепенное снижение интереса к мореходной астрономии вообще. При этом вопрос о реальной точности астрономических обсерваций и вовсе журналом не рассматривался. Этой теме посвящена лишь одна отечественная публикация в “Записках по гидрографии”.

Всеобщее снижение интереса к мореходной астрономии не снимает вопроса о её актуальности. Согласно главе II разделов А-II/1, А-II/2 международной конвенции ПДМНВ-78, разработанной и утвержденной ИМО (Международная морская организация), в состав обязательных минимальных требований для дипломирования вахтенных помощников капитана судов валовой вместимостью 500 регистровых тонн и более, а также обязательных минимальных требований для дипломирования капитанов и старших помощников капитана судов валовой вместимостью 500 регистровых тонн и более, включено умение использовать небесные тела для определения местоположения судна. Критерием для оценки компетентности этого умения является местоположение, полученное с помощью астрономических методов, которое находится в пределах допустимого стандарта точности для данного способа обсервации.

Целью данной работы является выяснение реальной точности астрономических обсерваций по измерениям высот Солнца и Луны в высоких широтах. При определении места судна в высоких широтах на точность влияет ряд факторов, а именно: расположение Солнца или Луны над горизонтом; период времени который прошел между моментами измерений; точности приборов, используемых для измерений. Наличие серий наблюдений, состоящих из трех и более значений позволяет исключить влияние общей для всех высот систематической погрешности. Точность ночных астрономических обсерваций не зависит от ошибок в пройденном расстоянии и истинном курсе судна, то есть от ошибок навигационного счисления.

Вопрос об определении реальной точности астрономических обсерваций на основе практических экспериментов особенно актуален из-за того, что в разных учебных пособиях (*Рыбалтовский 1964, Дьяконов 1958, Кондрашихин 1989, Гаврюк 1973*) значения одних и тех же погрешностей сильно отличаются друг от друга, что может свидетельствовать о чрезвычайно завышенной точности астронавигационных способов определения местоположения судна. Однако по теории (*Вульфович, 1989*), изложенной в журнале “Записках по гидрографии” №228 от 1989 года, априорная минимальная радиальная погрешность определения места судна по двум звездам при девяносто пяти процентной надежности не может быть меньше шести минут. К примеру, радиальная погрешность астрономических обсерваций по двум звездам изложенная в теории Вульфовича Б.А. в 2,1 раза больше чем в утверждениях Рыбалтовского Н.Ю. Противоречивость данных о точности стала предпосылкой для проведения практического эксперимента

Практические работы проводились в период с двадцать седьмого июля по пятнадцатое октября две тысячи шестого года на борту судна типа СРТМ «Лехтма». Все измерения были выполнены в Баренцевом море. Это семидесятые - восьмидесятые широты. Сорок пять раз местоположение судна определялось с помощью астрономических обсерваций по Солнцу и двадцать пять раз - по Луне. Принимая во внимание рекомендации (*Красавцев Б.И. 1966*), производились не единичные, а серии измерений, то есть высота каждого светила, момент времени, текущие координаты судна по GPS снимались три раза подряд, а потом находились средне арифметические значения. Заблаговременно до начала проведения обсервации производилась выверка секстана, согласно правилам, и находилась поправка индекса. Инструментальная поправка бралась из формуляра секстана. Непосредственно перед началом снятия высот светил, записывались сила и направление ветра, состояние моря, зыбь, видимость, температура и атмосферное давление (т.е. производились гидрометеорологические наблюдения).

При исправлении обсервованной высоты за наклонение истинного горизонта входным аргументом в таблицу являлась высота глаза наблюдателя. Она рассчитывалась ежедневно, так как рост наблюдателя и

высота палубы мостика от киля – неизменны, а текущая осадка судна постоянно изменяется из-за расходования топлива, воды, судовых запасов, подъема и спуска забортного оборудования. К сожалению, наклонометры Каврайского и Н-5 сегодня отсутствуют на торговых и рыбопромысловых судах. Для нахождения обсервованного места судна применялся метод линий положения. Вместо линий положения (касательных) непосредственно рассматривались исходные изолинии - изостадии - малые круги на небесной сфере с радиусами, равными измеренным навигационным параметрам - высотам светил h_{o1} и h_{o2} . В итоге обсервованное место судна M_o как точка пересечения изолиний получалась ближе к истинному месту, чем точка пересечения касательных к изолиниям (линиям положения). Как наиболее перспективные считаются три метода аналитического расчета обсервованных координат φ_o и λ_o , а именно: метод итераций, метод алгебраических формул и, наконец, модифицированный метод Гаусса. Каждый из них имеет свои преимущества и ограничения. В проведенном эксперименте в качестве счислимого места использовались координаты, полученные с помощью спутниковой навигационной системы GPS. В настоящий момент времени на большинстве судов счисление не ведется, контроль за переходом осуществляется с помощью регулярных обсерваций, в основном спутниковых. С другой стороны, место судна на основе GPS координат можно считать фактически точным, а следовательно полученные $\Delta\varphi$ (разность широт) и $\Delta\omega$ (отстояние) также обладают достаточной точностью.

В результате, после проведения шестидесяти одной обсервации по двум звездам, радиальная погрешность при надежности девяносто пять процентов, согласно требованиям ИМО, оказалась в разбросе от 3,1 до 10,3 и в среднем составила 5,7 морских миль. При этом СКП радиальной погрешности $\pm 1,6'$. Таким образом, эксперимент показал реальную точность астрономических обсерваций по двум звездам от 5,0 до 8,4 морских миль, что полностью совпало с результатами работы Вульфовича Б.А. “Априорная оценка точности астрономических обсерваций”, приведенными выше.

Представляет интерес установление связи между точностью астрономических обсерваций и гидрометеорологическими условиями при проведении обсерваций. Основными параметрами гидрометеорологического фактора являются обобщенное состояние моря (суммарный учет зыби и волнения) и состояние видимости горизонта. Продолжением работы может стать составление корреляционных таблиц и нахождение коэффициента корреляции.

При наличии достаточного запаса экспериментальных данных и использовании современных вычислительных систем, возможно применение новых методов обработки результатов в области обработки измеренных высот. Вначале можно отойти от нахождения среднеарифметического значения в серии измерений, и определять веса

измерений как обратно пропорциональные сумме квадратов отклонений наблюдений друг от друга, в случае, когда способ наименьших квадратов не обеспечивает необходимую точность при малом числе измерений. Такой подход изложен в труде Вульфовича Б.А. “Оценка параметров малых рядов наблюдений”. После чего, для обработки обсервованных высот применить три аналитических способа: метод итераций, метод алгебраических формул и модифицированный метод Гаусса. Метод итераций удобен при определении места судна по высотам двух звёзд (или звезды и планеты). Система уравнений двух изолиний решается методом последовательных приближений к искомым обсервованным координатам (φ_o ; λ_o). Формульный метод решения этой задачи состоит в следующем. Та же исходная система двух уравнений изолиний преобразуется в одно алгебраическое квадратное уравнение относительно $\sin \varphi_o$, где φ_o -искомая обсервованная широта судна. Коэффициенты этого уравнения определяются особыми алгоритмами, а уже решение самого уравнения элементарно. Отдельный алгоритм позволяет найти и вторую искомую координату - долготу судна λ_o . Модифицированный метод Гаусса состоит в том, что один из вспомогательных сферических треугольников разбивается на два прямоугольных. Благодаря этому искомые обсервованные координаты судна рассчитываются по более простому алгоритму.

Список литературы

1. Международная Конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года
2. (ПДМНВ-78). Резолюция ИМО 2750 С (XXV). СПб, ЦНИИМФ, 9., 1993.
3. Вульфович Б.А. Реальная оценка точности места судна, определенного астрономическими методами.
4. Записки по гидрографии. журнал, №223, с. 25-31, 1989.
5. Вульфович Б.А. Оценка параметров малых рядов наблюдений. Записки по гидрографии. журнал, №230, с. 20-24, 1994.
6. Гаврюк М.И. Астронавигационные определения места судна. М., Транспорт, 176 с., 1973.
7. Дьяконов В.Ф. Определение места судна по солнцу. Л., Морской транспорт, 240 с., 1958.
8. Кондрашихин В.Т. Определение места судна. М., Транспорт, 232 с., 1989.
9. Красавцев Б.И. Инструменты и методы мореходной астрономии. М., Транспорт, 86 с., 1966.
10. Рыбалтовский Н.Ю. Практическая мореходная астрономия. М., Транспорт, 126 с.

Учет состояния способности к оптимальности связей в системах менеджмента безопасностью судовождения

Гладышевский М. А. (МГТУ, кафедра судовождения)

The paper considers the state of ability to optimize information and force communications. The conditions under which this state is realized in socio-technical systems of management have been studied.

В настоящее время Международная Морская Организация, Квалификационные морские общества и ведущие морские державы, а так же международная морская общественность считают, что снижение числа аварийных случаев, аварий и экологических катастроф напрямую зависит от эффективности менеджмента состоянием безопасной эксплуатации судов компании. Такой менеджмент осуществляется в рамках социотехнических систем, стандарт которых приводиться в девятой главе Международной Конвенции «Солас-74» и Кодексе к ней. Это дает основание считать, что задача, связанная с исследованием способности связей в социо-технической системе к оптимальности и учетом этой способности при планировании судовых ключевых операций является актуальной. Решение указанной задачи позволит еще на этапе планирования учитывать способность связей системы к оптимальности и тем самым за счет повышения эффективности менеджмента состоянием эксплуатации судна уменьшать число аварийных случаев, аварий и экологических катастроф.

Модель процесса информационного и силового взаимодействия элементов социо-технической системы «Вахта» и условия организованности этой системы. Причем организованность социо-технической системы представляет собой информационную функцию от информационных переменных, таких как наблюдаемость, управляемость и устойчивость. Информационные переменные наблюдаемость и управляемость для сильно связанных социотехнических систем всегда ассоциируются с решением диагностических задач и задач подстановки соответственно.

В результате проведенных исследований с принятым объектом и выделенным предметом были получены следующие научные результаты:

- показано, что состояние способности к оптимальности связей в социо-технической системе менеджмента безопасной эксплуатацией можно интерпретировать как информационную функцию от информационных переменных: наблюдаемости, управляемости и устойчивости механизма выбора альтернатив;
- получено, что оптимальность информационной связи в социотехнической системе зависит от принципа «экономии сознания», который реализуется, если множество поступающих

судоводителю сообщений обладает структурой вложения и подчиняются системе отношений;

- получено, что оптимальность силовой связи в социотехнической системе определяется периодичностью преобразования навигационной или производственной информации в команды на управление техническими средствами судна
- показана зависимость механизма функционирования (цель × план) социотехнической системы от степени информированности судовых специалистов осуществляющих планирование судовых ключевых операций.

Сформулированный выше перечень новых научных результатов был получен в ходе выполнения автором исследований, которые направлены на общее повышение эффективности менеджмента состоянием безопасной эксплуатации судов компании. Результаты исследований в виде конкретных рекомендаций предложены к использованию в практической деятельности систем менеджмента безопасной эксплуатацией судов компании Северного бассейна. Кроме того, эти рекомендации могут быть включены в руководства по планированию безопасного навигационного перехода, использоваться в учебном процессе при подготовке курсантов по специальности «Судовождение на морских путях», а так же при переподготовке морских специалистов на факультете повышения квалификации МГТУ.

Проблема оптимизации механизма функционирования системы управления состоянием безопасности судов

Кукуи Фирмин Дживо, Фургаса Десалень Мардаса, Лукин М. А.
(МГТУ, кафедра судовождения)

The problem of administrative resource planning in the systems of management of the ship secure exploitation has been considered.

Оптимизация механизма функционирования системы управления состоянием безопасности судов (СУБ) заключается в том, чтобы составить оптимальную программу действий по обеспечению безопасной эксплуатации судов компании и так же оптимально распределить эту программу действий по плановым периодам. Однако внедрение, каких либо форм планирования в СУБ, как показывает практическая деятельность отечественных компаний, встречает значительные организационные трудности, преодолеть которые наверно удастся далеко не всегда и далеко не полностью. К причинам медленного внедрения компаниями методов оптимального планирования деятельности СУБ в части обеспечения безопасной эксплуатации судов, в первую очередь, следует отнести:

- недостатки в организации управления компанией и слабость ее информационной базы;
- отсутствие должной поддержки со стороны высшего руководства компании;
- трудности получения необходимой и достаточной информации с судов, противоречивость в национальной нормативно-правовой базе.

Помимо трудностей, свойственных внедрению методов планирования деятельности компании при управлении безопасной эксплуатацией судов вообще, существуют и другие, связанные непосредственно с проблемами реализации моделирования и оптимизации. Так одной из существенных причин, задерживающих внедрение современных методов планирования в практику работы СУБ, является то, что они практически не учитывают субъективные представления лиц принимающих решения.

С классической точки зрения математическая модель планирования деятельности СУБ компании по обеспечению безопасной эксплуатации судов должна обладать следующей структурой: найти вектор $X = (x_1, \dots, x_n)$, минимизирующий критерий оптимальности вида

$$J = \sum_{i=1}^n p_i x_i \quad (1)$$

Причем оптимизация критерия (1), при заданных технических ограничениях вида

$$\sum_{i=1}^n a_{ij}x_i \leq b_j, \quad (2)$$

$$(j = 1, \dots, m < n), \quad x_i \geq 0,$$

должна свести к минимуму организационные и технические риски, выявленные судоходной компанией.

В принципе (1) и (2) могут быть нелинейными относительно X , но, в подавляющем большинстве случаев, современные методы планирования, все же останавливаются на линейном варианте их представления. При этом ограничения (2) определяют совокупность внешних и внутренних требований к плановому вектору СУБ, которые зависят, например, от ограничений на ресурсы компании. Часть множества параметров $\{p_i, b_j, a_{ij}\}$ модели планирования деятельности СУБ по управлению безопасной эксплуатацией судов являются нормативными данными, а остальные субъективно принимаются назначенным лицом компании. Результатом решения задачи (1), (2) является выбор оптимального планового вектора $X_{оп}$, который предъявляется назначенному лицу для утверждения или внесения в него изменений.

Однако полученный из (1), (2) оптимальный плановый вектор характеризуется многими, сложным образом связанными между собой, технико-экономическими характеристиками, присущими в первую очередь самой судоходной компании. Поэтому экстремизация по одной из этих характеристик еще не дает гарантий в приемлемости полученного оптимального вектора $X_{оп}$. Оптимальный по одним показателям плановый вектор может оказаться совершенно неприемлемым по другим показателям. В то же время $X_{оп}$, удовлетворяющий совокупности требований, как правило, не является оптимальным ни по одной из частных критериев. В тоже время существующие рекомендации по использованию сводного критерия, включающего в себя ряд первичных критериев с различными весами, приводят к проблеме обоснованного выбора этих весов. Поэтому выстраивать полную систему планирования СУБ компании по ее деятельности в области обеспечения безопасной эксплуатацией судов не только чрезвычайно сложно, но и наверно нецелесообразно.

Суммируя изложенное выше можно сделать вывод о том, что традиционные методики оптимизации планирования (1), (2) не способны решить те задачи, которые стоят перед назначенным лицом компании в части планирования деятельности СУБ. Главное несоответствие между моделью (1), (2) и деятельностью назначенного лица заключается в том, что эти традиционные методики недостаточно ориентированы в отношении взаимосвязей человека и вычислительной техники.

Биоэкономический мониторинг, как основа рационального управления и использования морских биоресурсов (на примере Северо-Восточной Атлантики)

Жук В.А. (г. Мурманск, ООО "Морское Информационное Агентство", e-mail: zhuk-v@mail.ru), **Клочков Д.Н.** (г. Мурманск, НПК «Морская информатика», e-mail morinfo@mail.ru)

Optimization of management by fishery fleet, commercial science with accent on practical problems of increase of efficiency of extracting fleet. The basic components of system of bioeconomic monitoring: the system approach to management of a craft, continuous diagnostics natural and economic processes, development of criteria of an estimation of increase of an overall performance commercial science courts. Practical realization on an example of planning and the analysis of activity of courts of type "Atlantic 333" on ground and pelagic fishes in Norwegian and the Barents seas.

В подписанной Президентом РФ Морской доктрине Российской Федерации прямо указывается, что в целях эффективного освоения морских биологических ресурсов и сохранения позиций страны в ряду ведущих держав в области промышленного рыболовства должны решаться следующие приоритетные задачи: оптимизация управления рыбопромысловым флотом на основе эффективного прогнозирования пространственного и временного распределения биологических ресурсов; расширение масштабов исследований и возвращение к промыслу в открытой части Мирового океана. Доктриной предусматривается, что основой этого является «проведение специализированных исследований и мониторинга биологических ресурсов Мирового океана». Опыт научного обеспечения промысловой деятельности показывает, что важнейшими особенностями рыбохозяйственного мониторинга должны быть: комплексность, системность, прогностичность с акцентом на практические задачи повышения эффективности добывающего флота, долговременность, непрерывность и встраиваемость в систему управления морскими биоресурсами.

Характер и география ведения океанического рыбного промысла России за последние десятилетия претерпели значительные изменения, обусловленные сменой формы собственности на основные средства производства, ужесточением международных соглашений по регулированию рыболовства, возросшей себестоимостью добычи рыбы и жесткой конкуренцией на рынке сбыта продукции. Положение усугублено потерей в последние годы бассейнового принципа управления предприятиями флота. В тоже время анализ финансовых судовых затрат показывает, что от 20% до 30% себестоимости продукции определяется затратами на поиск скоплений промысловых видов рыб, что является

следствием полной ликвидации функций промысловой разведки в районах промысла, резкого уменьшения числа собираемых данных о состоянии текущего промысла и снижения уровня информационного обслуживания добывающего флота непосредственно в ходе промысла. По этой причине основной проблемой в рыбохозяйственном комплексе, в частности, Северного бассейна продолжает оставаться сложность управления капиталоемкими основными фондами, распределенными на обширных акваториях Мирового океана.

На изложенных выше принципах основывается создание экономической системы мониторинга для обеспечения эффективных мер государственного регулирования рыболовства и поддержки управленческой деятельности судами в море.

Основными компонентами этой системы являются:

1. Системный подход к управлению промыслом – это комплекс производственно-экономических задач, охватывающих циклический природно-производственный процесс. Подсистемами данного подхода является совокупность управленческих, правовых, технологических и технических решений, которые в комплексе дают возможность достичь максимального экономического эффекта при минимальных затратах.

2. Формирование системы биоэкономического мониторинга промысловой деятельности судов основывается на непрерывной диагностике океанологических процессов, биологических характеристик морских экосистем, промысловых, производственных и экономических показателей деятельности рыбопромысловых судов.

3. Система включает в себя постоянную и переменную информацию, состоящую из классификаторов, справочников, норм и нормативов, цен на рыбопродукцию, топливо, материалы и т.д.

4. Система биоэкономического мониторинга позволяет обеспечить повышение эффективности управления деятельностью флота на основе оптимизации его расстановки, качественного улучшения производственного и технологического режима промысла, как природно-производственного процесса.

В ходе создания системы биоэкономического мониторинга сделано следующее:

- разработаны критерии оценки и направления повышения эффективности работы рыбопромысловых судов океанического лова;
- сформулированы экономические показатели оценки и анализа произведенных затрат на выпуск рыбопродукции;
- на обширном ретроспективном материале для различных типов судов определены зависимости произведенных затрат от вылова и выработки рыбопродукции в нескольких районах промысла на конкретных объектах лова;
- определены точки безубыточности деятельности промысловых судов на реальных объектах лова (минимальная

- производительность по вылову на судосутки лова);
- разработаны алгоритмы расчета себестоимости продукции, произведенной судном в ассортименте за сутки;
 - предложена общая структура блока оперативного экономического анализа деятельности судов, расширяющего функциональные возможности действующей в отрасли системы мониторинга рыболовства.

Практическая отработка основных принципов системы биоэкономического мониторинга проводилась при планировании и комплексном экономическом анализе деятельности судов типа «СТМ-Атлантик 333» на промыслах сельди в Норвежском море, окуня в море Ирмингера, трески и пикши в Баренцевом и Норвежском морях. Это позволило, с одной стороны, реализовать принципы рационального использования морских биоресурсов, а, с другой стороны, обеспечить эффективную экономическую рыбопромысловую деятельность группы промысловых судов.

Некоторые конструкторские решения в траловых системах

Кудакаев В.В. (г. Владивосток, Дальневосточный государственный Технический рыбохозяйственный университет, кафедра «Промышленное рыболовство», e-mail: kudakaev_v@mail.ru)

As it is well known, for horizontal and vertical trawl net-mouth expanding in the trawl systems otter devices are used. In this article two modern models of the horizontal trawl net-mouth expanding devices, which used in the world wide fishing, presented.

Современные требования к рыболовству и желания рыбаков к совершенству орудий лова, подталкивают конструкторов к поиску новых конструкторских решений для орудий промышленного рыболовства. Одним из направлений в разработках является усовершенствование траловых распорных устройств.

Сегодня на траловом лове широко используются траловые системы с жесткими распорными устройствами, такими как траловые доски. Такие системы в свою очередь являются классическими, и им посвящено много исследований и научных работ.

Ниже рассмотрены распорные устройства для горизонтального раскрытия устья траловой системы.

Конструктора компания Swan Net Gundry, разработали пелагическую траловую доску Орех, из стали и нейлона. Доска сокращает потребление топлива на 20-30% или увеличить горизонтальное раскрытие трала на 50-60%. Она имеет стальной каркас, вокруг которого в специальной форме отливается корпус из нейлона. Такая конструкция уменьшает лобовое сопротивление и увеличивает подъемную силу доски. Масса одной доски вместе с башмаком в воздухе составляет 2300 кг, а в морской воде только - 1000 кг. Это объясняется тем, что нейлон имеет в воде почти нулевую плавучесть, И массу создают только стальной каркас и башмак. На промысле вблизи поверхности, когда башмак может быть снят, масса доски еще больше уменьшается.

Испытания этих досок показали, что при замене стальных досок площадью 12-13 м² на нейлоновые доски Орех площадью 7м² скорость траления возрастает на 40%, а потребление энергии снижается примерно на 20-30% при сохранении прежней скорости буксировки трала. Используя доски Орех, судно может буксировать более крупные тралы, а также возможно увеличение глубины траления.

Помимо траловых систем с жесткими распорными устройствами в мировом рыболовстве широко используются гибкие распорные устройства (ГРУ). Такие устройства легки в управлении не только самих ГРУ, но также и траловой системы в целом. Использование таких устройств не требует точной настройки как траловые доски, так как возможно изменение углов атаки непосредственно во время, когда траловая система находится в воде.

Изменяя размеры устья трала таким образом, чтобы крылья трала и ГРУ ложились примерно в одну плоскость по отношению к потоку воды можно добиться уменьшения общего сопротивления траловой системы, что в конечном итоге приведет к экономии топлива при ведении поиска рыбных скоплений.

Одно из таких устройств было разработано совместной группой ученых из России и Японии в 1995 году. Полное описание этого изобретения изложено в патенте №5444933 зарегистрированном в США. Найти этот патент можно на интернет страницах PatentStorm и WikiPatents. Первое из преимуществ этого устройства в том, что с его помощью можно закрыть устье трала и это даст возможность уменьшить сопротивление траловой системы. Другое преимущество этого устройства в том, что использование траловой системы оснащенной таким распорным устройством не требует тех усилий, как требуются при использовании траловых досок.



Рис. 1. Мягкое распорное устройство компании Nichimo

Еще одна разновидность гибких распорных устройств, представляет компания Nichimo в виде экологически-благоприятной мягкой распорной системы состоящей из запатентованных брезентовых парашютов и комбинации веревок для «заграждения». Такая конструкция может буксироваться в расстоянии 1-2 метров от грунта благодаря «заграждению», что является хорошей заменой траловых досок, которые повреждают морское дно. В тоже время, «заграждения» касаясь морского дна, эффективно направ-ляют рыбу в устье трала.

Приблизительную схему общего вида такого распорного устройства, представ-ленного на веб странице компании Nichimo, можно увидеть на рисунке 13.

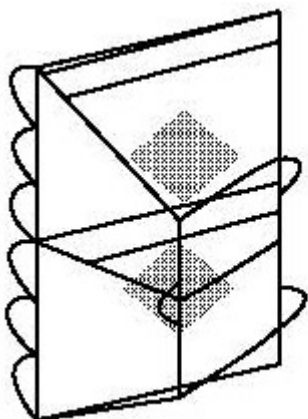


Рис. 2. Общий вид мягкого распорного устройства компании Nichimo

На Рис. 3, представлена схема оснастки траловой системы мягкими распорными устройствами компании Nichimo.

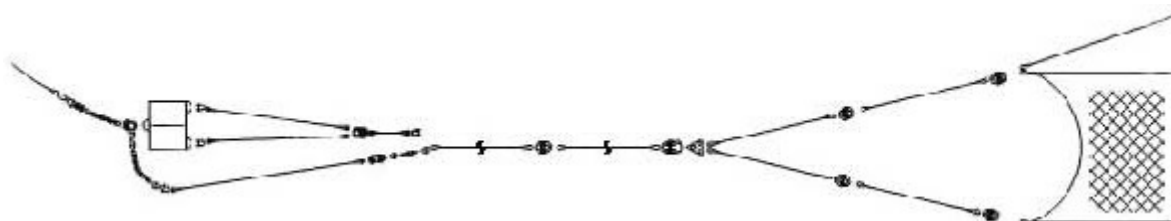


Рис. 3. Схема оснастки мягкой траловой системы компании Nichimo

Из вышеизложенного, можно сделать вывод, что настоящее время на траловом лове широко используются не только жесткие распорные устройства, но и мягкие. На рис. 4 приводится классификация распорных устройств горизонтального раскрытия устья трала.



Рис. 15. Дерево распорных устройств (классификация)

Fig. 15. The tree of the otter devices (classification)

рис. 4 дерево распорных устройств.

Рис. 4 Дерево распорных устройств.

В настоящее время, гибких распорных устройств разработано мало, поэтому они представлены одной группой.

Список литературы

1. Добровинский С.С., Корнейчук Ю.А. Промышленное рыболовство: Учебное пособие. Владивосток: ДИПК, 2004. С. 116
2. Веб страница PatentStorm <http://www.patentstorm.us/patents/5444933-description.html>
3. Веб страница WikiPatents <http://www.wikipatents.com/patenthtml.php?id=5444933>
4. Веб страница компании Nichimo в интернете: <http://www.nichimo.co.jp/english/kaiyo/kenkyu/soft.html>

Исследование коэффициента трения урезов снюрреводов

Недоступ А.А., Ацапкин Е.К. (Калининградский государственный технический университет, кафедра промышленного рыболовства, e-mail: nedostup@klgtu.ru)

Are received the approximating formula of coefficient of extended friction number wires a danish seine from structure wires, towing speed, weight, diameter and a angle of attack for type of a ground - sand. The received dependences will allow to create a technique of physical modelling of move danish seine.

По своему характеру процесс движения снюрревода является уникальным и своего аналога в физике и технике не имеет. Будучи сам по себе достаточно сложным, этот случай при моделировании требует, как известно, во-первых, геометрического подобия модели и натуры, во-вторых - подобия движения урезов по дну и подобия картин обтекания жидкостью каждого элемента модели и натуры.

В данной статье речь пойдет об исследованиях коэффициента трения канатов о грунт.

В.А. Ионас (Ионас В.А. 1961) исследуя коэффициент трения $\mu_{\bar{a}}$ различных по характеристикам канатов получил зависимость, имеющая вид (см. рис. 1):

$$\mu_{\bar{a}} = f(\alpha, d, q), \quad (1)$$

где, α - угол атаки уреза; d - диаметр уреза; q - вес в воздухе одного метра уреза.

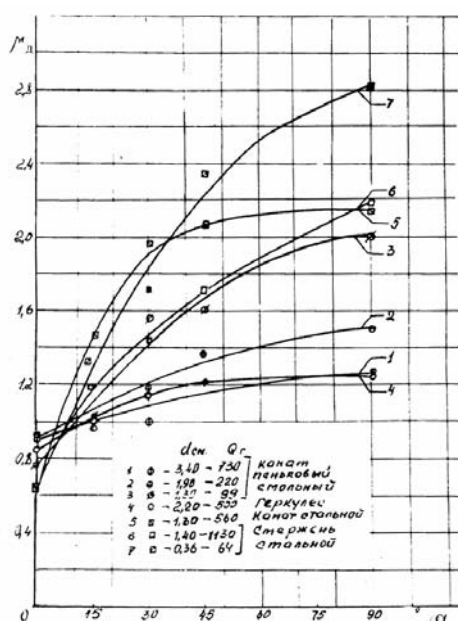


Рис. 1. График зависимости $\mu_{\bar{a}} = f(\alpha, d, q)$ для различных канатов (по материалу)

Опыты В.А. Ионасом проводились при постоянной скорости буксировки канатов (пеньковых, геркулеса и стальных) $V = 0,013$ м/сек.

Отметим, что участки урезов донного невода (снюрревода) при их стягивании движатся к центру обметанного пространства с различной скоростью, под различными углами атаки, а так же имеют различную характеристику - q/d . Таким образом, воспользоваться осредненными данными, полученными опытным путем В.А. Ионасом можно, но с большой ошибкой в расчете коэффициента динамического трения μ_a .

Известно, что сила трения покоя F_c (статическая сила трения) одного метра уреза определяется по формуле:

$$F_c = \mu \cdot q_a,$$

(2)

где, q_a - вес в воде одного метра уреза донного невода.

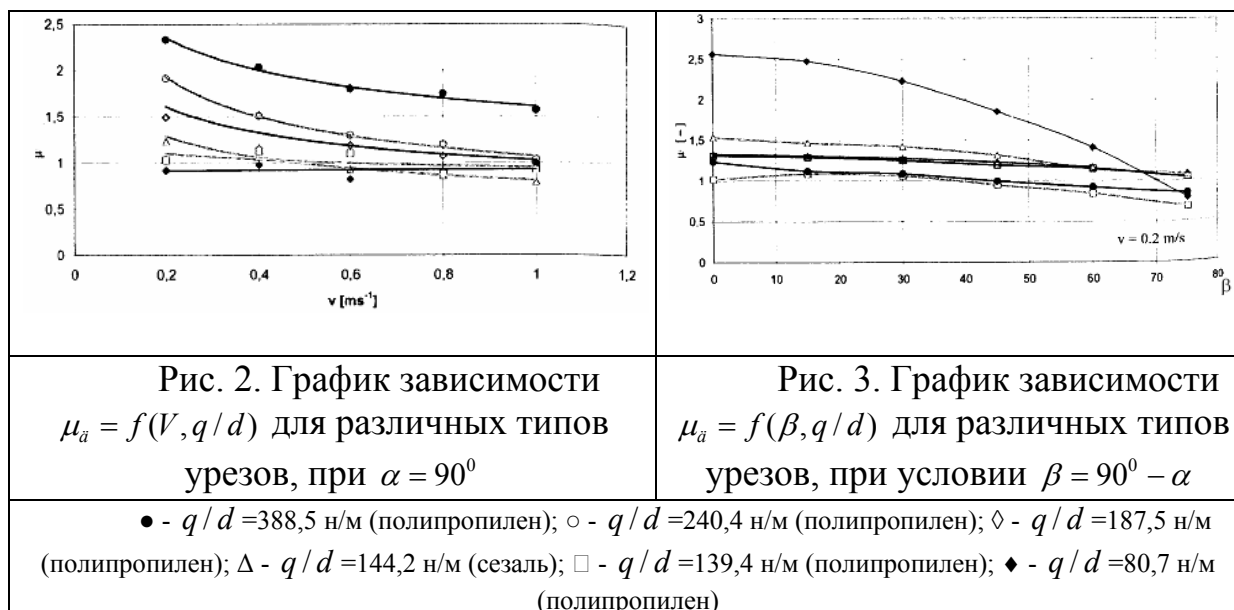
Значение статического коэффициента трения μ зависит главным образом от типа грунта, его влажности W , а также от состояния взаимодействующих поверхностей (Зеленин А.Н. 1950). Так по данным характеристик μ (Зеленин А.Н. 1950; В.А. Ионас 1961; Биденко Г.Е. 1971; Сеславинский В.И. 1975; М. Paschen 2005;) построена таблица 1.

Таблица 1.

Значения статического коэффициента трения μ .

Тип грунта (увлажненный)	Материал урезом	Коэффициент трения μ
Песок с радиусом частиц $0,05 \leq r \leq 1,0$ мм	сталь	0,5 - 0,6
	алюминий	0,38 - 0,76
	геркулес	0,6 - 1,15
	сезаль	0,62 - 1,35
	полипропилен	0,5 - 1,4
Супеси	сталь	0,5 - 0,6
Глина	сталь	0,6 - 0,7

Немецкому ученому М. Paschen (М. Paschen 2005) удалось определить в явном виде связь (1) для различной скорости буксировки канатов V и различного отношения q/d при разной их конструкции (см. рис. 2 и 3).



На основании экспериментальных данных (В.А. Ионас 1961) для геркулеса и (М. Paschen 2005) нами были получены аппроксимирующие зависимости для $\mu_{\bar{a}}$ (см. формулы (3) и (4)).

$$\mu_{\bar{a}} = 0,765 \cdot e^{\left(0,0042 \frac{q}{d} - 0,544V\right)} \quad (3)$$

Формула (3) справедлива для следующих условий: $80,0 \leq q/d \leq 300,0$ Н/м; $0,2 \leq V \leq 1,0$ м/сек и $\alpha = 90^\circ$. Ошибка аппроксимирующей зависимости (3) при расчете $\mu_{\bar{a}}$ не превышает 8%.

$$\mu_{\bar{a}} = \left(0,023 \cdot \frac{q}{d} + 0,33\right) \cdot e^{-\left(0,0023 \frac{q}{d} - 0,005\right) \cdot \beta^{3,5}} \quad (4)$$

Формула (4) справедлива для следующих условий: $25,0 \leq q/d \leq 104,0$ Н/м; $0 \leq \beta \leq 75^\circ$ и $V = 0,2$ м/сек. В формуле (4) угол β подставляется в радианах. Ошибка аппроксимирующей зависимости (4) при расчете $\mu_{\bar{a}}$ не превышает 10%.

Представим зависимость (4) в виде:

$$\mu_{\bar{a}} = k\left(V, \frac{q}{d}\right) \cdot \left(0,023 \cdot \frac{q}{d} + 0,33\right) \cdot e^{-\left(0,0023 \frac{q}{d} - 0,005\right) \cdot \beta^{3,5}}, \quad (5)$$

где, $k\left(V, \frac{q}{d}\right)$ - коэффициент, учитывающий скорость буксировки каната, диаметр уреза и его вес в воздухе.

Интерполируя результаты расчетов по формулам (3) и (4), получим:

$$\mu_{\bar{a}} = e^{\frac{q}{d} \cdot 10^{-3} \cdot (0,6 - 5V)} \cdot \left(0,023 \cdot \frac{q}{d} + 0,33\right) \cdot e^{-\left(0,0023 \frac{q}{d} - 0,005\right) \cdot \beta^{3,5}} \quad (6)$$

Ошибка аппроксимирующей зависимости (6) при расчете $\mu_{\bar{a}}$ не превышает 15%.

Сила трения F_a (динамическая сила трения) одного метра уреза определяется по формуле:

$$F_a = \mu_a \cdot q_a, \quad (7)$$

где, q_a - вес в воде одного метра уреза донного невода.

При расчете μ_a для урезков необходимо учитывать, что они тянутся по грунту под водой, тогда в формулах (3) - (6) подставляется вместо веса в воздухе q вес в воде одного метра уреза q_a .

Сделаем выводы:

1. На основании аппроксимирующих зависимостей (3) - (7) можно определить силу трения урезков, расположенных по разными углами атаки и буксирующими с различной скоростью по песку с радиусом частиц не более 2 мм с ошибкой не более 15%.

2. Полученные зависимости (3) - (7) позволят создать методику физического моделирования движения снюрревода.

3. Формулы (3), (4) и (6) справедливы в рамках полученных физических условий, приведенных выше.

Список литературы

1. Биденко Г.Е. Механика грунтов. Сборник трудов АтлантНИРО. Промышленное рыболовство. Вып. L. Калининград. 1971. С. 33-54.

2. Зеленин А.Н. Физические основы теории резанья грунтов. М. изд. АН СССР. 1950.

3. Ионас В. А. Исследование работы донного невода. Дис. на соис. уч. степ. к.т.н. Калининград. 1961. с. 1-183.

4. Сеславинский В.И. Грунты - область взаимодействия тралирующих орудий лова. Известия ТИНРО. Том. 94. 1975. с. 184-194.

5. Paschen M. Seabed-Structure-Interaction of selected Fishing Gear Elements. Contributions on the Theory of Fishing Gears and Related Marine Systems Vol. 4. DEMAT'05. 2005. p 207-222.

Моделирование характеристик урезов снюрреводов с учетом механических свойств грунтов

Недоступ А.А., Ацапкин Е.К. (*Калининградский государственный технический университет, кафедра промышленного рыболовства, e-mail: nedostup@klgtu.ru*)

Are received the connection of constructive, force and time scales of modelling characteristics of wires and their movement on seabed on the basis of criteria of similarity of non-stationary movement of a danish seine.

Особые требования к испытаниям модели донного невода (снюрревода) проистекают из особенностей его устройства и движения: а) донный невод представляет собой сложную конструкцию, включающую урезы, сеть, гидростатические детали ее оснастки, соединенные гибкими связями; б) при движении урезом меняется их первоначальная форма. Часть урезом, при их движении, создает гидродинамические силы, а часть создает грунтодинамические силы; в) процесс работы снюрревода является нестационарным процессом.

Для осуществления подобия снюрреводов необходимо обеспечить: 1. Геометрическое подобие урезом модели и натуре. 2. Геометрическое подобие сетной части невода модели и натуре в их раскрое, посадке и постройке. 3. Подобие картин трения урезом модели и натуре. 4. Подобие картин обтекания модели и натуре. 5. Подобие формы, принимаемой моделью и натурным орудием при его движении.

Описать математически характеристики движения снюрревода и его урезом пытались многие ученые (Баранов Ф. И. 1946; Старовойтов Н.А. 1946; Лестев А.В. и Магдебуров Н.Г. 1956; Лестев А.В. 1958; Ионас В.А. 1962, 1964; Сорокин Л.И. 1970, 1971; Осипов Е.В. и Павлов Г.С. 2006). Необходимо отметить работы по определению коэффициента трения урезом о грунт (Ионас В.А. 1961; Paschen M. 2005).

Для определения условий подобия движения урезом донного невода целесообразно осуществить качественный анализ критериев подобия, которые могут быть получены двумя способами: на основании конечных, дифференциальных или интегральных уравнений, описывающих моделируемый физический процесс и на основе π - теоремы. Так как, полное математическое описание движения урезом снюрревода отсутствует, целесообразно воспользоваться π - теоремой (Седов Л.И. 1954; Фридман А.Л. 1981; Розенштейн М. М. 2000).

В данной статье уделим внимание моделированию силы трения урезом, так как при выборке снюрревода максимальные нагрузки возникают непосредственно из-за силы трения (до момента отрыва урезом от грунта).

В число определяющих параметров движения урезов снорревода необходимо включить параметры среды, грунта и урезов, а также характерный линейный размер (длину и диаметр урезов). Необходимо отметить, что при движении урезов силы гидродинамические, создаваемые урезами малы по сравнению с силами трения урезов о дно, и ими можно пренебречь.

Немецкий исследователь Paschen M. представил силу трения канатов о грунт, как функцию (Paschen M. 2005):

$$F_a = f(V, h, \mu, \alpha, l, d, q, p_s, l_s, S/Z, \gamma_{\bar{a}\bar{o}}, \mu_{\bar{a}}, r, C_\omega, W, \rho_{\bar{a}\bar{o}}, \rho, g), \quad (1)$$

где, V - скорость движения уреза; h - глубина траления (величина водяного столба); μ - коэффициент трения уреза донного невода о грунт; α - угол атаки уреза; l - длина уреза; d - диаметр уреза; q - вес одного метра уреза; p_s - коэффициент структуры поверхности уреза; l_s - длина поворота укрута уреза, если урез состоит из крученых канатов; S/Z - тип крутки уреза; $\gamma_{\bar{a}\bar{o}}$ - объемный вес грунта; $\mu_{\bar{a}}$ - кинематический коэффициент трения; r - радиус частиц грунта; C_ω - связность грунта (удельное сцепление); W - влажность грунта; $\rho_{\bar{a}\bar{o}}$ - плотность грунта; ρ - плотность воды; g - ускорение силы тяжести.

По результатам исследований механических свойств грунтов (Цытович Н.А. 1973; Сеславинский В.И. 1975) необходимо в число параметров, влияющих на силу сопротивления урезам о грунт добавить характеристики грунтов и урезам:

$$F_a = f(V, h, \mu, \alpha, l, d, q_a, p_s, l_s, S/Z, \rho_{\bar{a}\bar{o}}, \mu_{\bar{a}}, r, C_\omega, E, \tau_{\bar{a}\bar{o}}, \sigma_{\bar{a}\bar{o}}, EI, \varphi_{\bar{a}\bar{i}}, \rho, g), \quad (2)$$

причем исключить из определяющих параметров влажность грунта W , которое характеризует величину $\rho_{\bar{a}\bar{o}}$. В функциональной зависимости (2) приведены: q_a - вес в воде одного метра уреза; E - модуль упругости грунта; $\tau_{\bar{a}\bar{o}}$ - сопротивление грунта сдвигу; $\sigma_{\bar{a}\bar{o}}$ - удельная нормальная нагрузка на грунт; EI - изгибная жесткость урезам; $\varphi_{\bar{a}\bar{i}}$ - угол внутреннего трения грунта.

Отметим, по данным исследований (Paschen M. 2005) влияние параметров $h, p_s, l_s, S/Z$ на силу трения урезам F_a незначительно и тем самым ими можно пренебречь.

Сопротивление грунта сдвигу $\tau_{\bar{a}\bar{o}}$ для илистых грунтов и песка можно представить, как (Цытович Н.А. 1973; Сеславинский В.И. 1975):

$$\tau_{\bar{a}\bar{o}} = C_\omega, \text{ для илистого грунта}; \quad (3)$$

$$\tau_{\bar{a}\bar{o}} = \sigma_{\bar{a}\bar{o}} \cdot \tan(\varphi_{\bar{a}\bar{i}}), \text{ для песков}. \quad (4)$$

Отметим, что угол внутреннего трения грунта для песков под водой, радиус частиц которых находится в диапазоне $0,1 \leq r \leq 1,0$ соответствует $\varphi_{\bar{a}\bar{i}} \approx 32^\circ$.

По данным (Сеславинский В.И. 1975) связность C_ω для илистых грунтов определяется, как

$$C_{\omega} = k \cdot \tan(\varphi_{ai}), \quad (5)$$

где, k - коэффициент с размерностью Н/м².

На основании π - теоремы получены критерии подобия, характеризующие движение урезов снюрревода без учета влияния гидродинамических сил:

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= \frac{C_{\rho} \cdot C_V^2}{C_{\gamma^*} \cdot C_d} = 1; & \dot{I}_2 &= \frac{C_V \cdot C_t}{C_L} = 1; & \dot{I}_3 &= \frac{C_{F_a}}{C_{\tilde{N}_{\omega}} \cdot C_d^2} = 1; & \dot{I}_4 &= \frac{C_{F_a}}{C_{\sigma_{ad}} \cdot C_d^2} = 1; \\ \dot{I}_5 &= \frac{C_{\tau_{ad}}}{C_{\rho_{ad}} \cdot C_V^2} = 1; & \dot{I}_6 &= \frac{C_{\sigma_{ad}}}{C_{\rho_{ad}} \cdot C_V^2} = 1; & \dot{I}_7 &= \frac{C_{\tilde{N}_{\omega}}}{C_{\rho_{ad}} \cdot C_V^2} = 1; & \dot{I}_8 &= \frac{C_d \cdot C_{\gamma^*}}{C_{C_{\omega}}} = 1; \\ \dot{I}_9 &= \frac{C_{EI}}{C_{\rho_{ad}} \cdot C_V \cdot C_L^4} = 1; & \dot{I}_{10} &= \frac{C_E}{C_{\rho_{ad}} \cdot C_V^2} = 1; & \dot{I}_{11} &= C_{\mu} = 1; & \dot{I}_{12} &= C_{\mu_a} = 1; \end{aligned} \quad (6)$$

$$\dot{I}_{13} = C_{\varphi_{ai}} = 1.$$

где, C_{ρ} - масштаб плотности воды; C_V - масштаб скорости движения урезов; C_{γ^*} - масштаб объемного веса урезов в воде; C_d - масштаб диаметров урезов; C_t - масштаб времени протекания процесса; C_L - масштаб геометрических характеристик (масштаб длины урезов); C_{F_a} - масштаб силы трения урезов; $C_{\rho_{ad}}$ - масштаб плотности грунта; $C_{\tau_{ad}}$ - масштаб сопротивления грунта сдвигу; $C_{\sigma_{ad}}$ - масштаб удельной нормальной нагрузки на грунт; $C_{\tilde{N}_{\omega}}$ - масштаб связности грунта; C_{EI} - масштаб изгибной жесткости урезов; C_E - масштаб модуля упругости грунта; C_{μ} - масштаб коэффициентов трения уреза донного невода о грунт; C_{μ_a} - масштаб кинематических коэффициентов трения; $C_{\varphi_{ai}}$ - масштаб углов внутреннего трения грунта.

Представим критерий \dot{I}_8 в следующем виде:

$$\dot{I}_8 = \frac{C_d \cdot C_{\gamma^*}}{C_{C_{\omega}}} = \frac{C_{q_a}}{C_{C_{\omega}} \cdot C_d} = 1. \quad (7)$$

Выражение (5) запишем в индикаторном виде:

$$C_{C_{\omega}} = C_k \cdot C_{\varphi_{ai}}, \quad (8)$$

где, C_k - масштабный коэффициент.

Подставим выражение (8) в (7), получим:

$$\frac{C_{q_a}}{C_k \cdot C_{\varphi_{ai}} \cdot C_d} = 1. \quad (9)$$

Если при физическом моделировании илистый грунт по своим механическим свойствам одинаков у природы и модели, тогда формула (9) принимает вид:

$$\frac{C_{q_a}}{C_d} = 1. \quad (10)$$

Аналогично, при моделировании движения урезов по песку, имеем:

$$\frac{C_{q_a}}{C_{\sigma_{\bar{a}\bar{d}}} \cdot C_d} = 1. \quad (11)$$

Если при физическом моделировании песчаный грунт по своим механическим свойствам одинаков у природы и модели, тогда формула (11) принимает вид формулы (10).

Анализируя критерии \check{I}_6 и \check{I}_7 для илистого грунта и песка, получим:

$$\check{N}_{\check{N}_o} = C_{\rho_{\bar{a}\bar{d}}} \cdot \check{N}_V^2, \quad (12)$$

$$\check{N}_{\sigma_{\bar{a}\bar{d}}} = C_{\rho_{\bar{a}\bar{d}}} \cdot \check{N}_V^2. \quad (13)$$

Подставим выражения (12) в (7), а (13) в (11), получаем

$$\frac{C_{q_a}}{C_d \cdot \check{N}_V^2 \cdot C_{\rho_{\bar{a}\bar{d}}}} = 1. \quad (14)$$

Исходя из выражений (12) и (13) необходимым условием моделирования движения урезов снюрревода является:

$$\check{N}_{\check{N}_o} = \check{N}_{\sigma_{\bar{a}\bar{d}}}. \quad (15)$$

Тогда критерии \check{I}_3 и \check{I}_4 , с учетом формул (12) и (13) и (15), представим в виде:

$$\check{I}_3 = \check{I}_4 = \frac{C_{F_a}}{C_{\check{N}_o} \cdot C_d^2} = \frac{C_{F_a}}{C_{\sigma_{\bar{a}\bar{d}}} \cdot C_d^2} = \frac{C_{q_a} \cdot C_L \cdot C_{\mu_a}}{C_d^2 \cdot \check{N}_V^2 \cdot C_{\rho_{\bar{a}\bar{d}}}} = 1. \quad (16)$$

Исходя из выражений критериев подобия (14) и (16) имеем:

$$C_{\mu_a} = \frac{C_d}{C_L}. \quad (17)$$

Выразим из (17) масштаб диаметров урезов - $C_d = C_{\mu_a} \cdot C_L$, а из критерия \check{I}_2 выразим масштаб скорости движения урезов $C_V = C_L / C_t$ и подставим данные выражения в критерий \check{I}_1 , получим:

$$\gamma_i^* = \gamma_i^* \frac{C_L}{C_t^2 \cdot C_{\mu_a}}. \quad (18)$$

где, γ_i^* - объемный вес модели уреза; γ_i^* - объемный вес натурального уреза.

Отношение $C_a = C_L / C_t^2$ в формуле (18) представляет собой масштаб ускорения движения урезов снюрревода.

Сделаем вывод: на основании теории размерностей и подобия физических величин получены формулы (7) - (18) для определения конструктивных и силовых характеристик урезов снюрревода с учетом механических свойств грунтов.

Список литературы

1. Баранов Ф. И. К теории снюрреводного промысла. Рыбное хозяйство. №2-3. 1946. с. 28-31.
2. Ионас В. А. Исследование работы донного невода. Дис. на соис. уч. степ. к.т.н. Калининград. 1961. с. 1-183.
3. Ионас В. А. О движении донного невода. Рыбное хозяйство. №2. 1962. с. 47-53.

4. Ионас В. А. Теоретический анализ движения донного невода. Труды КТИРПиХ. Вып. XVII. 1964. с. 94-105.
5. Лестев А.В., Магдебуров Н.Г. Вертикальное раскрытие сахалинских снюрреводов и скорость их погружения. Рыбное хозяйство. №9. 1956. с. 72-75.
6. Лестев А.В., Некоторые элементы оптимального режима работы снюрревода. Рыбное хозяйство. №12. 1958. с. 37-46.
7. Осипов Е.В., Павлов Г.С. Новые подходы при проектировании судов прибрежного рыболовства.// Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции "Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2006"//Одесский национальный морской университет. - Одесса: Черноморье, 2006 Т5- Транспорт, Физика и математика, Химия. С. 15 – 18.
8. Розенштейн М.М. Механика орудий промышленного рыболовства. Калининград. Издательство КГТУ. 2000. С. 364.
9. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. М. 1954. С. 328.
10. Сеславинский В.И. Грунты-область взаимодействия тралирующих орудий лова. Известия ТИНРО. Том. 94. 1975. с. 184-194.
11. Сорокин Л.И. О некоторых зависимостях при снюрреводном лове. Рыбное хозяйство. №4. 1970. с. 69-70.
12. Сорокин Л.И. Расчет длины урезков снюрревода. Рыбное хозяйство. №7. 1970. с. 53-54.
13. Сорокин Л.И. Экспериментальные исследования работы донного подвижного невода. Рыбное хозяйство. №8. 1971. с. 53-54.
14. Старовойтов Н.А. Способы лова камбалы снюрреводом и их эффективность. Рыбное хозяйство. №4-5. 1946. с. 10-14.
15. Фридман А.Л. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. М. 1981. С. 327.
- Цытович Н.А. Механика мерзлых грунтов. - М., Высшая школа, 1973, - 448 с.
16. Paschen Mathias. Seabed-Structure-Interaction of selected Fishing Gear Elements. Contributions on the Theory of Fishing Gears and Related Marine Systems Vol. 4. DEMAT'05. 2005. p 207-222.

Совершенствование конструкций оттяжек ставных неводов

Осипов Е.В. (г. Владивосток, Дальрыбвтуз, доцент, e-mail: oev@mail.ru)

При проектировании ставных неводов одной из важных задач является обеспечение сохранности невода при шторме, на это влияют различные факторы. Применяемые на сегодняшний день расчетные схемы оттяжек ставных неводов (Калиновский, 1986; Габрюк, Тимошек, 2001) направлены на обеспечение соответствующей держащей силы якорей, из которых следует, что чем длиннее оттяжка, тем больше держащая сила якоря. Но из практики работы ставных неводов известно, что применение коротких оттяжек позволяет сохранить невод при шторме, а при длинных оттяжках невод разрушается. Это объясняется тем, что когда на невод действует течения в его садке и крыле возникают нагрузки, которые передаются оттяжкам, в результате чего они вытягиваются, и конструкция приобретает больше свободы для перемещения (рис. 1).

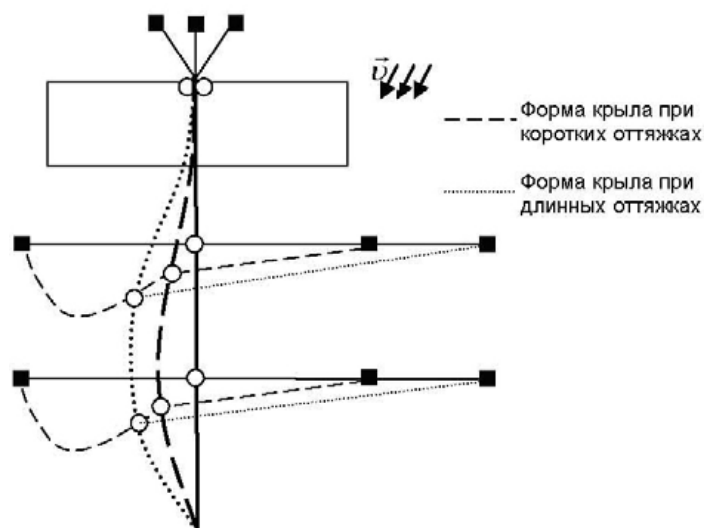


Рис. 1. Формы крыла ставного невода в зависимости от длины оттяжки

При равном количестве оттяжек, длинные оттяжки будут обеспечивать большую стрелку прогиба, нежели короткие оттяжки. В результате увеличения стрелки прогиба возрастает сопротивление самого невода, которое способствует разрушению оттяжек, не рассчитанных на нагрузки, определяемые по существующим методикам.

Подход к совершенствованию конструкций оттяжек представим следующими пунктами:

- определение минимальной длины оттяжки обеспечивающей держащую силу якоря;
- определение диаметра оттяжки;
- выбор каната оттяжки (конструкции).

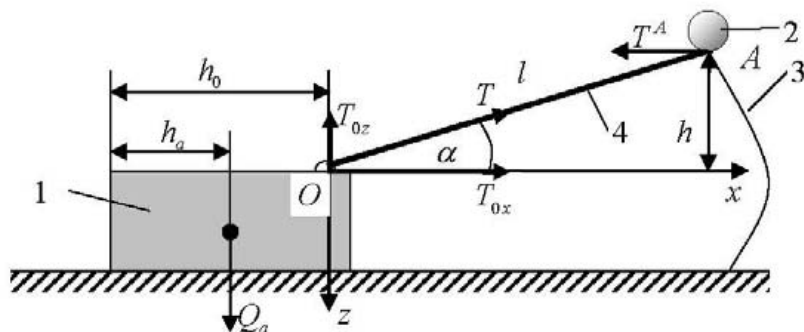


Рис. 3. Характеристики якоря и оттяжки:
1 – якорь; 2 – буй; 3 – крыло; 4 – оттяжка

При максимальных нагрузках форму оттяжки можно принять прямолинейной и не учитывать ее сопротивление, которое на порядки меньше, поэтому натяжение в точке (см. рис. 3) найдем по формуле.

$$T = T^A \cos \alpha. \quad (2)$$

Из работы (Габрюк В., Габрюк А., Осипов, 2004) минимальную длину оттяжки с учетом, что якорь останется неподвижным (см. рис. 3), найдем по соотношению

$$T_{0z}^{max} = Q_a \frac{h_a}{h_0} = T \sin \alpha = T \frac{h}{l} \Rightarrow l^{min} = \frac{T h h_0}{Q_a h_a}, \quad (3)$$

где – плечи сил (вес якоря) и ; – глубина постановки.

Удлинения оттяжки запишем в виде функции

$$\varepsilon_{\%} = f(d, \zeta, T), \quad (4)$$

где – диаметр оттяжки; – тип материала; – нагрузка (рис. 4).

Для капроновых канатов (см. рис. 4) функцию (3) опишем корреляционным уравнением (достоверность аппроксимации)

$$\varepsilon_{\%} = a + b \ln(d / C) + c \ln(T / T_{max}), \quad (5)$$

где коэффициенты , , ; – длина окружности; – разрывная нагрузка каната (определяется по ГОСТ).

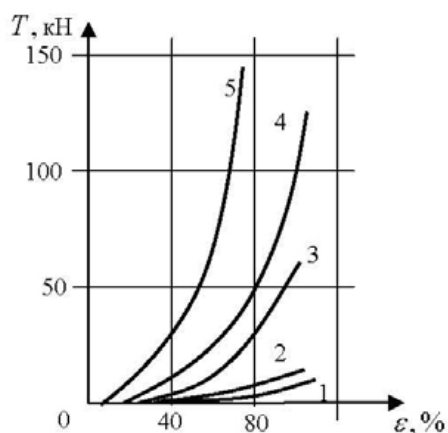


Рис. 4. Изменение удлинения капроновых канатов в зависимости от нагрузки (по данным ЦНИИЛВ): 1 – окр. 30 мм; 2 – окр. 35 мм; 3 – окр. 70 мм; 4 – окр. 90 мм; 5 – окр. 125 мм

При выборе каната оттяжки, ее конструкции необходимо учитывать, что уровень воды в течение суток меняется, этот факт сказывается на работе оттяжек. Если осуществлять постановку невода во время прилива, то после отлива нагрузка в оттяжки уменьшится и ставной невод получит больше свободы для перемещения, изменения затронут форму крыла и снизит уловистости невода. При постановке невода во время отлива после прилива

нагрузка в оттяжках возрастет, что дополнительно скажется на удлинении оттяжки и ее прочностных характеристиках.

Входящее в уравнения (1) ΔR показывает, что для реальных условий максимальная масса якоря ограничена возможностями плавсредств, с которых устанавливаются якоря. Одним из методов снижения массы якорей это уменьшение расстояние между оттяжками (Розенштейн, 2003). Также ΔR вносит значительную нагрузку в T^A , поэтому необходимо уменьшить одновременное влияние буев и сетной части в ΔR .

Решения этой задачи лежит в области изменения конструкции оттяжки.

На рис. 5, а показана наиболее используемая в настоящее время конструкция, обладающая перечисленными выше недостатками. Конструкция (рис. 5, б) позволяет снизить ΔR за счет уменьшения размеров буев 5 и 1.

Пользуясь этим принципом, предлагается разнести буи по оттяжки. В этом случае, оттяжка будет состоять из двух частей (рис. 5, в, г): 1 – оттяжка, оснащенная распределенной плавучестью; 2 – оттяжка, обеспечивающая связь с якорем. Как можно заметить в случае увеличения необходимой массы якорей к участку 1 оттяжки подсоединяется дополнительная часть 2, которые устанавливаются в одном направлении. Это позволяет снять ограничение по суммарной массе устанавливаемых якорей на одну оттяжку.

Применение части 1 с распределенной плавучестью позволяет решить задачу затопления невода при приближении шторма (в тех районах, где это будет эффективно), за счет отсоединения одного или двух буев с линиями (б), привязанными к части 1 (рис. 5, д).

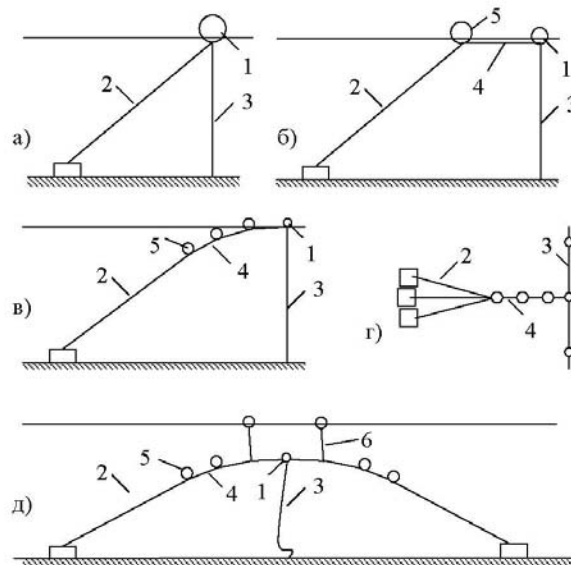


Рис. 5. Схема изменения конструкции оттяжки: 1 – буй на крыле; 2 – оттяжки; 3 – крыло; 4 – промежуточная оттяжка; 5 – буй (буи) оттяжки; 6 – линия

Список литературы

1. Калиновский В.С. Проектирование и расчет стационарных орудий лова. Владивосток: Дальрыбвтуз, 1986.- 45 с.
2. Габрюк В.И., Тимошек А.Е. Расчет характеристик крыла ставного невода. Науч. Тр. Дальрыбвтуз. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. Вып. 14. Ч.1. С. 112-117.
3. Габрюк В.И., Габрюк А.В., Осипов Е.В. Моделирование крючковых рыболовных систем: Монография. –2-е изд., испр. и доп. – Владивосток: ТИПРО - Центр, 2004. – 120 с.
4. Коннор Дж., Бреббиа К. Метод конечных элементов в механике жидкости. Пер. с англ. – Л.: Судостроение, 1979. – 264 с.
5. Коваленко М.Н., Лапшин О.М., Герасимов Ю.В. Исследования показателей промыслово-технологических параметров, интенсивности и уловистости ставных неводов для лова лососей. Успехи рыболовства: Сб. науч. тр. Владивосток, Дальрыбвтуз, 2006. С. 46-67.
6. Розенштейн М.М. Проектирование орудий рыболовства. - Калининград: КГТУ, 2003. – 367 с.
7. Осипов Е.В., Телятник О.В. Технология промысла лосося на Дальнем Востоке. Проектирование ставных неводов. - М.: ВНИИЦ, 2004. - №50200401384.

Методы структуризации требований ограничений для проектирования орудий рыболовства

Осипов Е.В. (*г. Владивосток, Дальрыбвтуз, доцент, e-mail: oev@mail.ru*)

In article, methods of structurization requirements of restrictions for designing instruments of fishery allowing are resulted to determine area of the decision of problems designing.

Проектирование ставит перед собой задачу, не имеющую, в принципе, строгой формулировки, ее место занимают требования:

1. Эффективность. Проектируемая конструкция должна наилучшим образом отвечать своему назначению – ловить гидробионтов (главная).

2. Надежность. Элементы конструкций и вся конструкция в целом должны без повреждений противостоять приходящимся на них воздействиям и тем условиям, в которых они будут находиться.

3. Долговечность. Должна быть обеспечена безотказная работа конструкции в течение специально установленного рационального срока ее эксплуатации.

4. Технологичность. При проектировании конструкции должны быть целесообразно учтены существующие возможности ее изготовления, транспортирования и предусмотрены удобства и безопасность эксплуатации во взаимодействии с людьми и средствами механизации.

5. Эстетичность. Конструкция должна отвечать определенным условиям технической эстетики.

6. Экономичность. Затраты на изготовление, материалы, транспортировку, настройку и эксплуатацию конструкции должны быть минимальны.

7. Ограничения. Сюда относятся всевозможные ограничения срока проектирования и изготовления орудий рыболовства, ограничения в ресурсах и в выборе материалов, возможности эксплуатации на соответствующих судах и промышленном оборудовании, директивные установления, связанные с правилами рыболовства и другими документами.

Как можно заметить, перечисленные требования противоречивы, поскольку стремление наиболее полно удовлетворить одному из них приводит к невыполнению других, таким образом, необходим комплексный учет всех требований, и в этом кроются основные трудности проектирования (Сергеев, Богатырев, 1971). Давно сложился целый ряд технических наук, имеющее непосредственное отношение к проектированию. Многие из них насыщены большим математическим содержанием и располагают богатым экспериментальным материалом.

При всем этом многообразии отдельные технические дисциплины предоставляют проектировщику итоги разработок каждой проблемы проектирования в отдельности или с незначительным учетом других проблем. Необходимо также отметить, что орудия рыболовства взаимодействуют с живыми объектами, формализация поведения которых только недавно получила становление, а анализ исследований экспериментальных данных по поведению гидробионтов во многом противоречивы или не исследованы в полном объеме. Сопряжение же этих итогов в каждом конкретном случае ложится на плечи проектировщиков, то есть решение задачи зависит только от его способностей и навыков. Поэтому проектировщику приходится решать по объему более сложные комплексные задачи, чем научному работнику, занимающемуся отдельным вопросом.

Важным решением в этом направлении является разработка методологии проектирования, поскольку расчет рыболовных систем на сегодняшнем этапе возможен с помощью вычислительных машин, то эта методология должна базироваться на применение этих машин. Такая теория должна рассматривать законы инженерного творчества и принципы их моделирования, систематизировать математические методы рационального проектирования и методы построения алгоритмов и программ, рассчитанных на комплексную автоматизацию проектирования.

Трудность разработки этих методов лежит в том, что каждый проектируемый объект имеет свои существенные индивидуальные особенности, а методика проектирования должна быть достаточно общей. Необходимо отметить, что до недавнего времени методы расчета формы и сопротивления каждого орудия рыболовства различались между собой, что было связано с большим количеством применяемых эмпирических формул, а также с удобством использования калькуляторов для расчета рыбаками на палубе судна или на фабрике по постройке орудий рыболовства. На губительность такого подхода для развития методологии проектирования орудий рыболовства обращалось еще в 60 годы прошлого века (Журавлев, 2002).

В связи с чем произошла различная детализация расчета многих видов орудий лова. Поэтому разработка общей методики расчета орудий рыболовства является ключевым элементом в создании систем проектирования орудий рыболовства. Методы расчета формы и натяжений орудий рыболовства в обобщенной постановке описаны в работе (Осипов, 2005), при этом процесс обобщения нельзя считать завершенным.

В основном в литературе (Розенштейн, 2003; Габрюк, Кулагин, 2002; Баранов, 1960; Фридман, 1969; Журавлев, 2002) уделено внимание решению требований: эффективности и надежности. Вопросы, связанные с долговечностью и технологичностью остались на уровне 60-70 годов прошлого века и не учитывают характеристик новых материалов используемых в современном рыболовстве. Решение требований по эстетичности, экономичности уделено очень мало внимания, хотя

накоплен значительный экспериментальный материал, изложенный в работах (Коротков, 1998; Белов и др., 1987).

Наименше в литературе уделено требованиям ограничений, но как показал опыт проектирования новых орудий рыболовства, эти ограничения определяют область решения задачи проектирования, в рамках которых можно развивать все другие требования к проектируемому орудию рыболовства. Поэтому важно определить подходы и получить модели, позволяющие определять область решения задач проектирования орудий рыболовства. К требованиям ограничений отнесем: правила рыболовства; параметры механизмов и характеристики судов, работающие с создаваемым орудием лова; требования рынка и механизмов обработки улова к размерам гидробионтов.

1. Правила рыболовства определяют размер допустимых к вылову особей и допустимый прилов особей другого размера. Для этого структурируем информацию по районам и объектам добычи, что представим в виде объектов $PR1_4$ и $PR2_2$, где $pr1_1$ – район промысла; $pr1_2$ – вид гидробионта; $pr1_3$ – допустимый к вылову минимальный размер; $pr1_4$ – допустимый прилов особей меньшего размера, %; $pr2_1$ – район промысла; $pr2_2$ – допустимый прилов не основных объектов добычи, %.

Алгоритм наполнения объекта PR_4 :

- 1) из массива объектов $PR1_4[n]$ выбираем объект $PR1_4$, а из массива объектов $PR2_2[m]$ выбираем объект $PR2_2$ при $pr1_1 = pr2_1 =$ району промысла, в котором будет осуществляться промысел проектируемым орудием рыболовства и $pr1_1 =$ объект добычи;
- 2) заполняем массив $PR_4[i] = PR_4$, где $pr_1 = pr1_2$; $pr_2 = pr1_3$; $pr_3 = pr1_4$; $pr_4 = pr2_2$;
- 3) алгоритм завершается перебором всех объектов добычи.

2. Требования рынка и механизмов обработки улова к размерам гидробионтов, как правило ограничивается минимальным размером. Таким образом, представим их объектами TR_3 и MO_2 , где tr_1 – район промысла; tr_2 – вид гидробионта; tr_3 – минимальный размер; mo_1 – вид гидробионта; mo_2 – минимальный размер.

Пункт 1 и 2 для проектируемого орудия лова характеризуется его селективными свойствами. Методика расчета оптимального селективного орудия лова с учетом требований 1 и 2 подробно изложена в работе (Осипов, 2006).

3. Параметры механизмов и характеристики судов, работающие с создаваемым орудием лова. Наиболее насыщенный механизмами является ярусный промысел, поэтому рассмотрим ограничения на примере ярусных систем.

В настоящее время используются несколько способов автоматизированного наживления крючков. Наиболее распространенными

являются наживочные машины с непосредственным наживлением каждого крючка (тип А) и с прохождением системы хребтины с поводцом оснащенный крючком через бункер, наполненный жидкостью с наживкой (тип Б). Поэтому при проектировании ярусной системы необходимо обеспечить свободное прохождение элементов яруса через бункер (тип Б) или через направляющий желоб (тип А). К важным особенностям наживочных машин относятся способность наживления тех или иных типов крючков: обычный; круглый; полукруглый.

Для устройств разматывания поводцов существуют ограничения по максимальной длине поводцов, которые могут быть размотаны. Для машин фирм МАРКО и МУСТАД этот параметр составляет до: 0,5 м – небольшая скорость выборки; 0,45 м – средняя скорость выборки; 0,4 м – большая скорость выборки, при этом фирмой МАРКО рекомендуется длина поводца 0,35 м.

Кассеты ограничивают вес участка хребтины приходящейся на длину кассеты в случае ручного подсоединения ее к наживочной машине. Если ручное соединение отсутствует, то ограничение существует только по компактности размещения хребтины на кассете.

Устройства для очистки крючков предъявляет дополнительные требования к прочности крепления буйковой оснастки поводцов.

Ярусные лебедки разделяются на два типа расположения выборочных органов: горизонтальном и вертикальном. Для ярусов с буйковой оснастки поводцов необходимо использовать лебедки с горизонтальным расположением выборочных органов.

Начиная с 90-х годов XX века, общественность обратила внимание на влияние ярусного промысла на экологию в различных районах мирового океана и обитающих там видов. В связи с этим при проектировании ярусов необходимо снизить или исключить гибель птиц, млекопитающих и черепах. Например, для снижения гибели птиц применяются трубы направляющие хребтину ниже уровня воды, в этом случае необходимо ввести ограничения для яруса связанного с возможностью его свободного прохождения через трубу.

Анализ ограничений связанных с особенностями промысловых механизмов показывает, что чем более полная механизация, тем меньше можно внести изменений в конструкцию яруса. Такой анализ позволяет выявить узкие места при проектировании промысловых механизмов и создать конструкции промысловых механизмов с другими свойствами, например позволяющие обслуживать несколько конструкций ярусов.

Необходимо отметить, что конструктивные элементы яруса также влияют на параметры износа промысловых механизмов. В частности в последнее время применяются хребтины оснащенные вертлюгами, которые изнашивают клиновидный диск ярусной лебедки.

Как можно заметить добавление нового механизма или его особенности будут сказываться на ограничениях орудия рыболовства. При этом как в случае с 1 и 2 пунктом невозможно статично определить

параметры ограничений объекта. Для решения этой задачи удобнее использовать соглашения о параметрах объектах в виде DTD схем для XML файла данных, необходимо отметить DTD схема позволяет иметь разветвленную древовидную структуру.

Соответственно для каждого орудия лова необходимо создать собственную DTD схему отражающих характеристики основных элементов и глобальных параметров орудия рыболовства. К глобальным параметрам для яруса является, например диаметр ярусной конструкции в жгуте, что необходимо для прохождения конструкции через механизмы, а для кошелька это его масса в мокром состоянии. Также для каждого параметра в DTD схеме необходимо использовать определение ограничения на "=", ">", "<", ">=", "<=".

Предложенные методы структуризации требований ограничений позволяют автоматизировать процесс проектирования орудий рыболовства, построив область допустимых решений.

Список литературы

1. Сергеев Н.Д., Богатырев А.И. Проблемы оптимального проектирования конструкций. – Л.: Судостроение, 1971. – 135 с.
2. Розенштейн М.М. Проектирование орудий рыболовства. – Калининград: КГТУ, 2003. – 367 с.
3. Осипов Е.В. Проектирование орудий рыболовства. Часть I: Учеб. пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2005. – 45 с.
4. Габрюк В.И. Кулагин В.Д. Механика орудий рыболовства и АРМ промысловика. – М: Колос, 2000. – 416 с.
5. Журавлев Л.В. Проектирование орудий океанического рыболовства. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – 86 с.
6. Коротков В.К. Реакция рыб на трал, технология их лова. - Калининград: ЭКБ АО «МАРИНПО», 1998. – 398 с.
7. Белов В.А., Коротков В.К., Саврасов В.К., Шимьянский С.Л. Буксируемые орудия лова.- М.: Агропромиздпт, 1987. – 200 с.
8. Баранов Ф.И. Техника промышленного рыболовства. - М.: Пищепромиздат, 1960. - 696с.
9. Фридман А.Л. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. – М.: Пищепромиздат, 1969. – 568 с.
10. Осипов Е.В. Методика выбора оптимального селективного орудия рыболовства для систем автоматизированного проектирования. // Материалы международной научно-технической конференции «Наука и образование – 2006». Мурманск, ФГОУВПО «МГТУ», 2006. С. 959-960

Живучесть организационно-технических систем, обеспечивающих управление состоянием безопасной эксплуатации судов

Пасечников М.А., Пеньковская К.В., Солянин А.В. (МГТУ, кафедра судовождения)

The analysis of correlation between the state of technical-organizational system and its vitality has been carried out.

Деятельность человека на море в начале двадцать первого столетия, так или иначе, связана с развитием больших организационно-технических систем обеспечивающих управление безопасностью эксплуатации судов и охраной морской среды. Такие системы должны синтезироваться в соответствии с текстом девятой главы Международной Конвенции «Солас-74» и Кодексом к ней. Обычно существующие системы управления безопасной эксплуатацией судов и охраной окружающей морской средой (далее СМБ) имеют развитые коммуникационные информационные и управляющие связи, насыщены средствами автоматике, имеют сложную структуру ресурсобеспечения. Естественно, что по мере развития подобных систем в судоходных компаниях возрастает, и будет возрастать их чувствительность различного рода внешним и внутренним воздействиям. Повышение чувствительности систем, в свою очередь, способствует их уязвимости и требует поиска путей обеспечения живучести.

Применительно к СМБ под термином «живучесть» ниже следует понимать состояние безопасной эксплуатации судов компании (состояние качества) и закономерности изменения этой эксплуатации под воздействием отказов технических средств, ошибок судового и берегового персонала (человеческих элементов) с учетом свойств систем и их восстановительных возможностей. Поэтому в общем случае состояние живучести сложной системы Ξ будет зависеть от множества параметров, характеризующих эту систему, задач, выполняемых такой системой, внешней среды и, наконец, типа, степени и динамики их взаимодействия. Следовательно, в рамках такого подхода к оценке состояния живучести системы Ξ это состояние можно представить в виде функционала, заданного на некотором множестве параметров, влияющих на состояние живучести системы Ξ , т. е.

$$K_{\Xi} = f(\hat{S}, \check{S}^1, |S|, \Delta T, \theta, Q, W, V), \quad (1)$$

где \hat{S} – структура системы, \check{S}^1 – поведение системы, $|S|$ - состояние способности системы, ΔT – временная избыточность, θ – тип управления, Q ,- вектор допустимого качества выполнения функций, W – множество состояний, в которые может перейти система под воздействием внешней

среды; V – множество параметров, определяющих характер, степень, топологию и динамику воздействия внешней среды на систему «Вахта».

Для оценки состояния живучести системы «Вахта», предназначенной для решения конкретного комплекса задач $\Phi = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$, направленного на обеспечение безопасной эксплуатации судна, большое значение имеет состояние способности этой системы. Далее под состоянием способности системы Ξ следует понимать ее способность обеспечивать решение любой φ_i -й задачи из комплекса $\Phi = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$, если эта система находится в состоянии ξ , которое в свою очередь характеризуется как отказами технических средств, так и «неправильными действиями» человеческого элемента.

Для оценки влияния состояния способности системы на состояние ее живучести были выполнены расчеты для трех заданных состояний способности Ξ и конкретного комплекса задач $\Phi = (\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)$, включающего три возможных способа решения задачи идентификации φ_1 , четыре возможных способа классификации φ_2 и три способа альтернативного выбора управлений. В результате проведенного расчета были получены следующие оптимальные по параметру живучести системы управления варианты поведения «человеческого элемента».

Так для состояния способности $|S|_1$ задача φ_1 должна решаться первым способом, задача φ_2 , вторым, а задача φ_3 – первым способом. При этом поведение «человеческого элемента» в системе Ξ_0 должно строиться на основе решения оптимального комплекса задач заданного так

$$\Phi_{\text{оп}} = (\varphi_{11}^{\text{оп}}, \varphi_{22}^{\text{оп}}, \varphi_{31}^{\text{оп}}), \text{ при } K_{\Sigma} (|S|_1)_{\text{max}} = 0,55.$$

В случае, когда состояние способности системы Ξ_0 определено, как $|S|_2$, задача φ_1 должна решаться первым способом, задача φ_2 , третьим способом, а задача φ_3 – первым способом, а поведение «человеческого элемента» должно строиться на основе решения оптимального комплекса вида

$$\Phi_{\text{оп}} = (\varphi_{11}^{\text{оп}}, \varphi_{23}^{\text{оп}}), \text{ при } K_{\Sigma} (|S|_2)_{\text{max}} = 0,65.$$

Для состояния способности $|S|_3$ оптимальный комплекс вырождается, и поведение «человеческого элемента» в системе Ξ_0 должно строиться на основе решения одной оптимальной задачи

$$\Phi_{\text{оп}} = (\varphi_{12}^{\text{оп}}); \text{ при } K_{\Sigma} (|S|_3)_{\text{max}} = 0,74.$$

Таким образом, состояние способности организационно-технической системы оказывает достаточно серьезное влияние на состояние ее живучести, и это влияние следует учитывать, путем выбора поведения «человеческого элемента».

Обеспечение безопасного лова морепродуктов вблизи внешних границ режимных зон

Санаев А.И., Меньшиков В.И., Кнышев А.И. (МГТУ, кафедра судовождения)

Аннотация. Даётся алгоритм для расчёта ширины зоны в различных районах открытого моря в современных условиях промысла.

Введение:

Приводится анализ графического и аналитического методов определения координат внешней границы экономической 200-мильной зоны. Рассматривается точность определения места судна, а так же текущих координат судна с помощью спутниковых навигационных систем (СНС) с использованием современной спутниковой навигационной аппаратурой (СНА) на судах промыслового флота, погрешность самих координат внешней границы режимной зоны для различных широт.

Обеспечение безопасного лова морепродуктов вблизи внешних границ режимных зон.

При вводе морскими государствами внешних границ 200-мильных исключительных экономических зон, участились нарушения этих границ рыболовными судами, иногда даже у весьма грамотного штурманского состава рыболовных судов. Были случаи, когда рыболовные суда задерживались военными кораблями с применением оружия. В данной ситуации, что бы обеспечить безопасность работы своих судов, соответствующие рыболовецкие организации вынуждены были волевыми указами вводить ширину буферных зон опираясь на свой производственный опыт.

В начальный период внешнею границу 200-мильных зон штурманский состав рыболовных судов мог только графически нанести её на мелкомасштабные навигационные карты, начиная с масштаба М-1:1000000, редко на масштабе М-1:500000, так как только на этих картах можно было нанести графически от береговых базисных точек и базовых линий эту внешнею 200-мильную границу. Но из-за графических погрешностей, непостоянства масштаба морских карт, внешняя граница наносилась только приблизительно, и, кроме того, она на каждом рыболовном судне, хотя и выполнялась теми же штурманскими инструментами, отличалась довольно на значительную величину. Затем эту границу переносили на навигационно-промысловые планшеты. Всё это сказывалось на безопасности и эффективности лова морепродуктов рыболовными судами в новых условиях промысла.

В настоящее время появилась возможность аналитически рассчитать координаты внешней границы любой режимной зоны на сфере с высокой точностью, исключив полностью графическую погрешность штурманских инструментов и непостоянство масштаба

морских карт от береговых пунктов и исходных линий, которые опубликованы в Извещениях Мореплавателей. (И М). Благодаря развитию навигационной техники на рыболовных судах интенсивно внедряется спутниковая навигационная аппаратура (СНА), которую можно использовать не только для высокоточного определения места судна в море, но и вести обсервованное счисление особенно рядом с внешней границей режимной зоны, тогда и текущие координаты судна будут иметь высокую точность. Проанализировав факторы, влияющие на точность определения места судна с помощью спутниковых навигационных систем (СНС) «НАВСТАР – GPS» И «ГЛОНАСС» такие как:

1. Погрешности эфемеридной информации и временной шкалы ИСЗ.
2. Погрешность, обусловленная задержкой сигнала в радиотракте ИСЗ.
3. Погрешности, связанные с условиями распространения радиоволн.
4. Погрешности аппаратуры потребителей.
5. Геодезическую погрешность.
6. Геометрическое положение видимых навигационных искусственных спутников, величину геометрического горизонтального фактора.

А также, что для использования всеми гражданскими потребителями навигационной информации используется код С /А с пониженной точностью. Для этого кода объявлена точность СНС «Навстар- GPS» и «Гланасс» для вероятности $p=95\%$. $M_{СНС}=100м.(1)$.

Следует учесть, что такая высокая точность может быть получена только при правильной эксплуатации СНС и СНА, т.е. необходимо вводить специальный код геодезической основы, предназначенной для согласования геодезической основы навигационные карты, на которой ведется текущая прокладка судна, с геодезической основы программы вычисления обсервованных координат реализуемой в СНА.

При дальнейшем развитии СНС и СНА точность определения места судна будет выше, уже создаётся дифференциальный режим среднеорбитальной СНС.

Далее рассмотрим навигационно-промысловый планшет масштаба М-1:200000, на которых обычно штурманский состав рыболовного траулера ведёт прокладку при ловле морепродуктов в открытом море, точность, рассчитанных координат от конкретных базовых точек и линий, а так же точность самих координат границы зоны для различных районов моря.

Анализируя графическую погрешность навигационно-промыслового планшета М- 1: 200 000 можно принять её равной плюс, минус 0,8 мм, что в масштабе планшета будет равно $M=+/-160$ м. Далее рассмотрим погрешность самих координат базовых точек

и базовых линий морской страны, от которых производится аналитический расчёт внешней границы экономической или любой другой режимной зоны. Изучив Извещения Мореплавателей (ИМ), а также проанализировав «Сборник региональных соглашений и законодательных актов зарубежных государств по вопросам мореплавания» в области точности базовых точек и базовых линий можно утверждать, что в данных документах точность базовых точек и линий даётся в основном с округлением до одной десятой минуты, как по широте так и по долготе. Таким образом делаем вывод, что за счёт округления координат базисных точек погрешность по широте и долготе составит плюс, минус 0,05 минуты. На морской карте меркаторской проекции масштаба М - 1:200000 погрешность по широте равняется $m_{\varphi} = 92,6$ м., а по долготе необходимо учесть изменение масштаба карты в зависимости широты. В этом случае погрешность по долготе будет $m_{\lambda} = 92,6 \cdot \text{Sec}\varphi$. Следовательно круговая средняя-квадратическая погрешность (СКП) от координат базовых точек и базовых линии будет: $M_{\text{б}} = \sqrt{92,6^2 + (92,6 \cdot \text{Sec}\varphi)^2}$ (3)/

Аналогично исследуем круговую СКП, от рассчитанных аналитическим способом координат внешней границы 200-мильной или другой внешней границы. Координаты внешней границы рассчитывались на сфере с помощью тригонометрических функций с точностью до шестого знака после запятой. Координаты рассчитаны с точностью до 0,1 секунды, поэтому можно принять, что погрешность координат внешней границы не выйдет за пределы 1 секунды (± 31 м.) Такую точность вполне достаточно можно принять для расчёта ширины зоны, поэтому СКП внешней границы зоны будет равно:

$$M_{\text{к}} = 31^2 + (31 \cdot \text{Sec}\varphi)^2.$$

Приведём таблицу СКП, от базовых точек, внешней границы зоны и района работы судов.

№	φ°	m_{φ} м.	m_{λ} м.	$M_{\text{б}}$ м.	m_{φ} м.	m_{λ} м.	$M_{\text{к}}$ м.
1	0°	92.6	92.6	130.96	31.0	31.0	43.84
2	30°	92.6	106.93	141.45	31.0	35.80	47.36
3	45°	92.6	130.96	160.39	31.0	43.84	59.69
4	60°	92.6	185.20	207.06	31.0	62.00	69.32
5	65°	92.6	219.11	237.87	31.0	73.35	79.63
6	70°	92.6	270.74	286.14	31.0	90.64	95.79
7	75°	92.6	357.78	369.57	31.0	119.77	123.73
8	82*	92.6	665.36	671.77	31.0	222.74	224.39

$\varphi=82^\circ$ - крайняя северная параллель для навигационной морской карты. Теперь рассчитаем ширину зоны по формуле:

$$R_{\text{буф.зона}} = \sqrt{M \frac{2}{\text{снс}} + M \frac{2}{\text{зр}} + M \frac{2}{\text{бт}} + M \frac{2}{\text{к}}}$$

Приведём пример, когда судно находится в районе $\varphi=70^\circ$, введёт текущую прокладку на навигационной морской карте масштаб-1:200000

$$M_{\text{буф зоны}} = 355,88\text{м} = 1,92\text{кбт.}$$

Кроме того нельзя сбрасывать со счёта человеческий фактор. Опытный капитан промысловик должен знать деловые качества штурманского состава, а так же всего экипажа, психологический климат, деловые качества, азарт в погоне за добычей, количество вытравленных ваеров, глубину трала, погоду и многое другое, которое нельзя математически просчитать, так как все нюансы данного коллектива и обстоятельства трудно подогнать под математический анализ.

В связи с этим капитан лично может увеличить ширину безопасной зоны для своего судна и экипажа.

Использование новых изоповерхностей при определении места судна по двум навигационным спутникам Земли

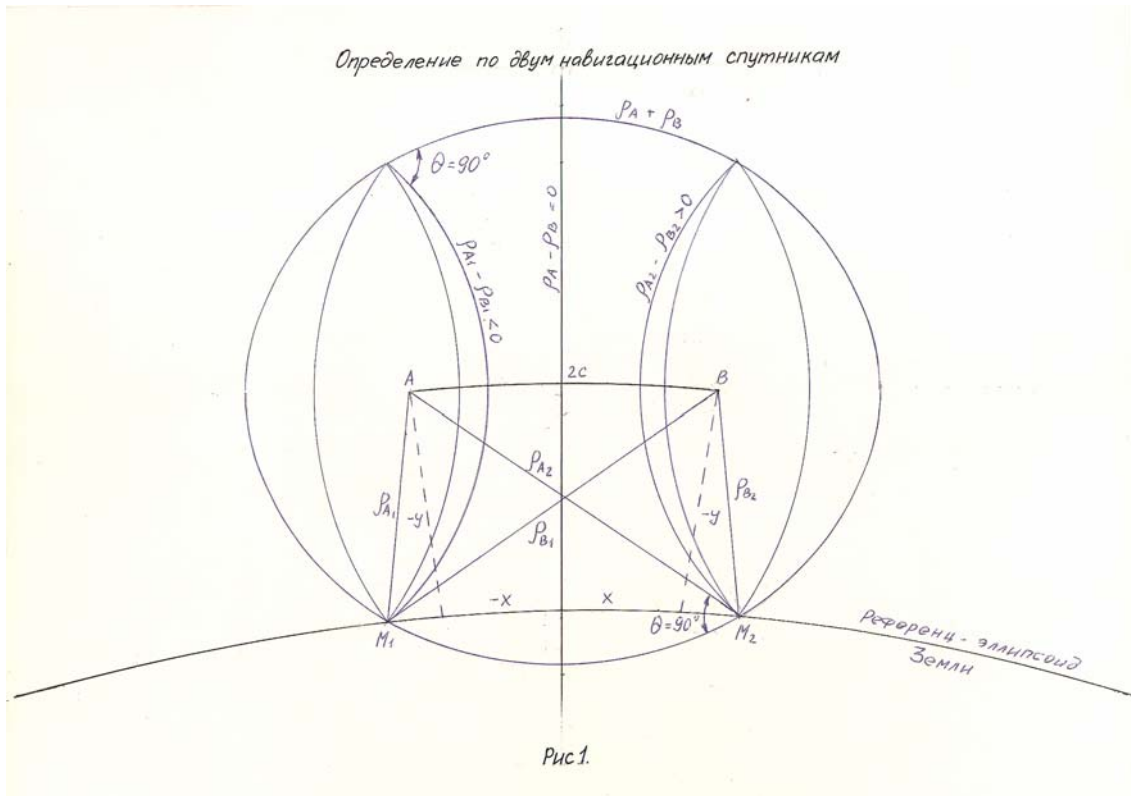
Санаев А.И., Кнышев А.И., Санаев А.М. (МГТУ, кафедра судовождения)

Аннотация. Предлагается оптимальный способ определения места судна в море по двум навигационным искусственным спутникам Земли, когда одновременно измеряются две наклонные дистанции до навигационных спутников и рассматриваются сферический двупольный гиперболоид и софокусный сферический трёхосный эллипсоид. Совместное решение этих двух изоповерхностей дают сферические прямоугольные координаты двух точек и по счислимым координатам судна выбирается нужная точка.

Введение. При высокоточном измерении лазерными дальномерами наклонных дистанций до двух навигационных искусственных спутников Земли в один и тот же физический момент мы можем получить разность наклонных дистанций и написать формулу сферического двуполового гиперболоида. Также можем получить сумму наклонных дистанций написать формулу софокусного трёхосного эллипсоида. Имея координаты искусственных спутников находим параметры сферического гиперболоида и софокусного эллипсоида. Решая совместно уравнение гиперболоида и эллипсоида для поверхности референц-эллипсоида получаем сферические прямоугольные координаты для двух симметричных точек, а зная счислимые координаты судна, выбираем нужные.

Использование новых изоповерхностей при определении места судна в море по двум навигационным спутникам Земли.

На судне имеется многоканальная современная спутниковая аппаратура (СНА) и в определённый физический момент измеряются одновременно наклонные дистанции до двух искусственных навигационных спутников Земли. Считаем, что спутники находятся в пространстве в точках А и В и соответственно на данный момент передают на судно свои координаты. (Рис. 1).



Имея координаты, по соответствующей формуле сферической тригонометрии рассчитывается расстояние между спутниками. Это расстояние нужно для определения параметров уравнений, и отметим его как C . Имея два наклонных расстояния до спутников, определяем разность их и можем написать уравнение двуполого гиперboloида.

$$\frac{\operatorname{tg}^2 x}{\operatorname{tg}^2 a} + \frac{\operatorname{tg}^2 y}{\operatorname{tg}^2 b} - \frac{\operatorname{tg}^2 z}{\operatorname{tg}^2 c} = -1 \quad (1),$$

где c – половина расстояния между спутниками,

$a = \frac{\Delta \rho}{2}$; , $b = \sqrt{c^2 - a^2}$; x, y - прямоугольные сферические координаты.

Имея же эти наклонные дистанции до спутников, теперь определяем сумму их и запишем уравнение софокусного трёхосного эллипсоида.

$$\frac{\operatorname{tg}^2 x}{\operatorname{tg}^2 a_1} + \frac{\operatorname{tg}^2 y}{\operatorname{tg}^2 b_1} + \frac{\operatorname{tg}^2 z}{\operatorname{tg}^2 c_1} = 1 \quad (2)$$

где $c = c_1$, $a_1 = \frac{\sum \rho}{2}$; $b_1^2 = a_1^2 - c^2$.

Решая совместно систему уравнений (1) и (2) получаем прямоугольные сферические координаты двух точек. (Рис.1).

$$tgx = \pm \sqrt{\frac{(tg^2 b_1 + tg^2 b) \cdot tg^2 a \cdot tg^2 a_1}{tg^2 a_1 \cdot tg^2 b - tg^2 a \cdot tg^2 b_1}}$$

$$\pm x = arctgx$$

$$tgy = \pm \sqrt{\frac{(tg^2 a_1 + tg^2 a) \cdot tg^2 b \cdot tg^2 b_1}{tg^2 a_1 \cdot tg^2 b - tg^2 a \cdot tg^2 b_1}}$$

$$\pm y = arctgy$$

В данных расчётах может быть использована геоцентрическая прямоугольная сферическая экваториальная система координат X,Y,Z или геоцентрическая прямоугольная сферическая гринвичская система координат. Начало этих систем находится в центре масс Земли. В первой системе ось X направлена в точку весеннего равноденствия, ось Y – на восток, а ось Z параллельна оси вращения Земли. Во второй- ось X направлена в точку пересечения Гринвичского меридиана с экватором, остальные оси совпадают.

Повышение точности определения места судна в территориальных водах

Санаев А.И., Кнышев А.И., Санаев А.М. (МГТУ, кафедра судовождения)

Аннотация. Даются аналитические методы определения места судна в территориальных водах и приведение определений к одной точке на судне.

Введение. Приводятся алгоритмы определения места судна по двум визуальным пеленгам, по пеленгу и расстоянию и по двум расстояниям. Выбрав на диаметральной линии судна точку, а от неё определив курсовые углы и расстояния до репитера гирокомпаса, до антенны судовой РЛС и, зная ИК судна в момент определения судна определяем истинный пеленг на репитер или антенну, рассчитываем поправки для широты и долготы по формулам письменного счисления. Введя эти поправки находим координаты для одной точки на судне, а на электронной морской карте крупного масштаба можем иметь очертание самого судна для данной точки судна. Всё это увеличит безопасность судовождения в территориальных водах.

Повышение точности определения места судна в территориальных водах.

При подходе к берегу, особенно при подходе к островам, где геодезическая сеть не увязана с общегосударственной, необходимо определять место судна визуальными способами, потому что прибрежный гидрографический промер на бумажных картах выполнен на основе определений по береговым объектам. Все изобаты, отличительные глубины, надводные и подводные препятствия на прибрежных морских картах увязаны с береговыми объектами. Безусловно главная система определения места судна будет СНС «НАВСТАР-GPS» и «ГЛОНАСС» а в качестве второй на переходный период, для контроля в территориальных водах и узкостях можно предложить аналитический способ определения по визуальным пеленгам, по пеленгу и дистанции и по измеренным расстояниям с помощью судовой радиолокационной станции (РЛС) и с помощью лазерных дальномеров до навигационных ориентиров

Рассмотрим эти методы:

1. По двум визуальным пеленгам:

Выбираем два ориентира А и В с координатами. Взяв с судна на ориентиры ГКП и исправив общей поправкой гирокомпаса получаем истинные пеленга (ИП), переводим их в обратные (ОИП). (Рис.1).

Напишем два уравнения локсодромии на сфере:

$$\lambda_0 = \lambda_{A+} + \operatorname{tg} \text{оип}_A \cdot \operatorname{Intg}(45^\circ + \varphi_{0/2}) - \operatorname{tgoип}_A \cdot \operatorname{Intg}(45^\circ + \varphi_A/2)$$

$$\lambda_0 = \lambda_B + \operatorname{tg} \text{оип}_B \cdot \operatorname{Intg}(45^\circ + \varphi_0/2) - \operatorname{tg} \text{оип}_B \cdot \operatorname{Intg}(45^\circ + \varphi_B/2).$$

Вводя обозначение $\varphi_* = \operatorname{Intg}(45^\circ + \varphi_0/2)$, решаем систему уравнений и получаем обсервованные координаты для того места, где установлен на судне репитер гирокомпаса. Следует заметить, что графические погрешности в этом способе отсутствуют.

$$\lambda_0 = \{ \lambda_B \cdot \operatorname{tg} \text{оип}_A - \lambda_A \cdot \operatorname{tg} \text{оип}_B + \operatorname{tg} \text{оип}_A \cdot \operatorname{tg} \text{оип}_B [\operatorname{Intg}(45^\circ + \varphi_A/2) - \operatorname{Intg}(45^\circ + \varphi_B/2)] \} / (\operatorname{tg} \text{оип}_A \cdot \operatorname{tg} \text{оип}_B).$$

Определение по двум пеленгам.

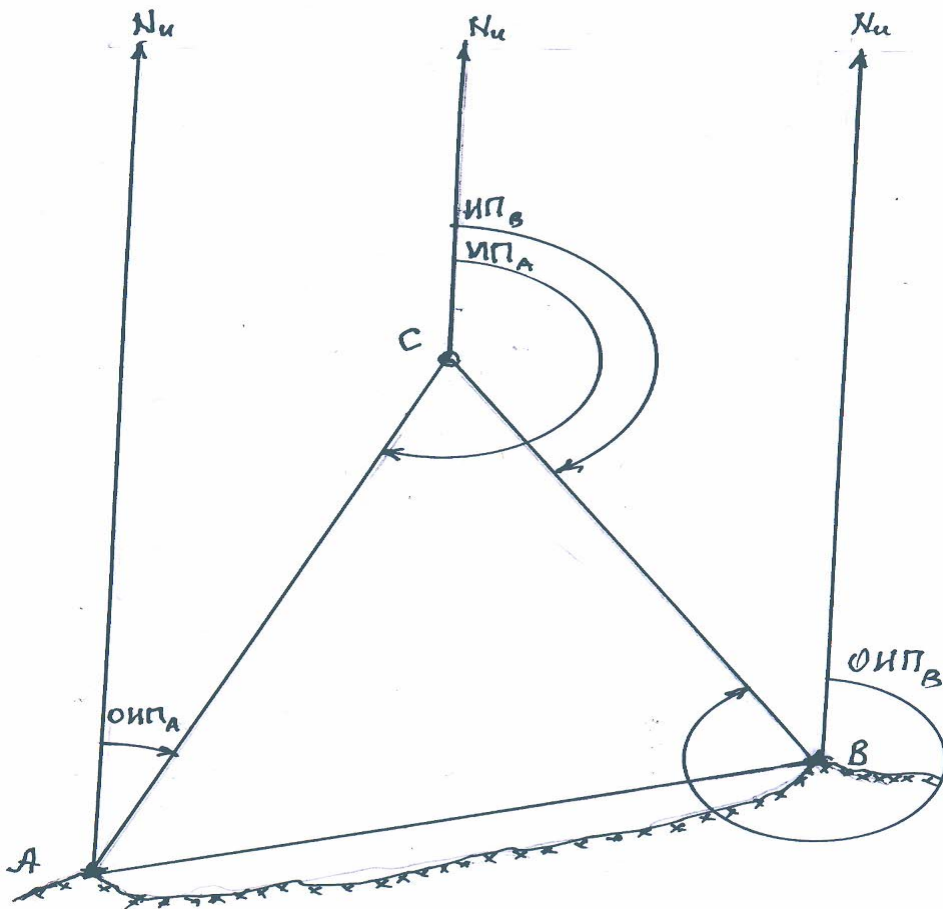


Рис. 1.

$$\varphi_* = \{ [(\lambda_B - \lambda_A) + \operatorname{tg} \text{оип}_A \cdot \operatorname{Intg}(45^\circ + \varphi_A/2) - \operatorname{tg} \text{оип}_B \cdot \operatorname{Intg}(45^\circ + \varphi_B/2)] \} / (\operatorname{tg} \text{оип}_A \cdot \operatorname{tg} \text{оип}_B),$$

$$\varphi_0 = 2(\operatorname{arc} \operatorname{tge}^{\varphi_*} - 45^\circ).$$

2. По пеленгу и дистанции на один и тот же ориентир, измеренными с помощью РЛС.

Данное определение места судна часто используется на рыболовных судах. (Рис.2)

Определение по пеленгу и дистанции

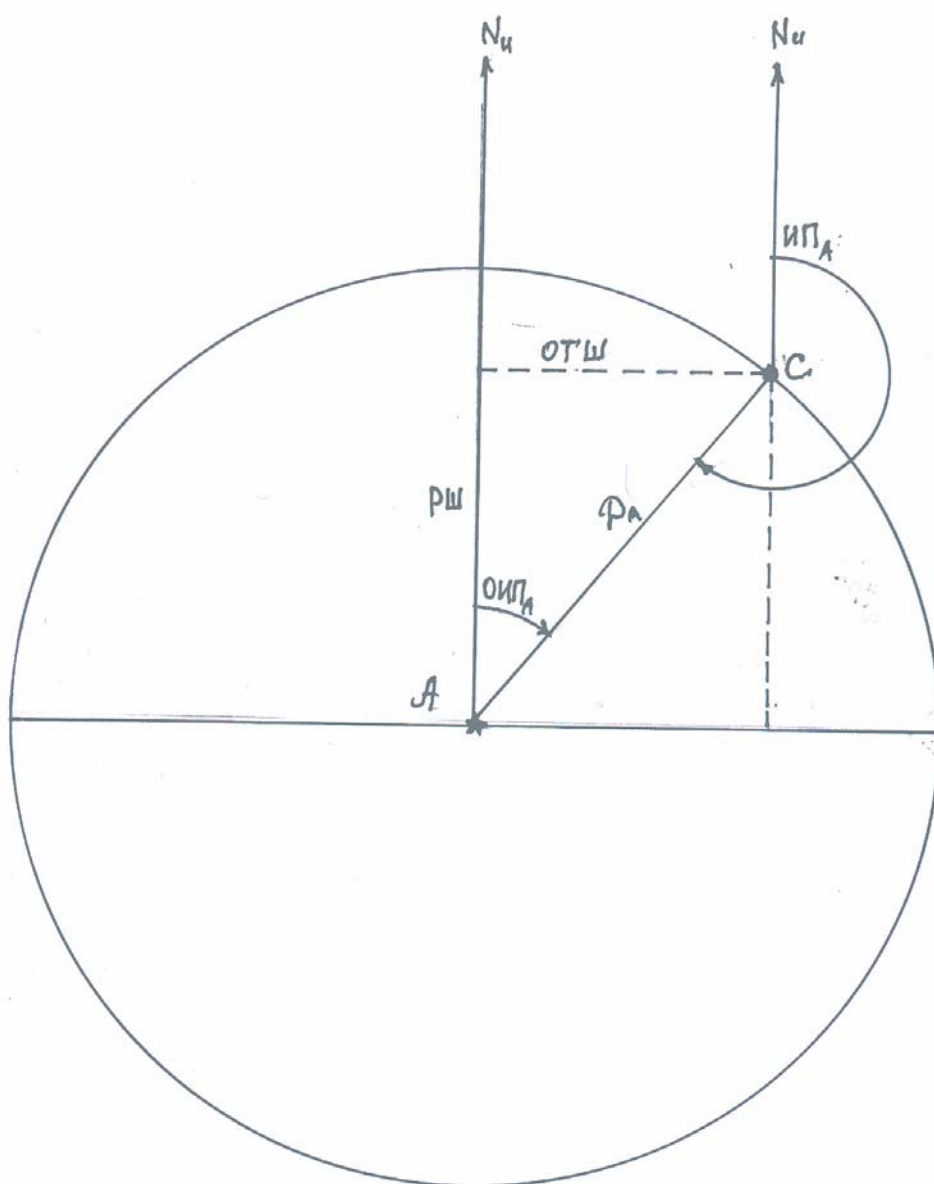


рис.2.

Имеем навигационный ориентир А с известными координатами, измеренную D_A , OIP_A и, приняв одну изолинии за локсодромию, а вторую за изостадию напишем два уравнения для морской карты:

$$Отш = tg_{оип_A} \cdot Рш,$$

$$Отш^2 + Рш^2 = D_A^2 .$$

Решая эту систему уравнений находим обсервированные координаты для антенны РЛС на судне, без графических погрешностей по формулам:

$$Рш = D_A / (1 + tg^2_{оип_A})^{1/2} ,$$

$$Отш = D_A \cdot Tg_{оип_A} / (1 + tg^2_{оип_A})^{1/2} ,$$

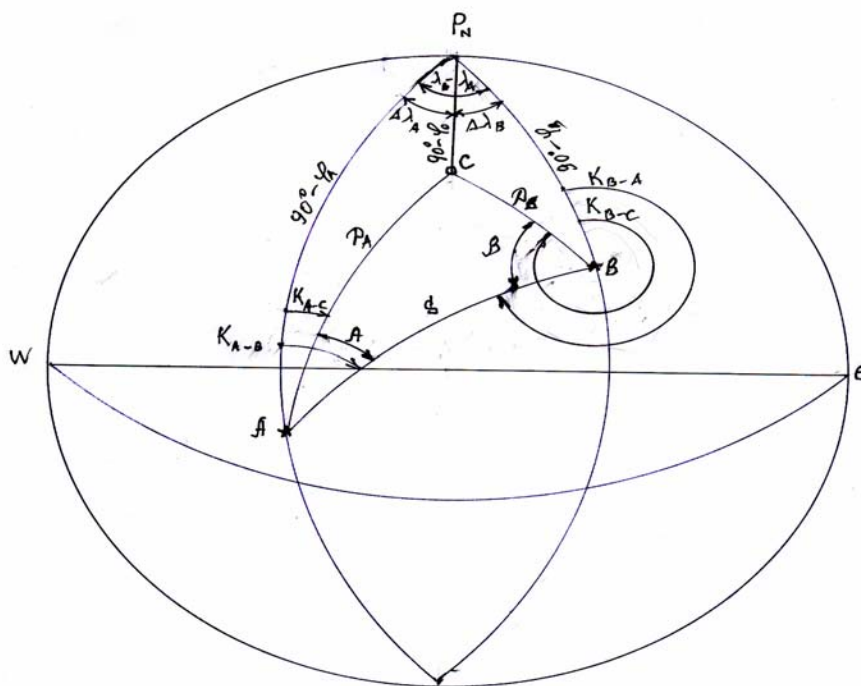
$$Рд = Отш / [Cos(\varphi_A + рш/2)] .$$

$$\varphi_0 = \varphi_A + Рш ,$$

$$\lambda_0 = \lambda_A + Рд .$$

3. По двум измеренным дистанциям.

Выбраны два навигационных ориентира А и В с известными координатами и до них измерена дистанция D_A и D_B . Имея координаты ориентиров рассчитываем расстояние между ними по ортодромии с помощью формулы: (Рис.3).



р.ц.3.

$$\sin^2 S/2 = \sin^2(\varphi_B - \varphi_A) + \cos\varphi_B \cdot \cos\varphi_A \cdot \sin^2(\lambda_B - \lambda_A)/2.$$

Теперь в сферическом треугольнике ABC имеем три стороны и можем определить углы A и β по формулам сферической тригонометрии, кроме того по формулам четырёх рядом лежащих элементов в сферическом треугольнике AP_NB определяем ортодромические направления K_{A-B} и K_{B-A}. Наконец, определяем ортодромические направления с точек A и B на C (судно), по ортодромическим направлениям с данных точек A, B и измеренным дистанциям определяем обследованное место дважды для антенны РЛС, которые можем сравнить. О сходимости результатов можно судить о точности. Графические погрешности, которые имеются при прокладке навигационных параметров на бумажной карте, отсутствуют.

Приведём формулы для аналитического определения места антенны РЛС:

$$P = 0,5 (D_A + D_B + S),$$

$$\sin^2 A/2 = [\sin(P - D_A) \cdot \sin(P - S)] / \sin D_A \cdot \sin S,$$

$$\sin^2 B/2 = [\sin(P - D_B) \cdot \sin(P - S)] / \sin D_B \cdot \sin S ,$$

$$\operatorname{Tg}K_{A-B} = \sin(\lambda_B - \lambda_A) / [\operatorname{Tg}\varphi_B \cdot \cos\varphi_A - \sin\varphi_A \cdot \cos(\lambda_B - \lambda_A)] ,$$

$$\operatorname{Tg}K_{B-A} = \sin(\lambda_B - \lambda_A) / [\sin\varphi_B \cdot \cos(\lambda_B - \lambda_A) - \operatorname{Tg}\varphi_A \cdot \cos\varphi_B] ,$$

Определяем ортодромические направления с точек А и В на судно точку С.

$$K_{A-C} = K_{A-B} - A ; \quad K_{B-C} + B .$$

Имея координаты точки А , ортодромическое направление K_{A-C} на судно и дистанцию D_A по формулам сферической тригонометрии, из сферического треугольника $AP_N C$ аналитически определяем наблюдаемые координаты точки С .

$$\sin\varphi_0 = \sin\varphi_A \cdot \cos D_A + \cos\varphi_A \cdot \sin D_A \cdot \cos K_{A-C} ,$$

$$\operatorname{Tg}\Delta\lambda_A = (\operatorname{Tg}D_A \cdot \sin K_{A-C}) / (\cos\varphi_A - \operatorname{Tg}D_A \cdot \sin\varphi_A \cdot \cos K_{A-C}) ,$$

$$\lambda_0 = \lambda_A + \Delta\lambda_A .$$

Аналогично рассчитываются координаты точки С из сферического треугольника $BP_N C$ по формулам:

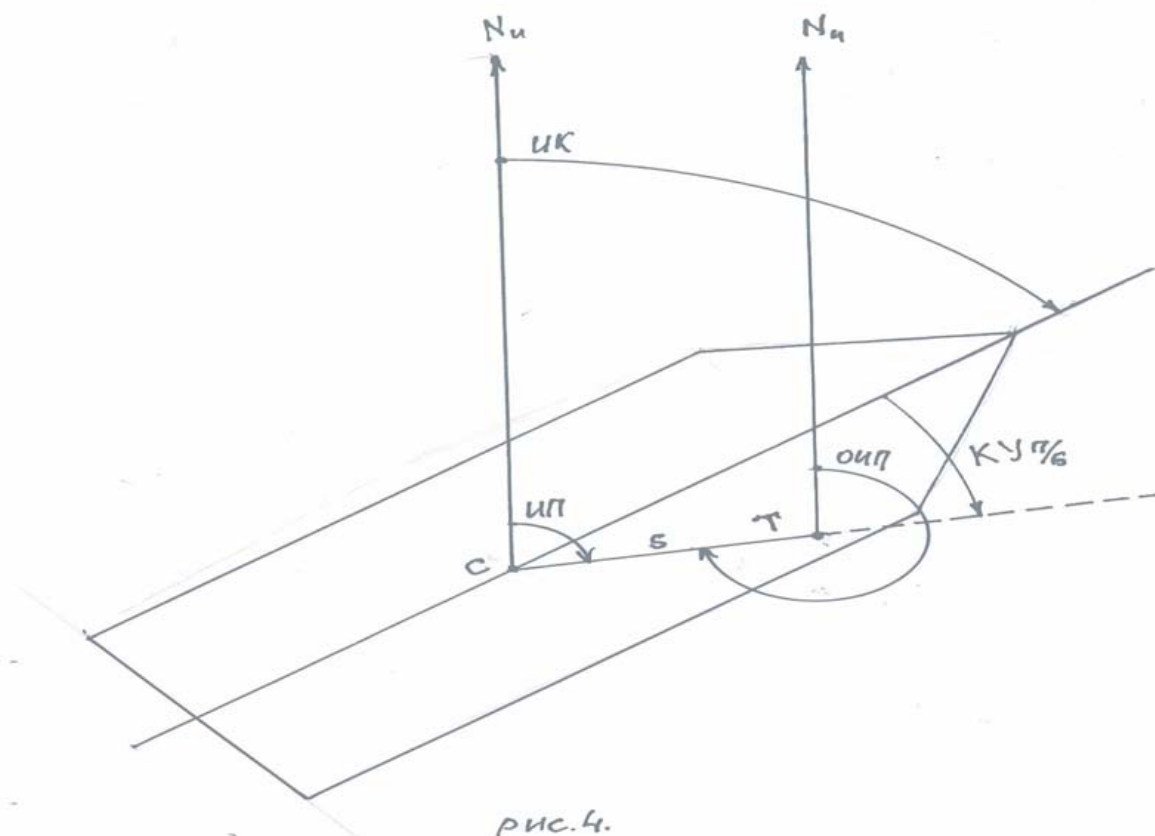
$$\sin\varphi_0 = \sin\varphi_B \cdot \cos D_B + \cos\varphi_B \cdot \sin D_B \cdot \cos K_{B-C} ,$$

$$\operatorname{Tg}\Delta\lambda_B = (\operatorname{Tg}D_B \cdot \sin K_{B-C}) / (\cos\varphi_B - \operatorname{Tg}D_B \cdot \sin\varphi_B \cdot \cos K_{B-C})$$

$$, \lambda_0 = \lambda_B + \Delta\lambda_B .$$

Из полученных координат, рассчитанных по двум сферическим треугольникам берём их средние значения.

4. Приведение наблюдений к одной точке на судне (поправка за центровку, рис. 4).



Необходимо на диаметральной плоскости судна выбрать точку С, к которой будут относиться все определённые различными способами координаты судна для разных точек судна. От данной точки С на судне нужно определить курсовые углы и расстояния до репитеров гирокомпаса, до установки антенны РЛС (точка Т), откуда будут измеряться навигационные параметры. Во время обсервации необходимо фиксировать гирокомпасный курс судна, определять истинный курс, а зная курсовой угол места измерения навигационных параметров, рассчитать истинный пеленг с точки С на прибор Т и обратный истинный пеленг с точки Т на точку С. Имея обратный истинный пеленг и расстояние от точки Т на С по формулам письменного счисления определяем поправки для приведения координат судна к одной точке.

$$PШ = S \cdot \cos OИП,$$

$$OТ Ш = S \cdot \sin OИП, \quad PD = OТШ / \cos \varphi_0,$$

где φ_0 - первая обсервованная широта, или же счислимая широта судна.

Кроме того для повышения точности определения места судна для точки С необходимо:

1. Координаты береговых навигационных объектов публиковать в навигационных пособиях таких, как книге «Огни и знаки» с точностью до одной десятой доли секунды (0,1'') и точнее.

2. Установить на береговых ориентирах топовые фигуры точно над земным центром данного ориентира.

Все указанные выше мероприятия увеличат точность определения места судна (для точки С), в территориальных водах до метров, что позволит аналитическому методу определения составить какую-то конкуренцию для СНС в этом районе.

Имея координаты точки С на судне, истинный курс в данный момент, имеем возможность на электронной карте крупного масштаба изобразить все габариты судна, что повысит безопасность в прибрежной зоне.

Реальная точность астрономических наблюдений по двум звездам

Вульфович Б.А., Фогилев В.А. (МГТУ, кафедра судовождения)

Abstract. Experimental data – results of carried out astronomical fixes by two stars, has been analysed in this paper. Main aim is to obtain real error when 95% accuracy's estimation is using. All observations were cultivated by the method of Lines of Position (LOP). The actual aspects of Celestial Navigation has been considered. The author has proposed perspective ways in the research of the Celestial Fixes.

Методы, которые целесообразно применять для определения местоположения судна в условиях современной навигации – один из наиболее самых острых и актуальных вопросов в области судовождения на сегодняшний день.

Бурное развитие науки и техники в прошлом столетии коснулось всех областей человеческой деятельности. Не обошло оно стороной и судовождение, и в частности навигацию. Рассмотрим один из её аспектов, связанных с определением места судна в открытом море методами мореходной астрономии. При этом особое внимание уделим реальной точности астрономической обсервации.

Человечество проделало огромный путь от хронометра и секстана до современных спутниковых навигационных систем. Путь этот был поистине нелегким. Сегодня мы пользуемся достижениями многих поколений. Труд современного судоводителя значительно облегчился. Действительно, вместо выверки секстана, проведения серий измерений высот светил, весьма трудоёмкой обработки полученных результатов, достаточно просто снять координаты судна с дисплея GPS приемника в любое время суток и при любых погодных условиях. Но это, как говорится, палка о двух концах.

Подойдем к этому вопросу с другой стороны. Внедрение в навигационную практику новейших спутниковых систем обсервации никак не снимает актуальности методов астрономических. И дело тут не только в исторической памяти к теории и практике классической навигации. Совместно с магнитным компасом и простейшим лагом-вертушкой только мореходная астрономия может обеспечить позиционирование и ориентирование судна. А это весьма важно в наше время, когда чрезвычайные ситуации и возможные террористические акты на море практически непредсказуемы. Недаром курс мореходной астрономии обязателен для дипломирования штурманов под эгидой ИМО во всём мире.

Дешевизна и автономность астрономических наблюдений от энергетических систем судна обеспечивается её простой

инструментальной базой - секстаном, звёздным глобусом, хронометром, а также двумя-тремя пособиями и калькулятором. Исходная процедура астрономической обсервации - измерение высот светил секстаном - традиционно остаётся неизменной в течение сотен лет. Она граничит с искусством и является предметом профессиональной гордости моряков.

Поэтому понижение интереса к мореходной астрономии со стороны международной общественности, наводит на грустные мысли. Подтверждением этих слов может служить проведенный нами анализ самого авторитетного международного издания посвященного навигации – знаменитого Journal of The Institute of Navigation. Последовательно были изучены номера этого журнала, начиная с самого первого, датированного мартом 1946 года и заканчивая пятьдесят первым номером, выпущенным в свет зимой 2004 года. Если не вдаваться в подробности, то статистика “астрономических” публикаций будет выглядеть следующим образом.

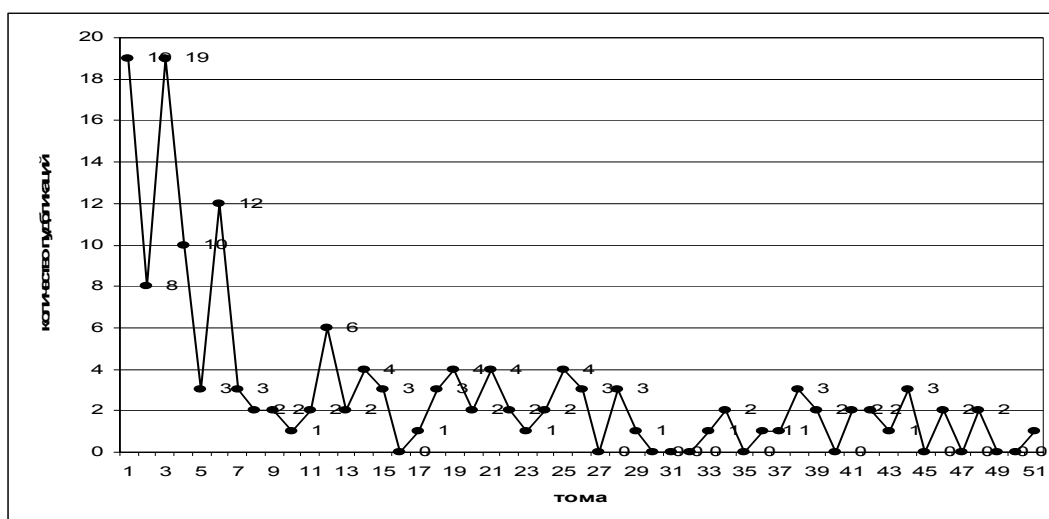


Рис. 1. Статистика публикаций, связанных с мореходной астрономией в Journal of The Institute of Navigation

Все материалы, опубликованные в Journal of The Institute of Navigation, обрабатывались как количественно, так и качественно. Иными словами, кроме простого подсчета количества статей, был проведен анализ проблематики каждой статьи. Ранние выпуски журнала отличались содержанием большого массива информации по мореходной астрономии, с одной стороны, и широким спектром затрагиваемых тем, с другой. Это свидетельствовало о большом интересе со стороны мировой морской общественности к астрономическим методам определения местоположения судна. Авторы предлагали новации в измерительных инструментах, пособиях, методах обработки информации, которые базировались на теоретических и практических изысканиях. С внедрением радионавигационных систем, а впоследствии и первых спутниковых систем происходило постепенное снижение интереса к мореходной астрономии вообще. При этом вопрос о реальной точности астрономических обсерваций и вовсе журналом не рассматривался. Этой

теме посвящена лишь одна отечественная публикация в “Записках по гидрографии” .

Нами были рассмотрены также работы по мореходной астрономии в морских учебных заведениях нашей страны и ближнего зарубежья. После изучения всей доступной информации по этому вопросу оказалось, что самое последнее – это разработка программ для решения задач определения места судна и поправки компаса по наблюдениям навигационных звезд, Солнца, Луны и планет. Эта компьютерная программа разработана в Одесском Высшем Инженерном Морском Училище в 1994 году.

Всеобщее снижение интереса к мореходной астрономии не снимает вопроса о её актуальности. Согласно главе II разделов А-II/1, А-II/2 международной конвенции ПДМНВ-78, разработанной и утвержденной ИМО, в состав обязательных минимальных требований для дипломирования вахтенных помощников капитана судов валовой вместимостью 500 регистровых тонн и более, а также обязательных минимальных требований для дипломирования капитанов и старших помощников капитана судов валовой вместимостью 500 регистровых тонн и более, включено умение использовать небесные тела для определения местоположения судна. Критерием для оценки компетентности этого умения является местоположение, полученное с помощью астрономических методов, которое находится в пределах допустимых уровней точности.

Целью данной работы является выяснение реальной точности астрономических обсерваций по измерениям высот двух звезд. Метод определения географических координат места судна по двум высотам небесных светил, измеренным в произвольных азимутах, обладает наибольшей универсальностью. Если его сравнить с другими астрономическими способами, то он дает возможность определять координаты точек земной поверхности по двум светилам, расположенным в любых азимутах. При наблюдение двух светил точность определения места судна (φ и λ) не зависит от величины самих азимутов, а лишь от их разности, которая по возможности должна быть ближе к 90° . Определение места судна по астрономическим наблюдениям светил в ночное время суток осуществляется сравнительно легко, поскольку при отсутствии облачности всегда можно подобрать и почти одновременно отнаблюдать две и более яркие звезды. Из полученных наблюдений вычислить широту и долготу места. Наличие серий наблюдений, состоящих из трех и более значений позволяет исключить влияние на определяемое место общей для всех высот систематической погрешности. Точность ночных астрономических обсерваций не зависит от ошибок в пройденном расстоянии и истинном курсе судна, то есть от ошибок навигационного счисления.

Вопрос о определение реальной точности астрономических обсерваций на основе практических экспериментов особенно актуален из-

за того, что при в разных учебных пособиях (*Рыбалтовский* 1964, *Дьяконов* 1958, *Кондрашихин* 1989, *Гаврюк* 1973) значения одних и тех же погрешностей сильно отличаются друг от друга и в большинстве случаев был сделан вывод о чрезвычайно завышенной точности астронавигационных способов определения местоположения судна. Однако по теории (*Вульфович*, 1989), изложенной в журнале “Записках по гидрографии” №228 от 1989 года, априорная минимальная радиальная погрешность определения места судна по двум звездам при девяносто пяти процентной надежности не может быть меньше шести минут. К примеру, радиальная погрешность астрономических наблюдений по двум звездам изложенная в теории Вульфовича Б.А. в 2,1 раза больше чем в утверждениях Рыбалтовского Н.Ю. Противоречивые данные о точности явились предпосылками для проведения практического эксперимента

Практические работы проводились в период с двадцать второго июля по шестнадцатое августа две тысячи шестого года на борту НИС Академик Лазарев. Все измерения были выполнены в Атлантическом океане в районе Шетландских островов. В широтном отношении это шестидесятый градус северной широты. Шестидесят один раз местоположение судна определялось с помощью астрономических наблюдений по двум звездам. Во время одних сумерек делалось от одной до трех наблюдений. Принимая во внимание рекомендации (*Красавцев* Б.И. 1966), производились не единичные, а серии измерений, то есть высота каждого светила, момент времени, текущие координаты судна по GPS снимались три раза подряд, а потом находились средние арифметические значения. Каждый раз, заблаговременно до начала проведения наблюдения производилась выверка секстана, согласно всем правилам, и находилась поправка индекса. Инструментальная поправка бралась из технического паспорта на секстан. Непосредственно перед началом снятия высот светил, кратко записывались информация о погоде – сила и направление ветра, состояние моря, зыбь, видимость, температура и атмосферное давление. Созвездия и звезды подбирались заранее с помощью звездного глобуса. Главным критерием при подборе являлась разность азимутов на светила ΔA - как можно ближе к девяносто градусам, за счет этого эллипс переходит в круг погрешностей. В таком случае погрешности распределяются во взаимно перпендикулярных направлениях. Еще одним достоинством глобуса является то, что он отображает фактическую картину звездного неба на необходимые даты и моменты времени. Значительно облегчалось опознание созвездий и звезд, так как были известны примерные значения высот и азимутов светил. Наиболее часто использовались звезды из созвездий Волопаса, Орла, Большой Медведицы, Малой Медведицы, Лиры, Возничего, Лебедя, Кассиопеи, Андромеды. Как показывает практика, они наиболее удобны для проведения астрономических наблюдений по звездам в районе шестидесятого градуса северной широты – их легко идентифицировать на небе, особенно α -звезды, и светила обладают достаточно большой высотой. Благодаря этому уменьшалась

поправка высоты за рефракцию и сводились к минимуму за температуру и атмосферное давление. Их значения брались из таблиц в МАЕ 2006, аргументом являлась алгебраическая сумма отсчета секстана и инструментально-индексной поправки. При исправление обсервованной высоты за наклонение истинного горизонта входным аргументом в таблицу являлась высота глаза наблюдателя. Она рассчитывалась ежедневно так как рост наблюдателя и высота палубы мостика от киля – неизменны, а текущая осадка судна постоянно изменяется из-за расходования топлива, воды, судовых запасов, подъема и спуска забортного оборудования. К сожалению, наклономеры Каврайского и Н-5 сегодня отсутствуют на торговых и рыбопромысловых судах. Для нахождения обсервованного местоположения судна применялся достаточно трудоемкий метод линий положения, по сути, при современном уровне развития вычислительной техники это является анахронизмом. Однако графоаналитическая методика остается фактически единственной в учебных процессах и практических применениях. Есть смысл, вместо линий положения (касательных) непосредственно рассматривать исходные изолинии-изостадии - малые круги на небесной сфере с радиусами, равными измеренным навигационным параметрам - высотам светил h_{o1} и h_{o2} . В итоге обсервованное место судна M_o как точка пересечения изолиний будет гораздо ближе к истинному месту, чем точка пересечения касательных к изолиниям (линиям положения). Наиболее перспективными считаются три метода аналитического расчета обсервованных координат φ_o и λ_o , а именно: метод итераций, метод алгебраических формул и, наконец, модифицированный метод Гаусса. Каждый из них имеет свои преимущества и ограничения. Отличительной особенностью проведенного эксперимента является то, что в качестве счислимого места использовались координаты полученные с помощью спутниковой навигационной системы GPS. В настоящий момент времени на большинстве судов счисление не ведется, контроль за переходом осуществляется с помощью регулярных обсерваций, в основном спутниковых. С другой стороны, место судна на основе GPS координат можно считать абсолютным, а следовательно полученные $\Delta\varphi$ (разность широт) и $\Delta\omega$ (отстояние) также носят абсолютный характер.

В результате, после проведения шестидесяти одной обсервации по двум звездам, радиальная погрешность при надежности девяносто пять процентов, согласно требованиям ИМО, оказалась в разбросе от 4,2 до 11,6 и в среднем составила $6,87 \approx 6,9$ морских миль. При этом СКП радиальной погрешности $\pm 1,73' \approx \pm 1,7'$. Таким образом, эксперимент показал реальную точность астрономических обсерваций по двум звездам от 5,2 до 8,6 морских миль, что полностью совпало с результатами работы Вульфовича Б.А. “Априорная оценка точности астрономических обсерваций”, приведенными выше.

Некоторый интерес представляет установление связи между точностью астрономических обсерваций и такими факторами как

разность азимутов ΔA и гидрометеорологические условия при проведение обсерваций. Если с разностью азимутов все более или менее понятно, то после длительного исследования, было установлено, что основными параметрами гидрометеорологического фактора являются обобщенное состояние моря (суммарный учет зыби и волнения) и состояние видимости горизонта. Следующий шаг – это составление корреляционных таблиц, а в последствие нахождение коэффициента корреляции, по величине которого можно будет сделать вывод о реальной связи.

Учитывая современные реалии, прогресс в мореходной астрономии возможен, по нашему мнению, лишь в области обработки измеренных высот. Обладая достаточным запасом экспериментальных данных и наличие современных вычислительных систем, возможно применение новых методов обработки результатов. На ранней стадии, отойти от нахождения среднеарифметического значения в серии измерений, а определять веса измерений как обратно пропорциональные сумме квадратов отклонений наблюдений друг от друга, в случае когда способ наименьших квадратов не обеспечивает необходимую точность при малом числе измерений. Такой подход изложен в труде Вульфовича Б.А. “Оценка параметров малых рядов наблюдений”. После чего, для обработки обсервованных высот применить три аналитических способа: метод итераций, метод алгебраических формул и модифицированный метод Гаусса. Метод итераций удобен при определении места судна по высотам двух звёзд (или звезды и планеты). Система уравнений двух изолиний решается методом последовательных приближений к искомым обсервованным координатам $(\varphi_0; \lambda_0)$. Формульный метод решения этой задачи состоит в следующем. Та же исходная система двух уравнений изолиний преобразуется в одно алгебраическое квадратное уравнение относительно $\sin \varphi_0$, где φ_0 -искомая обсервованная широта судна. Коэффициенты этого уравнения определяются особыми алгоритмами, а уже решение самого уравнения элементарно. Отдельный алгоритм позволяет найти и вторую искомую координату - долготу судна λ_0 . Модифицированный метод Гаусса. Модификация известного метода Гаусса состоит в том, что один из вспомогательных сферических треугольников разбивается на два прямоугольных. Благодаря этому искомые обсервованные координаты судна рассчитываются по более простому алгоритму. Конечные результаты сравнить с итогами графоаналитической методики обработки одних и тех же данных.

Важность начатой работы трудно переоценить. Конечно, говорить о том, что мореходная астрономия может стать одной из основных систем для постоянного получения информации о местоположении, как например спутниковая навигационные системы, глупо. Мореходная астрономия, после внедрения новаций, которые повысят точность и упростят получение обсервованных координат судна, должна стать резервной навигационной системой. Современное торговое мореплавание можно сравнить с хождением по лезвию бритвы. Судите сами, нет никакой

альтернативы GPS. Использование радиомаяков невозможно. Во-первых, они выведены из эксплуатации, во-вторых, на судах отсутствуют радиопеленгаторы, так как согласно требованиям РМРС их наличие необязательно. Подобная ситуация с РНС – цепочки не действуют, приемоиндикаторы сняты. Если говорить о спутниковых навигационных системах, то спутниковый сегмент ГЛОНАСС не содержит необходимого количества спутников для бесперебойной работы и до сих пор нет серийного производства приемоиндикаторов для гражданских пользователей. Для решения этих проблем требуются огромные финансовые вложения, а учитывая текущие положение дел в нашей стране – это весьма отдаленная перспектива. Новая европейская СНС Galileo пока находится на самом раннем этапе формирования. Да и не стоит ожидать, что владельцы GPS, отдадут этот рынок услуг без боя.

Изложенные выше факты толкают к форсированию работ и рассмотрению этого вопроса на самом высоком уровне, так как речь идет, ни много ни мало, о безопасности мореплавания.

Список литературы

1. Международная Конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года
2. (ПДМНВ-78). Резолюция ИМО 2750 С (XXV). СПб, ЦНИИМФ, 9., 1993.
3. Вульфович Б.А. Реальная оценка точности места судна, определенного астрономическими методами.
4. Записки по гидрографии. журнал, №223, с. 25-31, 1989.
5. Вульфович Б.А. Оценка параметров малых рядов наблюдений. Записки по гидрографии. журнал, №230, с. 20-24, 1994.
6. Гаврюк М.И. Астронавигационные определения места судна. М., Транспорт, 176 с., 1973.
7. Дьяконов В.Ф. Определение места судна по солнцу. Л., Морской транспорт, 240 с., 1958.
8. Кондрашихин В.Т. Определение места судна. М., Транспорт, 232 с., 1989.
9. Красавцев Б.И. Инструменты и методы мореходной астрономии. М., Транспорт, 86 с., 1966.
10. Рыбалтовский Н.Ю. Практическая мореходная астрономия. М., Транспорт, 126 с., 1964.

Структурный анализ контроля состояния эксплуатации судна

Пасечников М.А., Фургаса Десалень Мардаса, Гнилозубенко В.В.
(МГТУ, кафедра судовождения)

The structural analysis of key shipboard operation has been carried out and the model of multi-parametric monitoring of ship operation has been made.

Для решения как общих, так и частных задач по вероятностной оценке нахождения со-стояния эксплуатации судна в заданных пределах вполне допустимо использовать обширный математический аппарат, разработанный и эффективно применяемый в теории надежности. Успешное использование математического аппарата теории надежности в области управле-ния безопасной эксплуатацией обусловлено несколькими обстоятельствами. Прежде всего, идентичностью целей, поскольку в обоих случаях речь идет об обеспечении и поддержании ожидаемых функций, представленных в виде набора конкретных показателей. Поэтому ана-лиз, контроль и подтверждение показателей безопасной эксплуатацией и надежности слож-ных технических систем могут базироваться на одних и тех же математических моделях.

Безопасная эксплуатация судна и надежность некой технической системы, как состояние, закладывается и обеспечивается на этапах проектирования и постройки, а проявляется и реа-лизуется в процессе практического использования. Поэтому как не может быть состояния безопасной эксплуатации без надежности технических средств, так и надежность техниче-ских средств напрямую зависит от состояния безопасной эксплуатации, например, предуд-смотренной текстами применимых Международных морских Конвенций. Таким образом, можно считать, что состояние безопасной эксплуатации и состояние надежности взаимно обуславливают друг друга. И поэтому такая обусловленность вполне естественна тому, что в основе математического аппарата анализа и контроля в обоих случаях могут лежать одни и те же разделы теории вероятностей, математической статистики и общей теории принятия решений в условиях неопределенности.

Однако при всей тесноте связей между состоянием надежности и состоянием безопасной эксплуатации существуют и различия. Эти различия определяются тем, что критериальные параметры состояния надежности выражаются в виде функциональных зависимостей от времени. При анализе состояния безопасной эксплуатации время должно рассматриваться как важнейший и влияющий на это состояние фактор, в принципе, аналогичный другим су-щественным внешним факторам.

Для того, чтобы выделить структурные особенности модели многопараметрического кон-троля состояния безопасной эксплуатации,

использовалась математическую модель η адекватная физическому объекту (судну) и заданная с помощью структуры, записанной так

$$\eta = (Y, J, X), \quad (1)$$

где Y - множество технических средств и связей между ними, которые при объединении образуют сложное сооружение – судно, J - система действий и отношений, реализуемая на связях множества Y и обеспечивающая поддержание некоторого внутреннего состояния судна, характеризуемого множеством процессов с выходными параметрами из множества X .

В рамках введенной модели (1) наиболее общее описание внутренних процессов (судовых ключевых операций) с параметрами $x \in X$, идущих на судне, без учета дополнительных внешних воздействий можно определить как движение вида

$$Y \rightarrow X. \quad (2)$$

Для практической реализации структурного анализа многопараметрического контроля состояния безопасной эксплуатации и удобства изложения материала была проведена классификация параметров движения (2) и выделены следующие группы:

- параметры «целостности», которые характеризуют способность отдельных технических средств из состава сложного технического сооружения (судна) и представителей судового экипажа, эксплуатирующих эти средства «находиться в нужное время в нужном месте» при выполнении судовых ключевых операций;
- «определяющие» параметры, характеризующие через сохранность мореходных качеств судна, его состояние безопасной эксплуатации при выполнении ключевых операций;
- параметры «критичности», соответствующие появлению в состоянии судна дополнительных и неожиданных свойств, которые способны лишить это судно, естественного соответствия требованиям безопасной эксплуатации, например, лишив его одного из множества качеств мореходности.

На базе выделенных параметров движения (2) составлена модель вероятностной оценки нахождения состояния эксплуатации судна при выполнении на нем ключевых операций в заданных пределах. Модель контроля состояния безопасной эксплуатации судна использует хорошо известную теорему о нижней доверительной границе вероятности безотказной работы событийной системы, состоящей из последовательности взаимодействующих между собой элементов.

Эффективность рассмотренной модели многопараметрического интервального контроля состоянием эксплуатации судна заключается в том, что нет необходимости в обработке значительного объема несоответствий мореходных качеств судна установленным значениям, как это требует классический подход.

Информационная поддержка работы промыслового флота в Северо-Восточной Атлантике с применением нейροкомпьютерных технологий

Шатохин Б.М., Сурнин В.Н. (*г. Мурманск, НИЦ ФГУП «Наурыбресурс», e-mail nio@mrcm.ru*)

Клочков Д.Н., Бойчук С.И. (*г. Мурманск, НПК «Морская информатика», e-mail morinfo@mail.ru*)

The information for development of administrative decisions and supports activity commercial fleet are data of complex hydrometeorological and commercial-biological monitoring. Operative forecasts and recommendations are transferred to trade vessels on technology "computer-computer" in a synoptic scale of time (3-5 day). The approach based on used neuro-computer technologies is developed for these purposes. Good results on supports commercial fleet activity crafts of a mackerel and a herring in Norwegian sea are received.

Северо-Восточная Атлантика (СВА) в настоящее время стала основным районом российского промысла в Атлантическом океане. С ростом значимости данного региона для отечественного рыболовства, особенно в свете снятия прессы промысла с Баренцева моря, а также для обеспечения продовольственной безопасности страны, возрастает актуальность круглогодичного комплексного мониторинга основных промыслов СВА (путассу, скумбрия, сельдь, окунь-клювач) и условий среды их обитания, с целью определения состояния запасов, долгосрочного и краткосрочного прогнозирования колебания их биомассы, изучения биологии, распределения, особенностей миграции и поведения в различных временных масштабах (от годового до синоптического).

Основной информацией для выработки управленческих решений и поддержки деятельности флота является информация, получаемая в ходе обработки комплексных данных спутникового мониторинга состояния поверхности океана (альтиметрия, температура поверхности океана, температура воздуха, скорость ветра и т.д.) и промыслово-биологического мониторинга с промысловых судов. Данные обрабатываются на береговом центре и интерпретируются в соответствии с различными ситуационными задачами управления промыслом. По технологии «компьютер-компьютер» результаты передаются на промысловые суда, участвующие в таком мониторинге и обеспеченные специализированным программным обеспечением. Расчеты на береговом центре производятся в синоптическом масштабе времени. Такая технология реально действует на нескольких сопряженных промыслах пелагических видов рыб СВА и Баренцевом море с 1997 г.

В основе информационных технологий поддержки деятельности флота лежат результаты проведенных исследований условий образования зон повышенной биологической и рыбопромысловой продуктивности, позволившие раскрыть основной механизм их формирования (Шатохин, 1999, 2004). Было показано, что необходимые и достаточные условия формирования рыбопромысловых скоплений связаны с бифуркационной перестройкой полей аномалий рельефа уровенной поверхности океана в особых точках (точках пересечения сепаратрис). Эти качественные изменения структуры рельефа аномалий уровенной поверхности происходят в дни смены метеорологических естественных синоптических макроциркуляционных процессов.

Поэтому для прогнозирования формирования зон повышенной рыбопромысловой продуктивности достаточно спрогнозировать характер качественного преобразования поля рельефа аномалий уровенной поверхности океана в его особых точках в дни смены характера синпроцессов. Это можно сделать различными способами: используя численные формальные термодинамические модели, физико-статистическими и другими методами.

Авторами разработан новый подход к решению этой проблемы, основанный на использовании современных принципов нейрокомпьютерных технологий. Формальная концептуальная постановка задачи сводится к следующему. Имеющемуся множеству характерных полей рельефа аномалий уровенной поверхности, определяющих соответствующий набор промысловых ситуаций, ставится в соответствие изменение поля ветра, произошедшее от текущего к предстоящему периоду. Это множество разбивается на однородные классы. Совокупность этих классов является обучающим множеством («учителем»). После того, как достигается обучение нейросети на приемлемом уровне для «зависимого» материала, производится процедура прогнозирования.

Разработанная методология апробирована в регионе Северо-Восточной Атлантики на промыслах скумбрии и сельди и дала хорошие результаты.

Список литературы

1. Шатохин Б.М. Результаты исследования влияния гидрометеорологических циклов на формирование промысловой обстановки // Тез.док. XI Всерос. конф. по промысл. океанографии. Калининград, 1999. С.101.

2. Шатохин Б.М. Исследование закономерностей и механизмов формирования зон повышенной биологической и рыбопромысловой продуктивности, как основа новых подходов в планировании учетных съемок запасов и поиска промысловых скоплений // Вопросы промысловой океанологии. М., изд-во ВНИРО. Вып.1. 2004. С. 147-167.

Системные представления об управлении процессом лова

Шеховцев Л.Н. (г. Калининград, КГТУ, кафедра промышленного рыболовства, e-mail: shch@gazinter.nez)

The general concepts of management by process and his features in industrial fishery are considered. On the basis of the analysis of model of catching system the model of the fishery system intended for development of methods of modelling of trade systems, including managing influence on object fishing is offered.

Управление понимается как процесс, ориентированный на достижение определенной цели. Управление, элемент, функция организованных систем, различной природы (биологических, социальных, технических), обеспечивающих их определенные структуры, поддержание режима деятельности, реализацию их программ (1).

Систему, в которой реализуется функция управления, называют системой управления и выделяют в ней две подсистемы: управляющую (осуществляющую функцию управления, и управляемую (объект управления)(2). Кибернетика исходит из положения о единой принципиальной схеме в виде самой общей модели функционирования управляемой системы, основные элементы которой типичны для любых систем, форм и видов управления.

В теории управления различают внутреннее и внешнее управление.

Внутренним называют управление, при котором управляющее воздействие формируется в самой управляемой системе, внутри нее. Орган управления, вырабатывающий управленческое воздействие, образует вместе с управляемой системой единый комплекс. Органы управления, а также лица, осуществляющие управление, входят при внутреннем управлении в состав управляемой системы.

Внешним называют управление, при котором управляющее воздействие поступает в управляемую систему извне. В этом случае управляющая система не входит в состав управляемой, она выделена в самостоятельный внешний орган.

Рассмотрим эти системы с точки зрения процесса промышленного рыболовства.

Промышленное рыболовство заключается в добыче рыбы и морепродуктов различными орудиями лова с добывающих судов, представляющих собой плавучие производственные комплексы (системы), осуществляющие вылов рыбы и ее переработку на борту судна, оснащенные навигационной аппаратурой и средствами индикации объекта лова в водной среде. Они являются сложными техническими системами, работающими во внешней (водной и воздушной) среде. Вылов рыбы является главной целью рыбодобывающих технических систем. Но этот

вылов должен обеспечить экономическую эффективность производственной системы в целом.

Техническая система является частью производственной системы и содержит в качестве элементов технические устройства, которые выполняют определенные функции в производственной системе. Техническая система в промышленном рыболовстве может быть представлена в виде ловащей и рыбопромысловой системы.

Ловащая система представляет собой комплекс, состоящий из двух элементов "орудие лова – объект лова". Рыбопромысловая система представляет комплекс, состоящий из трех элементов "судно-орудие-объект лова", воздействующий не только на орудие, но и на сам объект лова, взаимодействующий с окружающей средой.

Специфика рассматриваемых технических систем определяется особенностями процесса промышленного рыболовства. Процесс промышленного рыболовства включает в себя следующие этапы: 1) подготовка процесса лова; 2) переход в район промысла и обратно; 3) поиск объекта 4) постановка орудия лова; 5) обеспечение с помощью имеющихся в наличии технических средств поимки рыбы; 6) доставка рыбы на борт судна с помощью выборки орудия лова, рыбонасоса или иным способом для последующей переработки.

В связи с этим система с внутренним управлением применяется на первых трех этапах процесса, так как судно следует без применения орудия лова (последнее находится на борту в состоянии готовности к применению).

После постановки орудия лова появляется рыбопромысловая система "судно - орудие лова – объект лова", которая представляет собой второй тип управляющей системы, т. е. системы с внешним управлением по отношению к орудию лова и объекту лова.

При этом до определенного периода объект лова остается вне прямого воздействия управляющей системы, но может находиться в зоне действия орудия лова. Зона действия – часть водного пространства, где поведение объекта изменяется под воздействием орудия лова (3).

До этого периода система может рассматриваться как ловащая, которая рассматривается как частный случай промысловой системы.

Для того, чтобы включить объект лова в область воздействия управляющей части ловащей системы, необходимо осуществлять на него специальное воздействие до или после его попадания в зону действия орудия лова. Таким образом, объект попадает в зону управляющего воздействия и становится его временным элементом ловащей системы. В результате чего и образуется рыбопромысловая система "судно - орудие лова - объект лова". Объектом управления становится не только орудие лова, но и в определенной степени объект лова.

Понятие ловащей системы является логическим развитием представления о процессе лова. Если процесс лова можно свести к воздействию технической системы σ_1 на биологическую σ_2 , то

необходимость управления процессом лова приводит к выделению еще одной системы – управления (СУ)(3).

Функциональное объединение трех систем в единую приводит к представлению о ловащей системе. Модель такой системы представлена на рис 1.

В модели используются следующие обозначения.

1. X – факторы внешней среды (измеряемые, но неуправляемые);
2. E – факторы внешней среды (не измеряемые и неуправляемые);
3. U – факторы контролируемые и управляемые;
4. Q – выход системы (в нашем случае – улов);
5. СУ – система управления ловащей системой;
6. ПЛ - воздействие ловащей системы на объект лова (процесс лова);
7. I_1, I_2 – информационное обеспечение СУ;
8. I_x , - информация об окружающей среде;
9. I_Q – информация об улове;
10. I_r – информация о процессе лова;
10. ЛС – ловащая система.

Как видно на рис. 1 информационная модель процесс лова зависит от большого числа факторов. Их можно разделить на три группы: группы X – это факторы внешней среды которые можно контролировать, (наблюдать измерять). т. е. факторы, контролируемые но неуправляемые; к группе E относятся факторы внешней среды неконтролируемы и неуправляемые; факторы управления U со стороны системы управления (СУ) являются фактами контролируемыми и управляемыми. Процесс лова имеет три группы входов E, X, U, что осложняет управление процессом лова.

Таким образом, работа ловащей системы зависит от деятельности системы управления, которая осуществляет управление орудием лова. Решение об управлении принимается системой управления на базе полученной информации I_Q, I_r, I_x, I_1, I_2

.Основное содержание процесса лова (ПЛ) сводится к воздействию $\sigma_1 \rightarrow \sigma_2$.

В развитие модели ловащей системы рассмотрим модель промысловой системы, активно воздействующей на объект лова.

Это может, например, при лове сайры бортовой ловушкой с использованием управляющего воздействия надводных источников света, джиггерном промысле кальмаров с использованием надводных источников света и других. В этом случае модель промысловой системы может быть представлена в виде, изображенном на рис. 2.

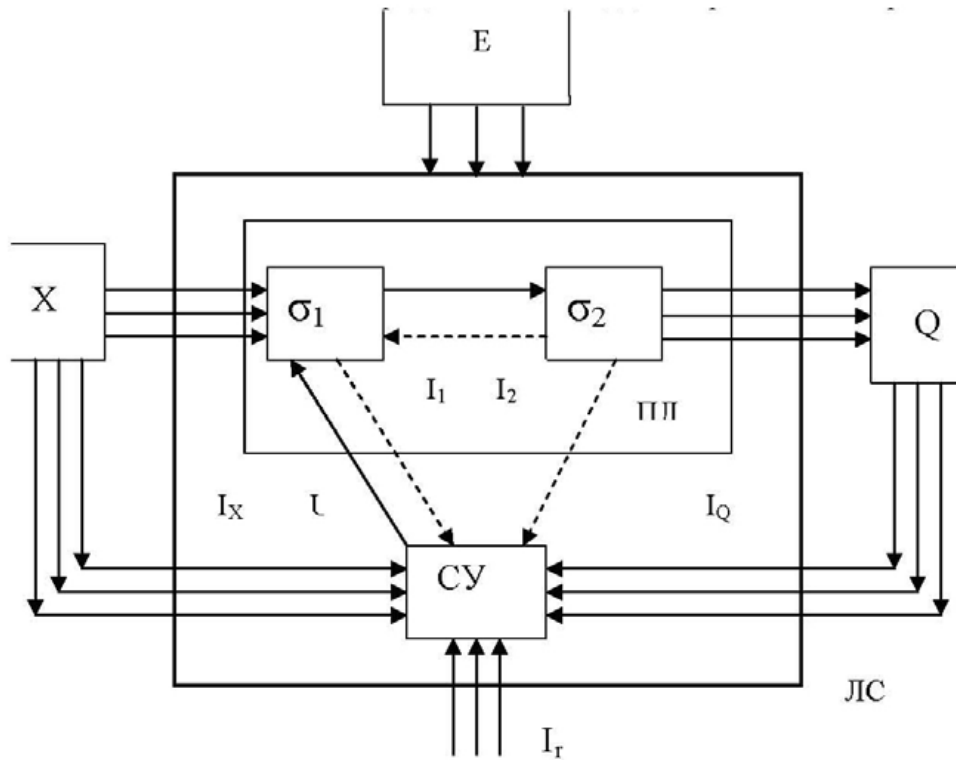


Рис. 1 Модель ловащей системы

Система управления в данном случае оказывает воздействие на объект лова. Рыбопромысловой, как уже отмечалось, будем считать такую систему, которая оказывает, в отличие от ловащей, управляющее воздействие не только на орудие лова, но и на объект лова.

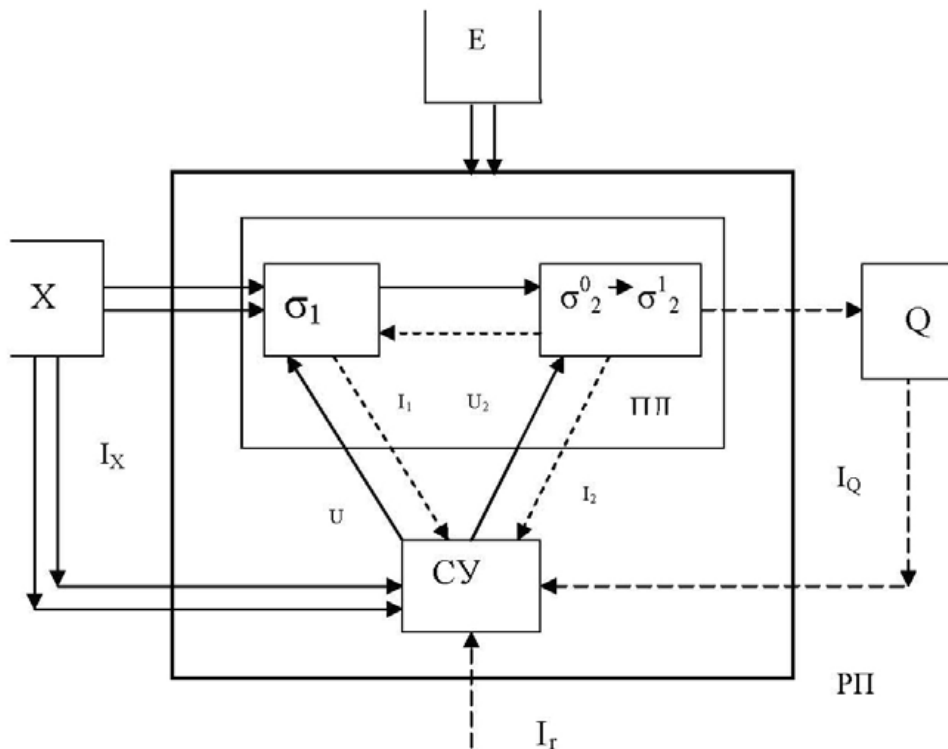


Рис. 2 Модель рыбопромысловой системы

В состав модели рыбопромысловой системы входят следующие элементы: 1) судно и система управления (СУ); 2) орудие лова (σ_1); 3) объект лова, переходящий из состояния σ_2^0 в состояние σ_2^1 .

σ_2^0 – состояние объекта лова до его изъятия из водной среды;

σ_2^1 – выловленный объект лова (улов).

U_2 – воздействие системы управления на объект лова.

Пунктирными стрелками показаны информационные связи, сплошными – материальные, оказывающие непосредственное влияние на процесс лова. Остальные обозначения те же, что и на рис. 3.

В состоянии σ_2^0 объект лова находится до момента удержания, который наступает под влиянием управляющих воздействий со стороны орудия лова, т. е. он (объект) еще может выйти из зоны действия орудия лова.

В состоянии σ_2^1 объект лова уже не может выйти из зоны действия орудия лова и фактически его можно считать уловом.

Одним из существенных отличий предлагаемой модели от модели ловящей системы является то, что в ней учитывается функция перехода объекта лова из состояния облавливаемого объекта σ_2^0 до состояния улова σ_2^1 .

Система управления в совокупности с судном оказывает управляющее воздействие на объект лова с помощью различных способов (химических, физических и прочих раздражителей)

Предложенная модель рыбопромысловой системы развивает модель ловящей системы и предназначена для разработки методов моделирования промысловых систем, включающих управляющее воздействие на объект лова.

Список литературы

1. Большой энциклопедический словарь /Под ред. А.М. Прохорова М.: - Науч. изд-во "Большая Российская энциклопедия", СПб "Норинт", С. 1252.

2. Малин А.С., Мухин В.И. Исследование систем управления /Государственный университет – Высшая школа экономики. – М., 2002 г.

3. Изнанкин Ю.А., Шутов В.А. Поведение рыб и технология лова. – М.: Колос, 1994. – 191 с.

***СЕКЦИЯ:
«РАДИОТЕХНИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ
МОРЕПЛАВАНИЯ В АРКТИКЕ И
СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ»***

Способ представления сильно связанных произвольных сетевых топологий с помощью графов кодовых пересечений

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

Abstract. The technique of presentation of arbitrary net typologies with high degree of apexes' connectedness with the help of code intersection graphs' has been proposed. The technique allows extending the application of code methods of flows' management in different areas of practical use – in information, telecommunication, signal nets, computing and transport systems, other fields using net methods.

Использование графов кодовых пересечений (ГКП) (1) для представления сетевых топологий дает ряд преимуществ. Существенным достоинством ГКП является то, что структурные параметры $ГКП(n, k, r)$ полностью описываются тремя основными параметрами: n – длиной кодовых комбинаций номеров вершин, k – основанием кода, r – мощностью пересечения кодовых комбинаций номеров вершин в графе. Применение свойств ГКП позволяет формализовать представление структуры (топологии) сети. Для этого вершинам соответствующего графа присваиваются по определенному правилу кодированные номера. Формализованное (кодированное) представление сетевых топологий является удобным для компьютерной обработки. Упрощаются процедуры определения структурных параметров сети, связанных с основными характеристиками ее функционирования, в том числе с временными характеристиками, а также с показателями надежности и безопасности. Использование свойств ГКП позволяет применять на сетях бестабличные (кодовые) методы определения путей, оптимальных с точки зрения минимального числа транзитов (переприемов). При этом определение путей в ГКП сводится к выполнению ряда вычислительных процедур над кодовыми комбинациями номеров вершин. Процедуры вычисления просты, не критичны к системным требованиям ЭВМ и экономичны в отношении памяти компьютера (1, 2).

При решении с использованием свойств ГКП задачи построения ассоциативной системы, включающей несколько автономных сетей, становится принципиально разрешимой проблема определения кратчайших путей в системе. Проблема состоит в том, что путь при транзитной транспортировке объектов перемещения в системе, состоящей из нескольких автономных разнородных сетей, определенный как сумма кратчайших путей в отдельных сетях, в общем случае не является кратчайшим. Применение ГКП позволяет, используя кодовые методы маршрутизации, вычислять оптимальные пути в системе и выбирать минимальные по числу транзитов пути (3).

Практическое использование методов применения свойств ГКП к решению различных сетевых задач на графах с произвольной конфигурацией ограничивается требованием к величине параметра связности графа. Эффективное решение можно получить только для слабо и средне связанных графов. Предложенные алгоритмы построения для произвольных графов изоморфных порожденных подграфов ГКП предусматривают процедуры разбиения множества вершин произвольного графа на непересекающиеся подмножества (3, 4). Это разбиение можно выполнить только для слабо и средне связанных графов. Множество вершин сильно связанного графа процедуре разбиения на непересекающиеся подмножества не поддается. Хотя в принципе пронумеровать вершины произвольного сильно связанного графа в подграф ГКП можно, однако полученный таким образом порожденный подграф ГКП будет сильно избыточным, а сетевое управление низко эффективным.

Вместе с тем вопросы организации эффективного управления потоками перемещаемых объектов на сильно связанных сетях являются актуальными в настоящее время как в области информационных, так и в области транспортных сетей.

Предлагаемый в данной работе способ представления произвольных сетевых топологий с высокой степенью связности вершин с помощью графов кодовых пересечений позволяет получить экономичное решение и расширить границы применимости кодовых методов управления потоками на сетях.

Используем понятия и термины теории графов (5) и теоретические положения графов кодовых пересечений, разработанные в работах (1). Понятие сильно связанного графа используем в соответствии с определением, данным в работе (3).

Пусть задан произвольный ориентированный граф $G(X, Y)$ большой связности, имеющий $|X|=p$ вершин, $|Y|$ ребер и не имеющий истоков и стоков.

Утверждение. Вершинам любого графа $G(X, Y)$ могут быть приписаны номера таким образом, что можно построить связный граф $G(A, V)$ с множеством вершин $A \sim X$ и множеством дуг $V = Y \setminus \tilde{Y}$, $\tilde{Y} \not\subseteq Y$, изоморфный порожденному подграфу ГКП(n, k, r), т.е.

$$G(X, Y) \setminus \tilde{Y} \sim G(A, V) \not\subseteq \text{ГКП}(n, k, r).$$

При этом параметры n, r для заданного параметра k конструктивно вычисляются, а граф $G(A, V)$ конструктивно строится.

Доказательство. Для доказательства данного утверждения для случая сильно связанных графов рассмотрим структуру матрицы мощностей пересечений номеров вершин ГКП (МПН), предложенную в работе (3). Заметим, что в соответствии со схемой определения связей вершин в ГКП по МПН, позиции матрицы, расположенные вдоль ее побочной диагонали, соответствуют тем номерам вершин ГКП, которые связаны дугам таким образом, что дуги исходят из множества V' вершин с

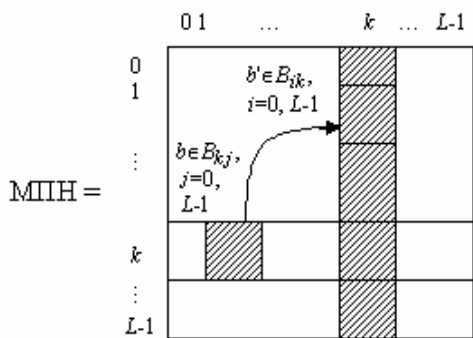


Рис. 1. Схема определения связей вершин в ГКП по МПН

точками сочленения исходного графа. Таким образом, если в сильно связанном графе выделить двудольный подграф и удалить его из графа вместе с инцидентными ему ребрами, то связность исходного графа уменьшается. При необходимости процедуру выделения и удаления двудольного графа можно повторять. В результате можно понизить связность графа до такой величины, при которой возможно провести разбиение множества вершин оставшегося графа, являющегося подграфом исходного графа, на непересекающиеся множества вершин. Заметим, что удаление двудольного графа из исходного сильно связанного графа не приводит к его разделению на несколько подграфов.

Применение процедуры выделения и удаления двудольных подграфов позволяет свести случай сильно связанного графа к случаю слабо и средне связанных графов.

Процедуру выделения двудольного графа проводим в следующем виде. Пусть произвольный сильно связанный граф $G(X, Y)$ представлен матрицей смежности. Выбираем произвольную вершину $x_\lambda \in X$ в качестве исходной. Используя матрицу смежности, определяем множество U^+x_λ вершин графа, в которые входят дуги, направленные из вершины x_λ . Выбираем произвольную вершину $x_\mu \in U^+x_\lambda$. По матрице смежности определяем множество U^+x_μ вершин, в которые входят дуги, направленные из вершины x_μ . В полученном множестве ищем вершину x_λ . Если $x_\lambda \notin U^+x_\mu$, то на следующем шаге выбираем произвольную вершину $x_\xi \in U^+x_\lambda \setminus x_\mu$ и для нее определяем множество U^+x_ξ , в котором ищем вершину x_λ . Если на каком-то шаге в полученном для некоторой вершины x_γ множестве U^+x_γ есть вершина x_μ , то процедуру выделения двудольного графа заканчиваем. Вершины x_μ и x_γ образуют двудольный граф $D(x_\mu, x_\gamma, y_{\mu\gamma})$, являющийся подграфом графа $G(X, Y)$.

Исключаем из матрицы смежности графа $G(X, Y)$ строки и столбцы, соответствующие вершинам x_μ и x_γ . Для полученного графа $G(X \setminus \{x_\mu, x_\gamma\}, Y)$, $Y \not\subseteq Y$, проводим процедуру разбиения множества вершин на непересекающиеся подмножества используя алгоритм (3). Если разбиение выполнить не удастся, то в качестве исходной выбираем произвольную

номера, расположенными в позициях lm , и входят во множество V'' вершин с номерами, расположенными в позициях ml , и наоборот (рис. 1). Граф с множеством вершин $V \cup V''$ является двудольным. Следовательно, любой двудольный граф является подграфом ГКП. Двудольный граф делит неразделимый граф на два связанных между собой подграфа исходного графа. Вершины двудольного графа являются

вершину $x_\beta \in X \setminus \{x_\mu, x_\gamma\}$ и для нее выполняем процедуру выделения двудольного графа.

Мощность непересекающихся подмножеств вершин графа определяет величину структурных параметров изоморфного подграфа ГКП, что, в свою очередь, определяет избыточность кодирования номеров вершин ГКП и влияет на характеристики и параметры функционирования сети (1). Применяя предложенную процедуру выделения двудольных графов к любому графу, можно дополнительно понижать его связность и варьировать характеристики и параметры функционирования сети.

Для построения порожденного подграфа ГКП, изоморфного единому связному надграфу, покрывающему выделенные двудольные графы и полученный в результате удаления двудольных графов подграф исходного графа, решаем задачу в следующем виде.

Задача. Для T двудольных графов $D(X_t, Y_t)$, $t=1, 2, \dots, T$, и подграфа $G(X', Y')$ графа $G(X, Y)$, $X_t \not\subset X$, $X' \not\subset X$, $Y_t \not\subset Y$, $Y' \not\subset Y$, построить единый связный изоморфный надграф $G(A, V)$ с множеством вершин $A \sim \bigcup_{t=1}^T X_t \cup X' = X$ и множеством дуг $V \supseteq \bigcup_{t=1}^T Y_t \cup Y' \not\subset Y$, являющийся порожденным подграфом ГКП(n, k, r), т.е.

$$\bigcup_{t=1}^T D(X_t, Y_t) \cup G(X', Y') \setminus \tilde{Y} \sim G(A, V) \not\subset \text{ГКП}(n, k, r),$$

где \tilde{Y} - множество дуг, исключенных из графа по процедуре выделения двудольных графов.

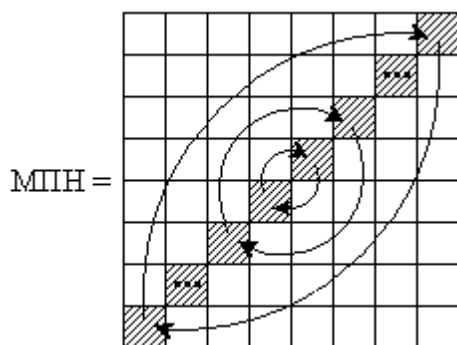


Рис. 2. Схема размещения вершин двудольных графов

В работе (3) доказано, что для T ориентированных графов $G(X_t, Y_t)$, $t=1, 2, \dots, T$, можно построить связный изоморфный надграф $G(A, V)$ с множеством вершин $A \sim \bigcup_{t=1}^T X_t$ и множеством дуг $V \supseteq \bigcup_{t=1}^T Y_t$, являющийся порожденным подграфом ГКП(n, k, r), т.е.

$$\bigcup_{t=1}^T G(X_t, Y_t) \cup \tilde{Y} \sim G(A, V) \not\subset \text{ГКП}(n, k, r),$$

где $\tilde{Y} = V \setminus \bigcup_{t=1}^T Y_t$ - дополнение, множество дуг, соединяющих вершины

непересекающихся графов. Множество \tilde{Y} может быть пустым. Элементы множества \tilde{Y} называются мостами. В работе предложен алгоритм для случая слабо и средне связанных графов. Применяем эту процедуру для графа $G(X, Y)$. При объединении двудольных графов располагаем их концевые вершины вдоль побочной диагонали МПН симметрично относительно центра, как показано на рис. 2. Определяем параметры n, k, r ГКП и присваиваем вершинам исходного графа номера.

Построенный таким образом единый связный граф является порожденным подграфом ГКП. Он содержит все множество вершин и подмножество дуг исходного сильно связанного графа.

Список литературы

1. Борисова Л.Ф. Прикладные вопросы теории графов кодовых пересечений / Л. Ф. Борисова // Вестник МГТУ : Труды Мурманского гос. техн. ун-та. - 2006. - Т. 9, № 2. - С. 291-300.
2. Борисова, Л. Ф. К вопросу организации движения судов на базе графов кодовых множеств / Л. Ф. Борисова // Электрооборудование и электроэнергетика : сб. науч. трудов / КГТУ. - Калининград, 2003. - С. 53-63.
3. Борисова Л.Ф. Метод формирования информационного бизнес-пространства для мультимодальной транспортной системы / Л.Ф. Борисова // Научный потенциал мира -2006 : Материалы Междунар. науч. конф. ; http://www.rusnauka.com/NPM_2006/Economics/11_borisova.doc.htm
4. Амосов, А. А. Метод определения путей в сетях связи / А. А. Амосов, М. М. Шарипова // Техника средств связи. Сер. ТПС. - 1977. - Вып. 8(18). - С.15-22.
5. Оре, О. Теория графов / О. Оре ; пер. с англ. И. Н. Рублевской. - М. : Наука, 1980. - 336 с.

Исследование схемы подключения несимметричного фидера к симметричному излучателю в пакете Ansoft HFSS

Гурин А.В. (МГТУ, аспирант, e-mail: alexgurin140484@list.ru)

HFSS (High Frequency Structure Simulator) является системой трехмерного электродинамического моделирования и проектирования СВЧ структур. Это мощный пакет программ, который вычисляет параметры и электромагнитные поля в трехмерных пассивных структурах произвольной формы. Он представляет возможности моделирования антенн, делителей мощности, схем коммутации, волноводных элементов, трехмерных неоднородностей. Описанием объекта служит чертеж с точно заданными материалами, границами и источниками, называемыми в данной программе портами. В результате решения получается распределение электрического и магнитного полей в исследуемой области. При решении уравнений электродинамики используется метод конечных элементов (Finite Element Method, FEM)

Однако, при работе в данном приложении существуют ограничения. Для того, чтобы подать питание на вход симметричной антенны, необходимо использовать один источник и устройство симметрирования.

Наиболее простым симметрирующим устройством является известное сим-метрирующее устройство, содержащее отрезок кабеля, электрическая длина которого равняется половине длины волны. Оно приведено на рис.1.

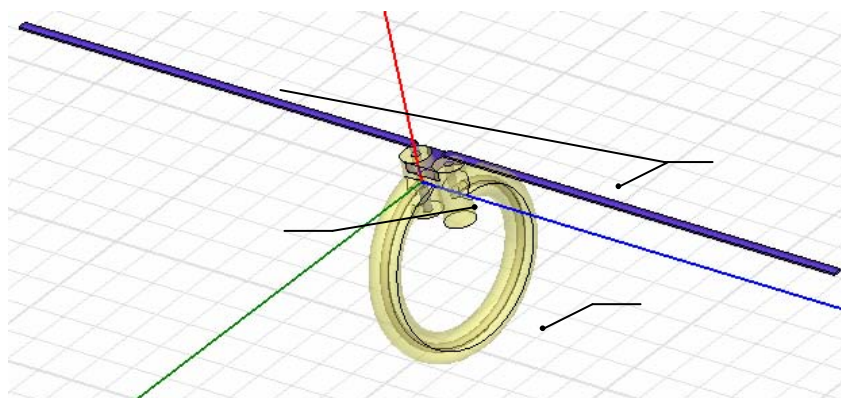


Рис. 1. Конструкция симметрирующего устройства с использованием полуволнового отрезка кабеля.

Здесь 1 – четвертьволновые вибраторы, 2 – полуволновый отрезок кабеля, 3 – плоскость, в которой находится источник энергии (порт).

Конструкция этого устройства проверена для случая запитки через него простейшей антенны – полуволнового диполя. Моделирование прошло успешно, на рис.2 приведена диаграмма направленности диполя с симметрирующим устройством. Следует заметить, что проведение расчета

полей в данной конструкции требует больших затрат времени и машинного ресурса.

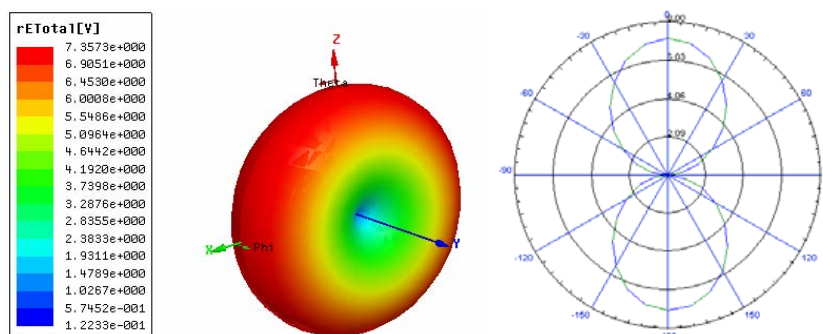


Рис. 2. Трехмерная ДН вибраторов, запитанных через полуволновую петлю и ее сечение плоскостью YZ.

В связи с этим, была проверена другая модель, представленная на рис. 3.

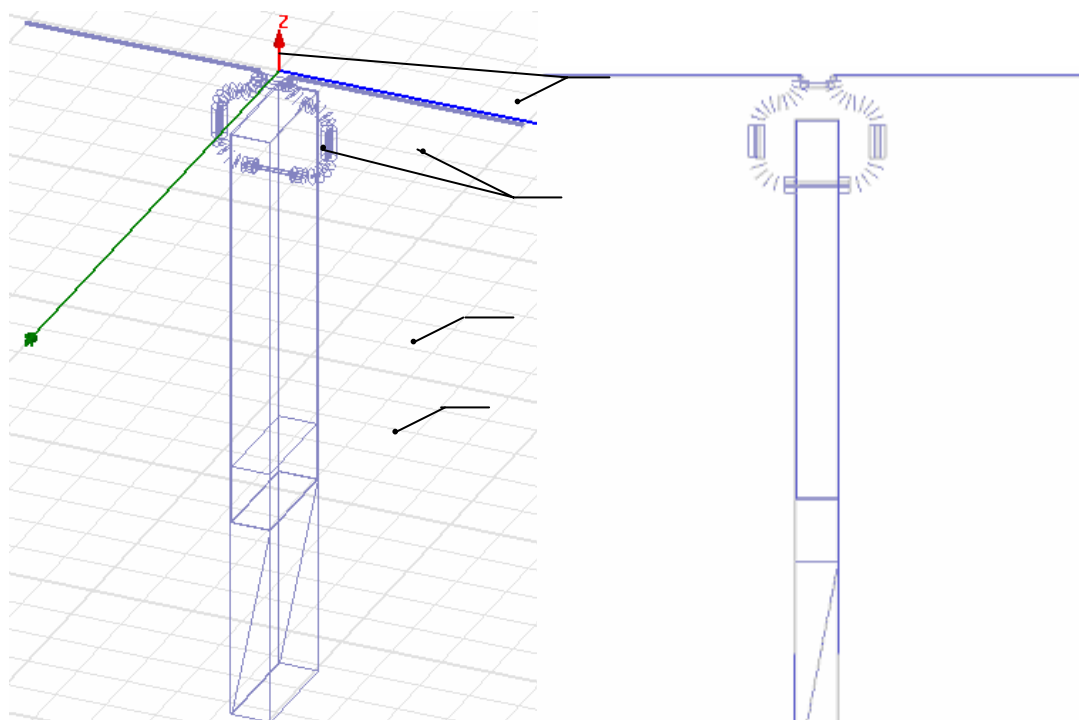


Рис.3. Конструкция симметрирующего устройства с использованием прямоугольного волновода.

Источник энергии (порт) задан в сечении 1, согласован с волноводом 2. Волновод, для сокращения размеров, заполнен диэлектриком. Переход из волновода на вход симметричной антенны осуществляется устройством, представляющим собой штырь, помещенный на оси волновода на расстоянии четверти длины волны (в волноводе) от закороченного конца волновода, и к обоим концам штыря подсоединены отрезки коаксиального кабеля 4, оболочки которых по периметру отверстий равных по диаметру

оплетки, соединены с корпусом волновода. Вторые концы кабелей соединены с полуволновым вибратором 3, а оплетки, для ослабления затекания токов на внешние поверхности, соединены между собой. При подборе геометрических размеров волновода, а также конструкции устройства необходимо согласовать волновод с коаксиальными кабелями, а также сами кабели с вибраторами. Ради согласования кабелей с вибраторами, волновое сопротивление кабелей сделано равным 37.5 Ом. Согласовать волновод с ними сложнее, необходимо, добиться того, чтобы вносимое кабелями в волновод с помощью штыря сопротивление равнялось волновому сопротивлению волновода. Причем, штырь здесь нагружен с двух сторон, а не с одного.

Моделирование проведено успешно, на рис.4 показана диаграмма направленности излучения вибраторов, запитанных через данное устройство.

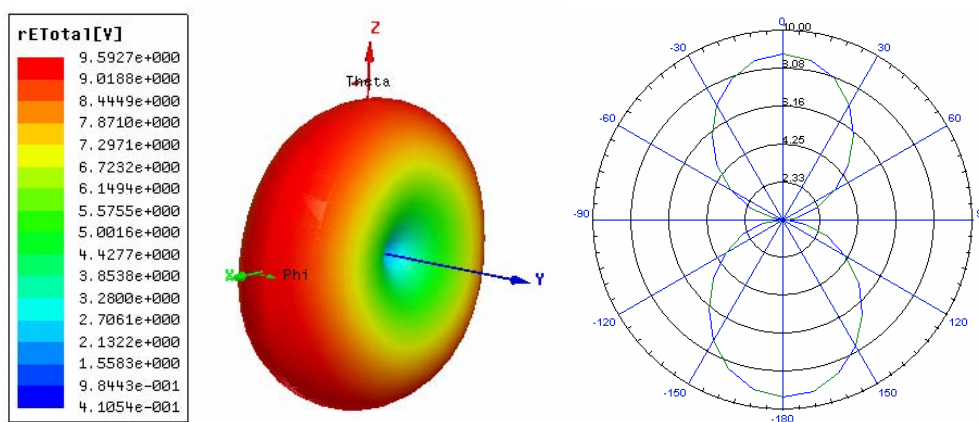


Рис. 4. Трехмерная ДН вибраторов, запитанных по приведенной выше схеме, и её сечение плоскостью YZ.

Из этого рисунка можно заключить, что энергия подводится к вибратору противофазно, однако максимальный КНД получился равным не 1,64, как должно быть в идеальном случае, а 2,33. Это связано с влиянием на излучение диполя самого устройства, находящегося близко к излучателю. В качестве иллюстрации этого, на рис.5 приведено распределение электрического поля в плоскости, проходящей через кабели, волновод и вибраторы.

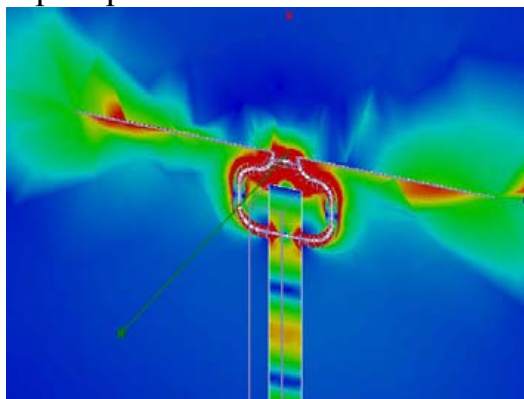


Рис. 5. Электрическое поле в плоскости YZ

Из этого рисунка видно, что поле сосредоточено не только около вибраторов, но и рядом с поверхностью кабелей. Это и привело к искажению ДН. Установленные геометрические параметры позволили добиться того, что 65% подводимой мощности излучается, это говорит о плохом согласовании волновода с кабелями. Необходимо отметить, что расчет данной модели требует гораздо меньше машинных ресурсов, чем при анализе предыдущей конструкции. Симметрирующее устройство с использованием прямоугольного волновода может быть использовано для исследования согласования фидера с симметричными антеннами.

Способ и алгоритмы пассивной навигации ЛА по сигналам телеметрических измерительных систем

Кисин Ю.К. (г. Северодвинск, ЦНПО «Каскад», e-mail: YuKisin@yandex.ru), **Кукушкин А. Б.** (г. Москва, ЦНПО «Каскад»), **Алексеев А.Е.** (г. Архангельск, АГТУ, кафедра «Технологии конструкционных материалов и машиностроения»)

Telemetry and trajectory measurements are performed during carrying out of actual tests with aircraft for estimation of its flight attributes. Due to various reasons the trajectory measurements of ground-based radio systems or satellite navigation equipment are absent for separate experiments.

The method of aircraft passive navigation according to signals of telemetry measuring systems is offered in this case. Receiving of telemetry signal by spaced measuring facilities with time registration of signal receipt by universal time system is at the heart of this method.

Введение

При проведении натурных экспериментов с летательными аппаратами (ЛА) для оценки их летно-технических характеристик осуществляются телеметрические и траекторные измерения. В отдельных экспериментах по различным причинам отсутствуют траекторные измерения наземными радиотехническими системами (РТС) или аппаратурой спутниковой навигации (АСН).

В этом случае предлагается способ пассивной навигации ЛА по сигналам телеметрических измерительных систем. В основе этого метода лежит получение телеметрического сигнала на разнесенных измерительных средствах (ИС) с регистрацией времени его прихода системой единого времени (СЕВ).

В настоящее время разработана информационная технология пассивной навигации для послеполетной обработки телеметрической информации (ТМИ). Представляется возможным и создание информационной технологии пассивной навигации в реальном масштабе времени.

Точность определения опытной траектории предлагаемого способа обусловлена точностью случайной погрешности измерений и возможностью парирования систематических ошибок СЕВ.

Как показывают практические расчеты точность определения параметров траектории ЛА способом пассивной навигации вполне достаточная для контроля хода летного эксперимента.

1. Принцип измерений разностей дальностей в способе пассивной навигации ЛА по сигналам телеметрических измерительных систем

В основе принципа измерений разностей дальностей в способе пассивной навигации ЛА используется получение телеметрического сигнала на разнесенных ИС с регистрацией времени его прихода СЕВ.

Принцип измерений пассивной навигации по ТМИ представлен на рисунке 1.



Рис.1. Принцип измерений пассивной навигации по ТМИ.

Наземная станция регистрации ТМИ позволяет с высокой точностью определять событие – начало кадра ТМИ, используя данные станций СБВ. Разность времени регистрации начала кадра ТМИ на паре разнесенных ИС пересчитывается в разность дальностей между ЛА и этими станциями. Если имеется, например, четыре ИС ИС, то, выбрав первую за опорную определим три разности времен, которые пересчитываются в разности дальностей.

Обозначим:

$$T_{ik} = t_{ik} - t_{i1} \quad (1)$$

измеренную разность времен регистрации начала кадра ТМИ, где

- i – индекс момента измерений по опорной (первой) ИС, $i= 1, \dots, N$;
- k – индекс номера ИС, $k= 2, \dots, 4$;
- N – общее число измерений.

Тогда разности измеренных дальностей вычисляются по формуле:

$$\Delta D_{ik} = c \cdot T_{ik}, \quad (2)$$

где c – скорость света.

Уравнение связи измерений с измеряемыми параметрами имеет вид:

$$T_{ik} = T_{iktru} + \Delta T_k + \varepsilon_{ik}, \quad (3) \text{ где}$$

- $i= 1, \dots, N$;
- T_{iktru} — истинное значение;
- ΔT_k — систематическая ошибка;
- ε_{ik} — случайная погрешность.

Систематические ошибки могут быть значительными, но как показывают исследования с использованием высокоточных траекторных измерений наземных РТС или АСН эти ошибки можно считать постоянными. Для оценки этих постоянных систематических

погрешностей используется траектория, которую будем называть опорной. Такой траекторией будет во многих случаях расчетная.

2. Процесс адаптации

Оценка систематических погрешностей и коррекция измерений разностей дальностей осуществляется с использованием опорной траектории. Этот процесс будем называть адаптацией измерительной системы пассивной навигации по телеметрическому сигналу.

На этапе исследований применяется траектория, полученная по измерениям высокоточных наземных РТС траекторных измерений или траекторных систем на основе космических навигационных систем GLONASS и GPS.

На этапе практического применения предполагается использовать расчетную траекторию. Процесс адаптации осуществляется по начальному участку траектории. Длительность участка адаптации является одним из управляющих параметров в соответствующей компьютерной технологии пассивной навигации ЛА по сигналам телеметрических измерительных систем.

Приведем алгоритм процесса адаптации.

Пусть разность моментов времени регистрации начала кадра телеметрической информации на ИС ИС определяется соотношениями (1) и (3).

Используя опорную траекторию, вычисляем:

- расчетные значения T_{ika} , $i=1, \dots, N_a$, где N_a – число измерений в процессе адаптации;
- временные ряды $y_{ik} = T_{ik} - T_{ika}$ (4).

Осуществляется статистическая обработка полученных временных рядов, задаваемых уравнением (4). Оценка математического ожидания (МО) и среднего квадратического отклонения (СКО) систематических ошибок СЕВ для каждой пары ИС ИС проводится на основе средних и устойчивых медианных оценок. Применение медианных оценок позволяет парировать влияние грубых ошибок отдельных измерений. Кроме этого для временных рядов решается задача линейной регрессии. Модель линейной регрессии описывается уравнениями:

$$y_{ik} = a_{0k} + a_{1k} \cdot t_i + \xi_{ik} \quad (5), \text{ где}$$

- $i=1, \dots, N_{rk}$
- N_{rk} – число измерений в модели регрессии;
- ξ_{ik} — случайная погрешность.

Незначимость первого коэффициента линейной регрессии будет свидетельствовать об адекватности предположения о постоянстве систематических ошибок измерений. Для парирования влияние грубых ошибок отдельных измерений в задаче линейной регрессии осуществляется отбраковка аномальных значений по алгоритму «близкому

к правилу трех сигм» (используются медианные оценки МО и СКО, кратность сигмы — управляющий параметр в программе навигации).

Замечание. Алгоритм адаптации позволяет при использовании эталонной траектории, определенной по высокоточным траекторным измерениям, сделать оценку опытной точности станций СЕВ на ИС ИС.

3. Навигационные процедуры

3.1. Навигация по четырем и более измерительным средствам

Минимальное число ИС, по которым возможно навигационное решение по определению полного вектора параметров траектории ЛА равно четырем. В этом случае имеем три разности дальностей, по которым и определяется опытная траектория ЛА. Указанные разности дальностей корректируются перед навигационным решением на систематические погрешности, определенные на этапе адаптации в соответствии с разделом 2.

Разработаны процедуры навигационного решения по трем разностям дальностей по конечным формулам в соответствии с известными книгами (1-2) и на основе метода наименьших квадратов (МНК) по произвольной комбинации разностей дальностей (до одиннадцати разностей по двенадцати ИС ИС).

Ковариационная матрица ошибок измерений для навигационной процедуры по МНК определяется на этапе адаптации в результате статистической обработки временных рядов. Результат процедуры включает ковариационную матрицу навигационного решения и её след, характеризующий геометрический фактор (ГФ) в соответствии с книгой (3).

В основной программе положение ИС ИС задается геодезическими координатами на общеземном эллипсоиде. В навигационных процедурах положение ИС ИС задаётся в гринвичской системе координат, в этой же системе координат решается и навигационная задача.

3.2. Навигация по трем измерительным средствам

В этом случае определение полного вектора положения ЛА по двум разностям дальностей не возможно. Но, если принять предположение, что высота полета ЛА близка к расчетной и её можно считать известной, тогда возможно решить навигационную задачу в горизонтальной плоскости. Указанное предположение об «инвариантности» функции высоты полета ЛА оказывается приемлемым для широкого класса практических траекторий, по крайней мере, на начальном участке, в том числе и для случаев, когда координаты начала стартовой системы координат фактической и расчетной отличаются.

Выводы

1. Предлагается способ пассивной навигации ЛА по сигналам телеметрических измерительных систем, который позволяет определить параметры траектории, когда отсутствуют траекторные измерения наземными РТС или АСН.

2. Для реализации данного способа разработана соответствующая информационная технология, включающая навигационные процедуры.

3. Алгоритм адаптации позволяет при использовании эталонной траектории, определенной по высокоточным траекторным измерениям, сделать оценку опытной точности станций СЕВ на ИС ИС.

4. Предлагаемый способ пассивной навигации и соответствующая информационная технология может быть применена для широкого класса динамических объектов и видов измерительной информации.

Список литературы

1. Шебшаевич В.С., Дмитриев П.П., Иванцевич Н.В. и др. Под ред. Шебшаевича В.С. Сетевые спутниковые радионавигационные системы. - М.: Радио и связь, 1982 – 272 с.

2. Жданюк Б.Ф. Основы статистической обработки траекторных измерений. - М.: Советское радио, 1978 – 384 с.

3. Гришин Ю.П., Ипатов В.П., Казаринов Ю.М. и др.; Под ред. Казаринова Ю.М. Радиотехнические системы. - М.: Высш. шк., 1990 – 496с.

Исследование эффективности псевдокогерентной обработки сигнала некогерентной РЛС

Кривенко О.И., Пятси А.Х. (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра РТКС, oleg_krivenko@mail.ru)

The core of this article is to research operating efficiency of pseudocoherent detector which was developed earlier. Detection of sequence of pulses, reflected from the aims under given initial conditions is compared with classic amplitude detector, with coherent synchronous detector and with incoherent synchronous detector which stores initial phase of pilot pulse in analog form.

Ориентация на некогерентную обработку, как известно, позволяет упростить схемное решение передающих устройств по сравнению с истинно когерентными РЛС, передатчики которых состоят из нескольких каскадов. Вместе с тем, немаловажным является то обстоятельство, что некогерентные сигналы уступают когерентным по эффективности решения задач доплеровской селекции, обнаружения слабых источников, подавления пассивных помех и т.д. Поэтому вполне понятным является стремление разработчиков, сохраняя преимущества некогерентных систем, привить им по возможности качества, характерные для когерентного приема. Среди попыток такого рода можно указать способ обработки некогерентной пачки импульсов, для псевдокогерентной РЛС, в которой применялся бы зондирующий сигнал с запоминанием начальной фазы каждого излученного импульса. Это позволило бы при приеме отраженного сигнала исключить влияние начальной фазы и сохранить только те фазовые сдвиги, которые происходят только за счет движения цели. Запоминание начальной фазы осуществляют в аналоговом виде посредством стабильных опорных гармонических колебаний, заполняющих почти весь промежуток между импульсами, причем начальная фаза этим колебаниям должна навязываться каждым новым импульсом передатчика. Затем принятые сигналы можно сравнивать по фазе с опорным колебанием. Суть данной работы заключается в оценке эффективности работы ранее разработанного псевдокогерентного детектора (Кривенко О.И., Пятси А.Х., 2006г.) в сравнении её с работой обычного амплитудного детектора, балансного некогерентного детектора и когерентного детектора. Структурные схемы детекторов приведены на рисунках 1, 2, 3, 4:



рис.1. Обычный амплитудный детектор;

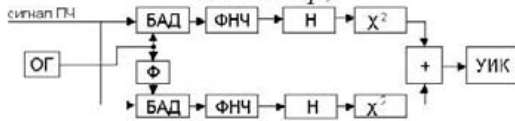


рис.2. Когерентный амплитудный детектор;

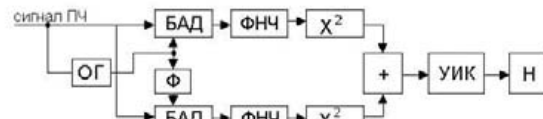


рис.3. Некогерентный амплитудный детектор;

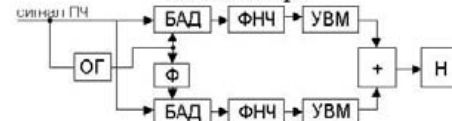


рис.4. Псевдокогерентный детектор.

Здесь: АД – амплитудный детектор, ФНЧ – фильтр нижних частот, Н – накопитель, БАД – балансный синхронный амплитудный детектор, ОГ – опорный генератор, Ф – фазовращатель на $\pi/2$, X^2 – устройство возведения в квадрат, + - сумматор, УИК – устройство извлечения квадратного корня, УВМ – устройство выделения модулей напряжений в канале.

На рисунках 5, 6, 7, 8 представлены графики, отображающие результат работы детекторов при соотношении сигнал-шум на входе 0,6 и накоплении 25 импульсов, что соответствует приблизительно времени одного облучения цели. На графиках видны большие зондирующие импульсы, пролетающие в тракт ПЧ (один импульс за период повторения) и протектированные отраженные от целей импульсы (три импульса за период повторения).

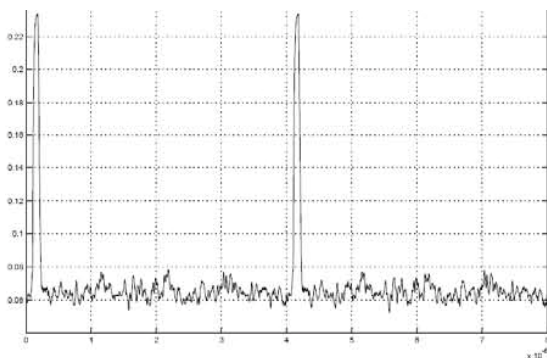


Рис.5. Сигнал с обычного амплитудного детектора;

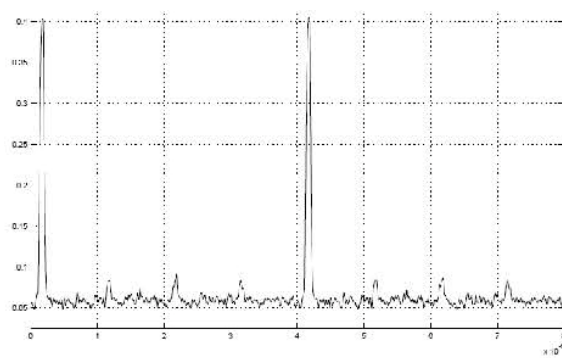


Рис.7. Сигнал с некогерентного амплитудного детектора;

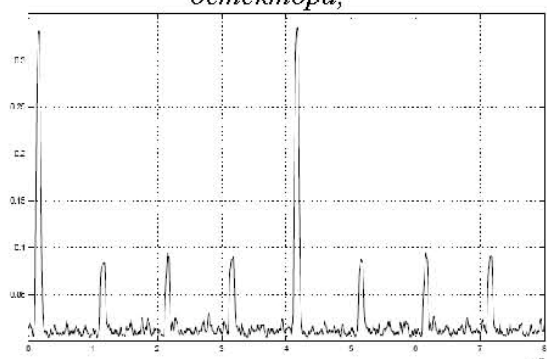


Рис.6. Сигнал с когерентного амплитудного детектора;

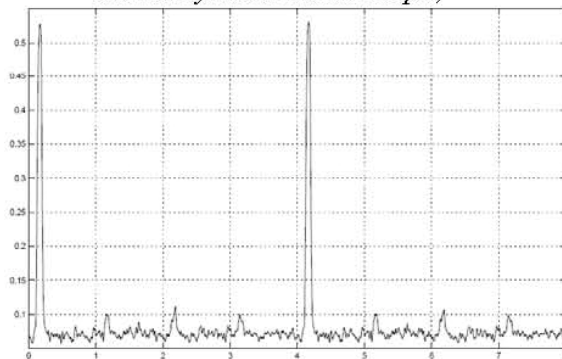


Рис.8. Сигнал с псевдокогерентного детектора.

Из графика на рис.5 явно следует, что псевдокогерентный детектор имеет преимущество в обработке некогерентной импульсной

последовательности по сравнению с обычным амплитудным детектором. Что касается детектирования когерентной последовательности импульсов (рис.6), здесь, по сравнению с псевдокогерентным, результат приблизительно в два раза лучше. Этого и следовало ожидать, т.к. при когерентной обработке в синхронном детекторе (рис.2) используется накопление в квадратурных каналах, что позволяет компенсировать шумы. В псевдокогерентном детекторе накопление в квадратурных каналах невозможно, а при прохождении сигналов через устройства выделения модуля квадратур в шуме появляется постоянная составляющая, которая и накапливается в последетекторном накопителе, в связи с чем уровень шума растет пропорционально корню квадратному из количества накапливаемых импульсов. Амплитуда полезного сигнала на рис.6 и рис.8 одинакова и результат работы псевдокогерентного детектора хуже лишь из-за наличия у него постоянной составляющей шума.

Сравнивая работу псевдокогерентного детектора с устройствами выделения модулей квадратур и работу некогерентного детектора устройствами возведения в квадрат и извлечения квадратного корня можно с большой долей точности сказать, что преимущества в детектировании последовательности некогерентных импульсов между собой они не имеют. Но это не совсем так.

Передатчик некогерентной радиолокационной станции излучает зондирующие импульсы со случайной начальной фазой и конечной точностью по частоте, которая достигает нескольких килогерц. Понятно, что из-за малой длительности принимаемого импульса АПЧ приемной части РЛС не доведет до нуля ошибку по частоте. Кроме того, запоминание начальной фазы колебания в аналоговой форме производится с помощью опорного генератора (ОГ), который имеет точность порядка 10^{-5} , и который в процессе генерации опорных колебаний будет стремиться вернуться на частоту колебаний собственного резонансного контура. В итоге на входе детектора получим сигнал с начальной фазой:

, где:

ωc – частота доплеровского сдвига принимаемого сигнала;

ωOG – частота собственного рассогласования детектора, возникающая при возвращении частоты опорного генератора на частоту колебаний, определяемую резонансной частотой собственного колебательного контура;

$\omega APЧ$ – ошибка АПЧ;

$\varphi 0$ – начальная фаза колебаний.

В некогерентном детекторе огибающая корреляционного интеграла из двух квадратурных каналов выделяется следующим образом: (Финкельштейн М.И., 1983г.), и не зависит от фазы колебания. В псевдокогерентном детекторе после сумматора получаем следующее выражение для сигнала на выходе: , где Um – амплитуда сигнала на выходе детектора (Кривенко О.И., Пятси А.Х., 2006г.). График изменения величины $u\Sigma$ в зависимости от фазы φ приведен на рис.9.

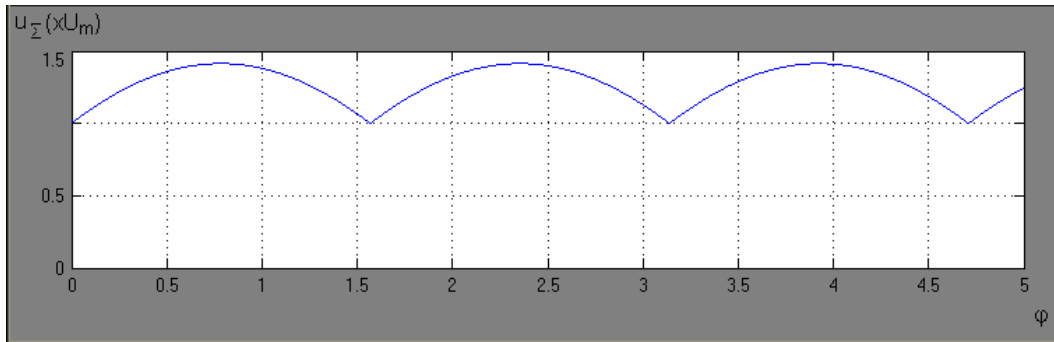


Рис.9. Зависимость выходного напряжения с псевдокогерентного детектора от фазы сигнала на входе.

Из графика видно, что используя паразитную расстройку по частоте на входе детектора мы можем получить преимущество у псевдокогерентного детектора в $1 \dots 1,41$ раза.

Проведенные эксперименты показывают, что псевдокогерентный детектор имеет значительные преимущества при обработке последовательности отраженных некогерентных импульсов перед обычным классическим амплитудным детектором, и не уступает по эффективности балансному синхронному некогерентному амплитудному детектору. Вместе с тем псевдокогерентный детектор выгодно отличается от последнего простотой процедуры формирования видеоимпульсов, операция суммирования квадратурных составляющих выполняется без громоздких математических действий возведения в квадрат и извлечения корня из суммы квадратов. В перспективе, целью всей исследовательской работы по исследованию некогерентной обработки сигнала является достижение результатов, сравнимых с результатами когерентного приема.

Список литературы:

1. Кривенко О.И., Пятси А.Х. Исследование возможности квазикогерентного детектирования некогерентных радиолокационных импульсов методом имитационного моделирования [Электронный ресурс] / МГТУ. Электрон. текст дан. (16 Мб) Мурманск: МГТУ, 2006.- Междунар. науч.-техн. конф. «Наука и образование-2006».- С. 1014-1018.- (НТЦ «Информрегистр» № 0320501517, св. 7081 от 28.11.2005г.);
2. Финкельштейн М.И. Основы радиолокации. М. Сов. радио, 1983. С.103-105, 215-219, 260-263.
3. Дулевич В.Е. Коростелев А.А. Мельник Ю.А. и др. Теоретические основы радиолокации /Под ред. В.Е. Дулевича. М. Сов. радио, 1964. С.242-246.

Исследование эффективности подавления сигнала с симметричным спектром в блоке формирования компенсирующего напряжения

Лукаш Д.В., Пятси А.Х. (МГТУ, кафедра РТКС, e-mail: dlpost@yandex.ru)

In the report are presented results of research of efficiency of damping of a signal with a symmetric spectrum in the channel of formation of a compensating voltage.

Для осуществления компенсации в канале, содержащем аддитивную смесь сигнала, шума и помехи, перекрывающейся со спектром сигнала, нужно сформировать вспомогательный канал из которого будет удален сигнал. Эффективность подавления сигнала во вспомогательном канале исследовалась методом имитационного моделирования. В качестве сигнала с симметричным спектром рассматривался сигнал с амплитудной модуляцией. Основой такого устройства может быть блок, изображенный на рисунке 1. Блок состоит из индуктивно связанных параллельных колебательных контуров, настроенных на частоту сигнала, фазовращателей, которые обеспечивают равенство начальных фаз на входах вычитателя и самого вычитателя.

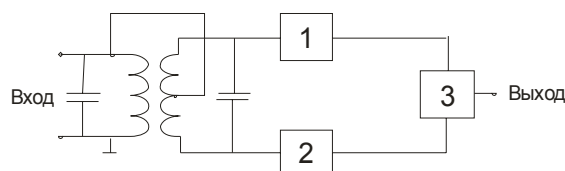


Рис.1. Функциональная схема блока подавления сигнала. 1,2 – первый и второй фазовращатель, 3 – вычитатель.

Устройство исследовалось методом имитационного моделирования в приложении Simulink, среды Matlab. Функциональная схема имитационной модели устройства приведена на рис.2



Рис.2. Функциональная схема имитационной модели. 1 – источник сигнала, содержащий сообщение, 2- первый блок подавления сигнала, 3- второй блок подавления сигнала, 4 – блок отображения результатов.

Второй блок приводит к полному скачку фазы на 2π и, следовательно, устранению скачка фазы устройства на частоте, равной

частоте сигнала, что обеспечивает непрерывность фазочастотной характеристики канала в целом.

На рис. 3. приведен амплитудно-модулированный сигнал, создаваемый на выходе блока 1 рисунка 2. На рис.4. приведен сигнал с существенно подавленной несущей на выходе блока 3 рисунка 2.

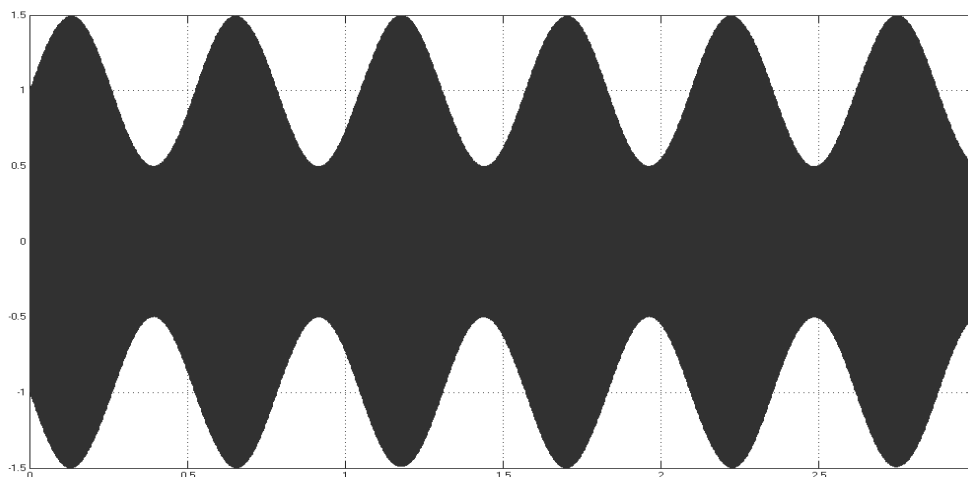


Рис. 3 Амплитудный модулированный сигнал на выходе блока 1.

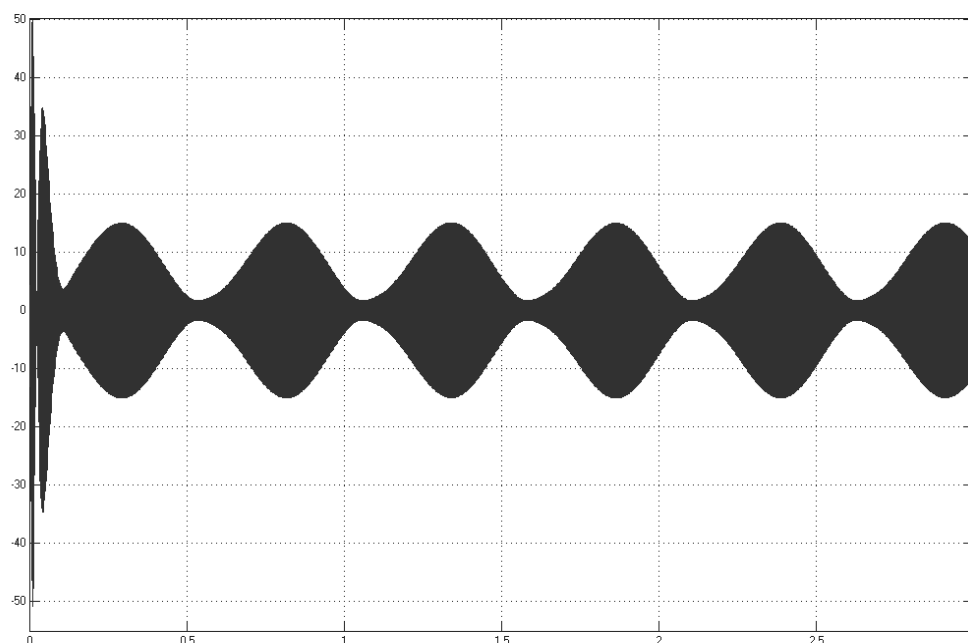


Рис. 4. Сигнал с существенно подавленной несущей на выходе блока 3.

Подавление сигнала с симметричным спектром в этом устройстве превышает 20 Дб. Из теории следует, что это подавление может достигать 28-29 Дб для случая с максимальной частотной модуляцией.

Некоторые особенности радиопеленгования при использовании антенн с малой базой

Холодов Г.Г., Милкин В.И. (*кафедра РТКС, МГТУ*)

Процесс радиопеленгования, как и всякое измерение, характеризуется видами измерительных систем, выполняющих функции определения направления на источник радиоизлучения, в которых определяющую роль играют антенные устройства. Достоинствами радиопеленгования является большая дальность действия, независимость от условий погоды, видимости и степени подвижности пеленгуемого объекта с источником радиоизлучения. Несмотря на новые технологии, последнее время внедряемые для обеспечения позиционирования объектов, классическое радиопеленгование остаётся наиболее надёжным и доступным в экстремальных ситуациях, а с точки зрения его дальнейшего использования при сопоставлении в координатах цена/эффективность радиопеленгаторы с антеннами с малой базой остаются наиболее оптимальными.

Основными техническими и эксплуатационными характеристиками радиопеленгаторов являются дальность действия, чувствительность и точность. Чувствительность определяется минимальной напряженностью поля пеленгуемой радиостанции в месте приёма при заданных условиях пеленгования. Дальность характеризуется предельным расстоянием, на котором возможно пеленговать сигналы с определённой точностью. А точность определяют угловой ошибкой пеленгования определяемой при обработке пеленгов, снятых в различных условиях эксплуатации.

Если проанализировать рассмотренные технические и эксплуатационные характеристики, то можно сделать вывод, что все они связаны с работой используемых антенных устройств, которыми в радиопеленгаторах с антеннами с малой базой являются магнитные антенны, то есть рамки. Использование этих антенн сужает возможности радиопеленгования, так как их можно применять для приёма только вертикально поляризованных радиоволн, а естественные условия их распространения не всегда обеспечивают такое состояние. Любые отклонения вносят ошибки и сводят результаты до невозможности их оценки. При реализации поляризационной селекции возможно повышение эффективности работы таких радиопеленгаторов, но практических технических решений широкого использования пока нет. На кафедре РТКС МГТУ ведутся работы по созданию антенн линейной поляризации с высокой селективностью. Уже запатентованы антенные устройства для приёма радиоволн горизонтальной поляризации, разработаны антенные устройства для приёма радиоволн вертикальной поляризации. Как те так и другие по характеристикам диаграмм направленности могут быть использованы для работы в радиопеленгаторных системах. Ведутся

дальнейшие изыскания, по перспективным, но вероятно, можно считать направление комплексного использования комбинаций антенн обеспечивающих приём радиоволн с селекцией их вертикальной и горизонтальной составляющих определяющим.

Список литературы

1. Вартанесян В.А., Гойхман Э.М., Рогаткин М.И. Радиопеленгование “Воениздат” М. 1966 г. с. 85.
2. Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радиолокационные и радионавигационные системы “Радио и связь” М. 1994г. с.174.

Электрический вибратор с диаграммой направленности магнитной антенны

Милкин В. И. (МГТУ, кафедра РТКС)

Одним из распространенных типов антенн, применяемых для радиоприема, являются магнитные антенны, которые в свою очередь, как рамочные антенны, наиболее широко используемые для радиопеленгования. Основным достоинством таких антенн является их косинусоидальная характеристика направленности, сохраняющая параметры во всем рабочем диапазоне радиочастот, что наиболее важно для создания конструктивно простых и надежных радиопеленгаторов и радиокompасов с относительно высокой чувствительностью. Такие антенны применяются для радиопеленгации на средних и длинных волнах в светлое время суток, на коротких и промежуточных волнах в зоне действия земного луча и на ультракоротких волнах для пеленгования радиоизлучений вертикальной поляризации в условиях ровной местности [1,2].

В свою очередь, действующая высота рамочных антенн прямо пропорциональная ее площади числу витков и обратно пропорциональная длине рабочей волны, например, при размерах 1м x 1м, на волне 1000м будет иметь всего 6,28 мм, а на 100м – 6,28 см, что предопределяет малую электродвижущую силу, наводимую на выходе антенны. Кроме этого, вследствие асимметрии геометрии плеч и электрических характеристик рамочные антенны обладают антенным эффектом, проявляющемся в дополнительном ненаправленном приеме и приеме вертикально- и горизонтально-поляризованных составляющих при наличии наклона фронта радиоволн, что приводит к искажениям направленных свойств антенны, к поляризационным ошибкам.

Рамочные антенны – это замкнутые антенные системы с малыми периметрами по сравнению с длинами рабочих радиоволн и при постоянстве амплитуд тока по длине рамки они эквивалентны магнитным диполям. Их электродвижущая сила зависит от пространственного расположения оси антенн относительно магнитного поля, как зависимость электродвижущей силы электрического диполя от его расположения относительно электрического поля.

В направлениях применения электрических антенн с косинусоидальными характеристиками используют антенные системы из двух разнесенных антенн. На практике чаще всего применяют Н-образные и U-образные антенные системы с вертикальными вибраторами, но к каким бы техническим решениям по совершенствованию таких пеленгаторных антенных систем не прибегали, всем им присущи кроме поляризационных ошибок еще и ошибки разноса.

В целях реализации электрического вибратора с диаграммой направленности магнитной антенны предлагается широкополосная зигзагообразная моноантенна с неизменной формой двусторонней диаграммы направленности в горизонтальной плоскости с косинусоидальной характеристикой в полосе рабочих частот. Этот эффект достигается при использовании известной широкополосной зигзагообразной антенны состоящей из двух одинаковых незамкнутых треугольных рамок, расположенных в одной вертикальной плоскости одна над другой и соединенных друг с другом с образованием точек питания, дополнительно снабженной четырьмя одинаковыми замкнутыми треугольными рамками, образующими попарно в плоскостях перпендикулярных самой антенне на сторонах верхнего и нижнего оснований плоскостные фигуры двух ромбов с восстановленными диагоналями [3]. Таким образом реализованное техническое решение расширяет параметры классического электрического вибратора при оптимизации распределения токов, что приводит к ликвидации образования провалов в диаграмме направленности при работе во всем используемом диапазоне частот с поддержанием косинусоидальной характеристики. Кроме этого данное техническое решение обеспечивает работу при приеме радиоволн горизонтальной поляризации, что не только расширяет, но и дополняет по возможностям используемые способы позиционирования и обеспечивает возможности создания комбинированных пеленгаторных систем. Дополнительно к этому следует отметить как простоту согласования выходов рассматриваемого электрического диполя со входами приемо-индикаторных устройств, так и поляризационную избирательность во всем рабочем диапазоне.

Таким образом использование электрического вибратора в виде моноантенны с горизонтальной поляризацией может заполнить нишу востребованности антенн по замене, например, рамочных, для работы с радиопеленгаторами, особенно на ультракоротких волнах.

Список литературы

1. Кукес И.С., Старик М.Е., Основы радиопеленгации М., «Советское радио», 1964, с. 88-132.
2. Вартанесян В.А., Гойхман Э.Ш., Рогаткин М.И., Радиопеленгация, М., «Воениздат МО СССР», 1966, с. 47-71.
3. Демиденко С.А., Милкин В.И., Широкополосная псевдо-Z-образная антенна Милкина-Демиденко, интеллектуальный продукт, Рег. № 73200600067 от 17.11.06 в ФГУП «ВНТИЦ».

Оптоволоконные системы и протяженные антенны

Ливерко А.А. (*Войсковая часть 40780*), **Милкин В.И.** (*МГТУ, кафедра РТКС*)

Развитие информационных коммуникаций под напором совершенствования автоматизированных сетей связи на данном этапе модернизации характеризуется широким внедрением волоконно-оптических кабелей. Не без учета экономической целесообразности, в целях удешевления строительства и эксплуатации, особенно периферийных сетей, кабели связи оптоволоконных систем, в отличие от классических проводных линий связи, прокладывают открытым образом путем устройства воздушных линий связи. Иногда для этих целей используют совместную прокладку на общих опорах воздушных линий электропередачи, электросвязи и проводного вещания, но в любом случае их ориентируют практически всегда в выраженном прямолинейном исполнении с обеспечением кратчайшей протяженности. В свою очередь наименьшая протяженность неразрывных волоконно-оптических участков определяется расстояниями между усилительными пунктами, а в отдельных случаях и между взаимозвязанными по функциям объектами.

Однако, наряду с новыми технологиями наиболее широко развивающимися при внедрении средств оптоэлектронной связи, имеют право на существование и совершенствование и классические виды радиосвязи, в том числе с использованием средних длинных и сверхдлинных радиоволн. Преимущественно для приема в низкочастотной части радиоспектра получили высокую оценку при использовании однопроводные антенны бегущей волны. В простейшем виде эти антенны представляют собой замкнутую длиннопроводную линию протянутую на сравнительно малой высоте от земной поверхности. Роль второго проводника антенны выполняет подстилающая поверхность. Этот проводник при реализации может быть скомпенсирован надежным высокочастотным заземлением как в начале, так и в конце линии. Для обеспечения в проводнике антенны режима бегущей волны она должна быть нагружена на сопротивление, равное волновому. В таком виде описываемая антенна и была запатентована Бевереджем в 1920 году в США и зачастую именуется по фамилии автора, хотя за годы ее использования приобрела целый ряд разновидностей.

С учетом специфики прокладки волоконнооптических линий связи между объектами, используемого кабеля ОКТ-0.22-8П для их строительства, конструктивно усиленного изолированным стальным тросом, и необходимостью расширения антенного парка для приема в СВ-СДВ диапазонах радиоволн, в войсковой части 40780 реализовано техническое решение по комбинированному использованию оптоволоконной системы. В конкретном случае стальной трос

конструкции оптоволоконного кабеля использован для устройства антенны бегущей волны ОБ-1500/6, имеющей оптимальные параметры для диапазона волн от 750 до 6000 м, то есть от 50 до 400 кГц, и обеспечивающей работу радиоприемных устройств в более широком диапазоне.

Дополнительно к этому следует учесть, что при приеме радиоволн из-за особенностей их распространения в низкочастотной части радиоспектра наблюдается замирание, ближний фединг и искажения передаваемого сигнала.

Для повышения качества при радиоприеме прибегают к множественному приему сообщений и их восстановлению с использованием отбора и комбинирования путем использования методов разнесения, в том числе и пространственного. Кстати, пространственное разнесение было впервые описано в 1931 году Бевереджем и Петерсоном.

Ранее такого не применялось, но в рассматриваемой ситуации при реверсивном использовании антенны бегущей волны с приемом с двух сторон и последующей коммутацией по повторному использованию проводника антенны с необходимой фильтрацией сигнала на входе и выходе и соответствующей предъявляемым условиям задержке возможна реализация не только сдвоенного радиоприема, но и пеленгования при приеме. В свою очередь, при использовании не только электрического проводника, а и оптических каналов, эти возможности могут быть еще более расширенными.

Таким образом комбинированное использование оптоволоконных систем как для обеспечения оптической так и радиосвязи взаимодополняют друг друга и расширяют возможности по внедрению новых технологий.

Список литературы

1. Чернышов В.П., Антенно-Фидерные устройства радиосвязи и радиовещания, М. «Связь», 1978, с. 262.
2. Милкин В.И., Конвергенция электроэнергетических и информационных линий передач// Мат. Всероссийской МТК «Наука и образование – 2003». Мурманск МГТУ, 2003, с. 69.
3. Ротхаммель К., Антенны, М, Данвел, 2005, с. 40, 218.
4. Ливерко А.А., Протяженная антенна СДВ диапазона//Инф. сообщ. № 1/06, в/часть 40780, 2006.

Исследование вклада шумов гетеродина в шум преобразователя частоты при прямом преобразовании частоты

Суслов А.Н., Пятси А.Х. (МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем, e-mail: mtafpk@mstu.edu.ru)

In the report results of investigation of heterodyne noise influence on frequency converter total noise in the case of direct frequency converting are described, possible reasons of the results are offered, influence of frequency convertor parameters tolerance on the device noise is pointed.

В процессе преобразования частоты сигнала в радиоприёмном устройстве шумы гетеродина вносят вклад в общий уровень шума преобразователя частоты. В случае прямого преобразования частоты основную роль играют составляющие шума гетеродина, вплотную прилегающие к центральной частоте его резонансной системы. Поэтому можно ожидать, что в этой ситуации вклад шумов гетеродина будет существенно ослаблен по сравнению с обычным преобразованием частоты, т.к. указанные компоненты шума гетеродина имеют значительную “частотную” корреляцию, благодаря чему происходит их компенсация в процессе прямого преобразования частоты.

Целью данной работы является сравнение вклада шумов гетеродина в обычном преобразователе частоты и преобразователе с прямым преобразованием частоты.

Исследования проводились методом имитационного моделирования работы кольцевого диодного преобразователя частоты и кольцевого диодного преобразователя частоты с прямым преобразованием частоты в приложении Simulink программного пакета MATLAB 7.0.1. Принципиальные схемы исследуемых устройств приведены на рис.1 и 2, соответствующие им имитационные модели показаны на рис.3 и 4.

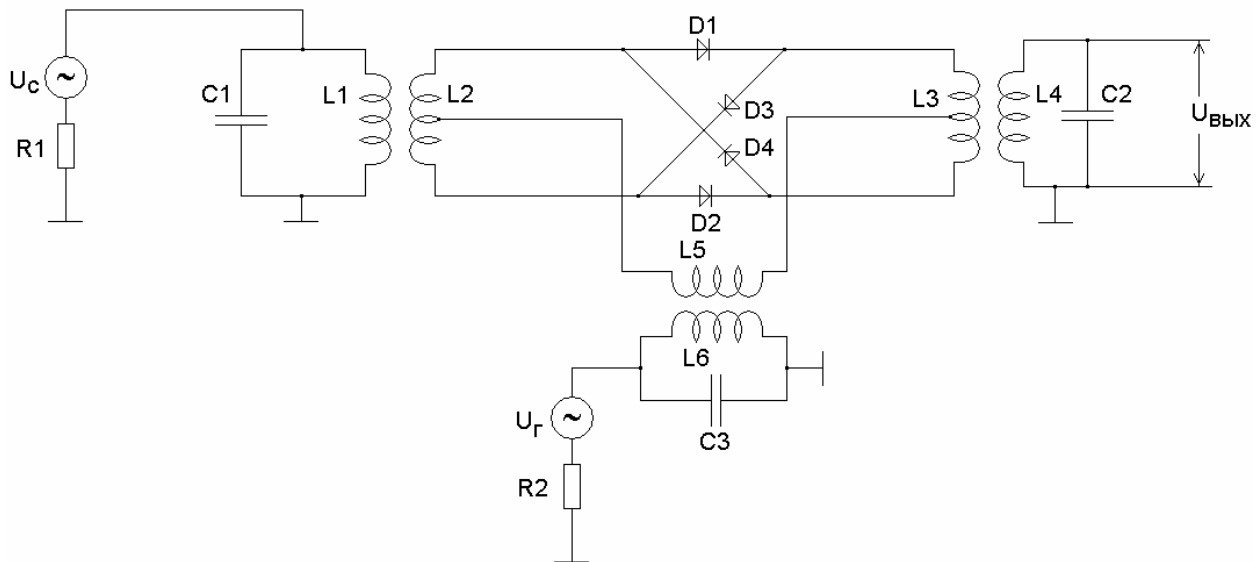


Рис.1 ринципиальная схема кольцевого диодного преобразователя частоты

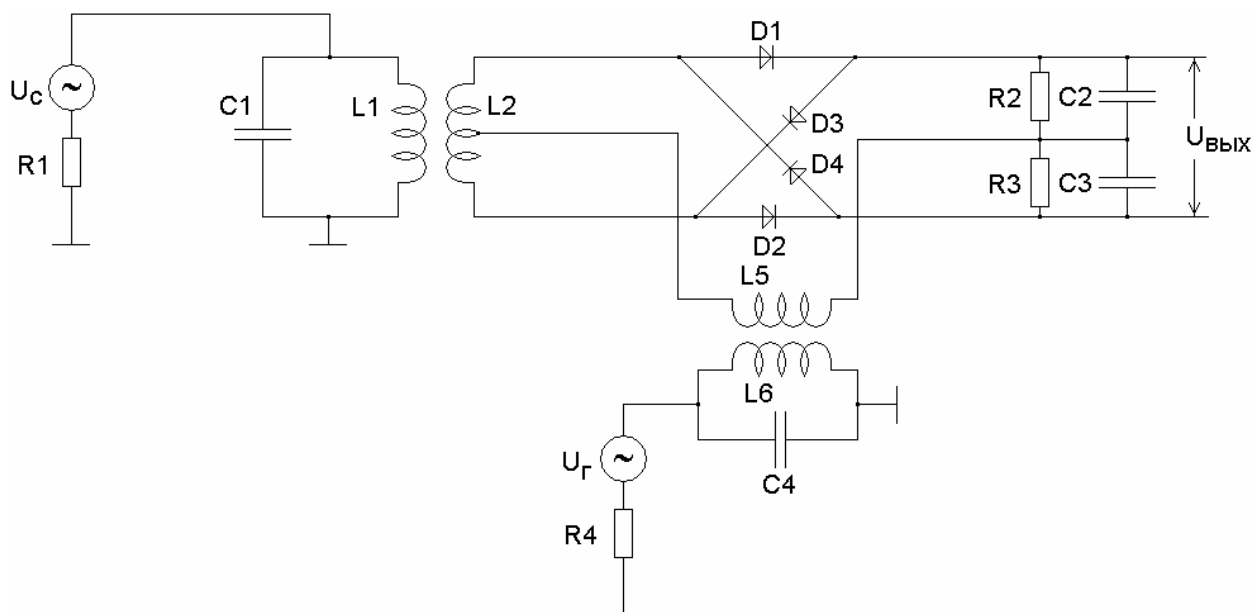


Рис.2 ринципиальная схема кольцевого диодного преобразователя частоты с прямым преобразованием частоты

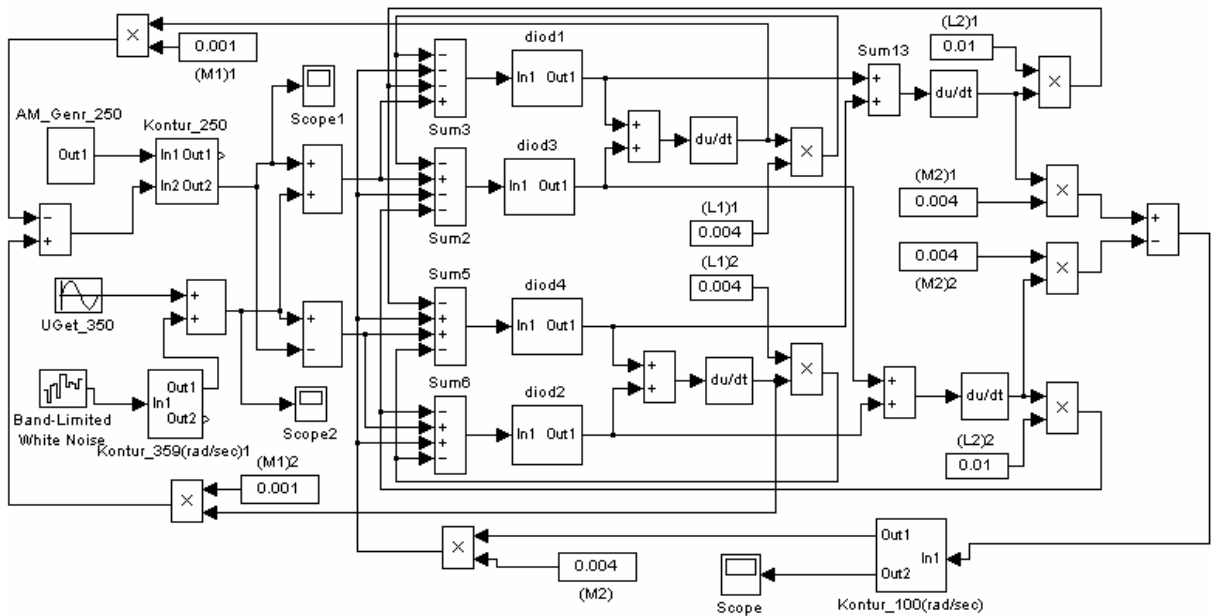


Рис.3 имитационная модель кольцевого диодного преобразователя частоты

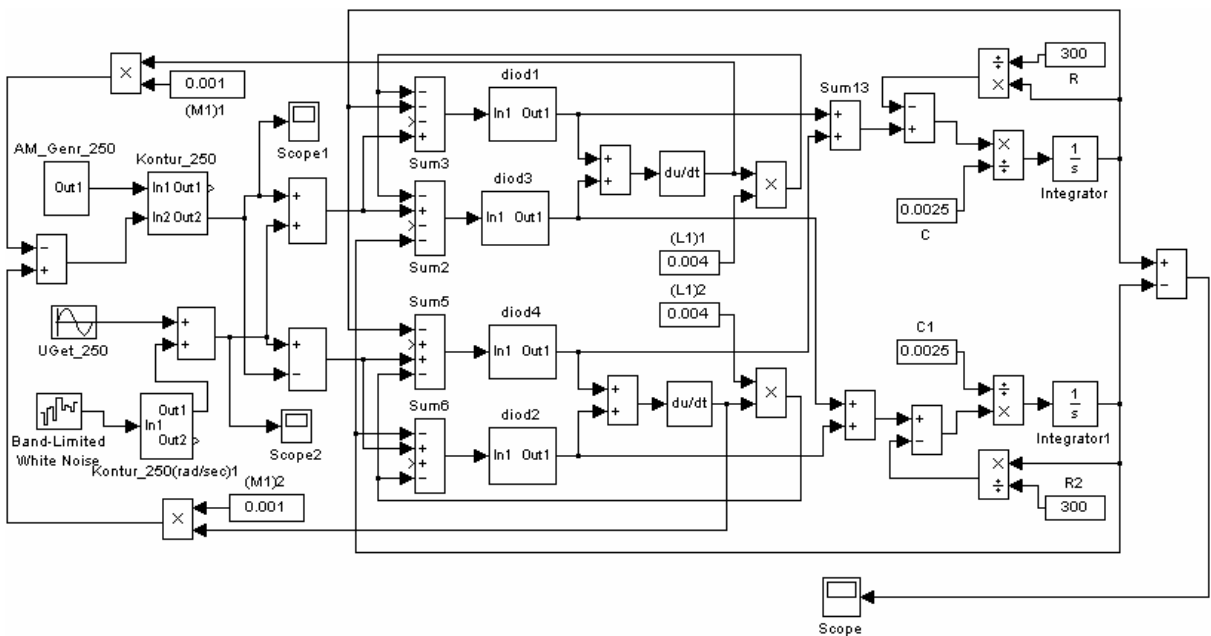


Рис.4 имитационная модель кольцевого диодного преобразователя частоты с прямым преобразованием частоты

Результаты моделирования приведены на рис.5 и 6. Эти данные свидетельствуют о том, что в случае полного баланса плеч преобразователей вклад шумов гетеродина в общий шум преобразователя частоты в случае прямого преобразования частоты подавлен сильнее в 10^6 - 10^7 раз.

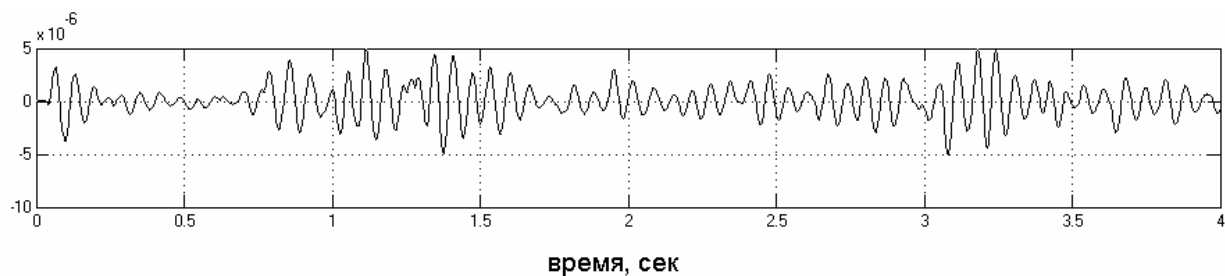


Рис.5 Вклад шумов гетеродина в кольцевом диодном преобразователе частоты

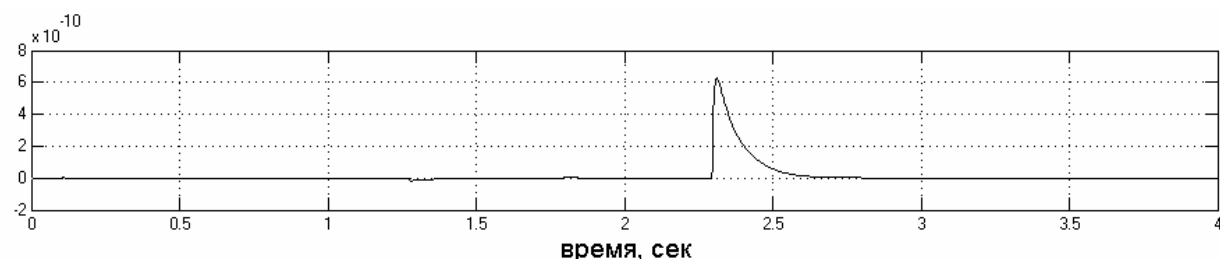


Рис.6 Вклад шумов гетеродина в кольцевом диодном преобразователе частоты с прямым преобразованием частоты

Для исследования влияния неточной балансировки плеч преобразователей частоты в имитационные модели был внесён разброс параметров величиной в 1%. Результаты экспериментов приведены на рис.7 и 8.

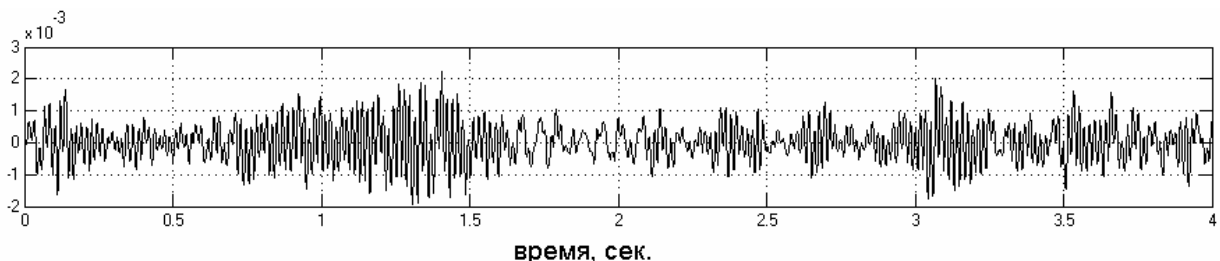


Рис.7 Вклад шумов гетеродина в кольцевом диодном преобразователе частоты с учётом неполного баланса плеч схемы

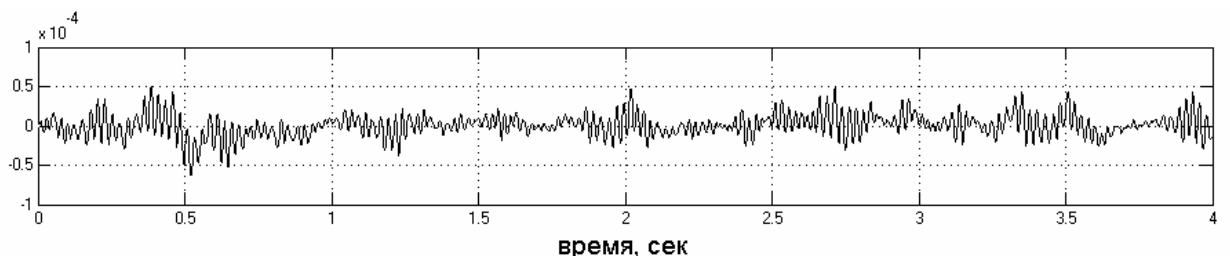


Рис.8 Вклад шумов гетеродина в кольцевом диодном преобразователе частоты с прямым преобразованием частоты с учётом неполного баланса плеч схемы

Приведённые графики показывают, что и в случае неидеальной балансировки при прямом преобразовании частоты вклад шумов гетеродина в общий шум преобразователя подавлен сильнее по сравнению с обычным преобразованием частоты (в приведенном эксперименте приблизительно в 400 раз).

***СЕКЦИЯ:
«ТЕХНОЛОГИЯ СУДОРЕМОНТА»***

Особенности внедрения современных методов обучения и подготовки инженеров судомехаников по специальностям “Эксплуатация судовых энергетических установок” и “Судовые энергетические установки”

Баева Л.С. (МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Особенности подготовки морских специалистов состоит в том, что молодой человек выбирая профессию встает перед решением сложной задачи и достаточно парадоксальной.

Парадокс состоит в том, что каждая профессия, а особенно морская, т.е. “судовой механик - инженер” достаточно сложна и по – своему специфична, на ознакомление которой нужны годы учений, с обязательной морской практикой.

Самая главная адаптация молодого специалиста к профессиональной общности и деятельности.

Будущий морской инженер должен знать заранее, что его ожидает в выборе профессии:

- выполнять обязанности вахтенного помощника
- нести ответственность на уровне эксплуатации за безопасное управление объектами
- обеспечивать работоспособность всех механизмов на судне и выполнять многие другие требования, которые направлены на безопасность мореплавания и предотвращения загрязнения морской окружающей среды.

Каждый выпускник средней школы имеет, гимназии, лицей, колледжа имеет достаточно знаний обо всем, и в то же время, практически мало представляет будущую выбранную ими специальность, поступая в ВУЗ.

Наша с Вами миссия, преподавателей помогать молодым людям войти в сложную трудовую жизнь, а именно работать на морских судах и выполнять очень сложные операции как по эксплуатации так и по управлению.

Каждый курсант, поступивший на судомеханический факультет, должен приучать себя к выполнению и соблюдению правил и требований МК ПДНВ-95, МКУБ. Быть готовым к любым ситуациям.

На море нельзя допускать ошибок в действиях по эксплуатации СТС и управлению ими.

Что может привести к ошибке?

Это невыполнение базовых предположений теории, несоответствие построения конструкции, отсутствие связей между элементами, и отсутствие самих элементов и т. п.

Что привело к ошибке?

- какими были движения,
- мысли,
- чувства,
- переживания,
- состояние человека в ходе выполнения действий.

Поэтому в ходе подготовки морских специалистов надо расставить приоритеты трудового процесса обучения- т.е. какова нагрузка и какова усвояемость изучаемого материала дисциплин за весь период обучения.

Анализируя успеваемость курсантов с 1 курса по 6 курсы можно сказать следующее:

1. Абитуриенты механики, электромеханики выбрали будущую профессию осознанно – хотят быть морскими специалистами.

2. Желание и романтика быть моряком остается главным побуждением.

Но на первом курсе оторвавшись от школы, контроля со стороны родителей, почувствовав “свободу” не могут с ориентироваться.

Адапционный процесс (период) затянулся на 2,5 месяца, а сессия приблизилась очень быстро. Сразу вскрылись ошибки:

- восприятия учебного материала,
- режима распорядка дня,

Не все преподаватели придерживаются распорядка дня МАМГПУ.

На примере успеваемости 1 и 2 курсов все ошибки всех участников учебного процесса проявились на курсанте.

Можно сделать вывод как ошибки и психологические особенности юношеского возраста на процессы восприятия:

- не успел обнаружить, что пропуски занятий требуют дополнительной самостоятельной работы,
- не сумел различить, что это не школа, а ВУЗ, где требуется самостоятельная работа
- не узнал, что пропуски занятий надо отрабатывать, ходить на консультации и т. п.

Ошибки памяти- забыл; рабочую тетрадь по НГ, подготовить рефераты; не успел запомнить, не сумел удержать в памяти, т.к. слабая ...

Ошибки мышления- не понял; лекционный материал, не успел схватить главное в лекции, лабораторной работе, практике.. не предусмотрел дополнительный материал (карандаши, линейки и т.д.).

Не разобрался , не проанализировал, не объединил, не обобщил, не сопоставил, не выделил.

Ошибки внимания- не может сосредоточиться на лекции (постоянно отвлекается, разговаривает), не собрался, не может переключиться на новый материал, т.к. не усвоил предыдущий, и лекция становится непонятной, быстро устает и т.д.

Совершив ошибки у курсанта наступает страх перед преподавателями, куратором, воспитателем и даже перед родителями.

Потому актуален вопрос усовершенствования отраслевой системы управления качеством подготовки и дипломирования курсантов и специалистов судов флота рыбной промышленности и других отраслей народного хозяйства.

Ошибки действий машинной команды приводит к авариям СТС и ГЭУ, что так же опасно на море.

Низкая квалификация морских специалистов приводит к повышенной аварийности судов, а что в свою очередь влечет к экологическим катастрофам (разлив нефтепродуктов, гибель людей, уничтожения флоры и фауны береговых акваторий).

Технологические процессы повышения надежности и прочности деталей судовых технических средств

Баева Л.С. (МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Важнейшей народно-хозяйственной задачей является удлинение периода технической эксплуатации судовых технических средств, обеспечивающих безопасность мореплавания. Для выполнения этой задачи добиваться безотказной работы и повышения долговечности судовых машин и механизмов.

Повышение эксплуатационных, механических и технологических характеристик может быть достигнуто за счет применения упрочняющих технологических процессов к изготавливаемым деталям СТС. Повышение надежности и прочности СТС возможно в результате применения новых легированных сплавов, а также методов упрочнения поверхностных слоев деталей. Например, методами и способами диффузионного насыщения, химико-термической обработки, поверхностного финиширования и др.

Для многих деталей, работающих в условия контактного нагружения, рабочая поверхность детали принимает на себя основную нагрузку, а особенно детали судовых энергетических установок такие как кривошипно-шатунного механизма, цилиндро-поршневой группы и т.д. Период безотказной работы, надежность механизмов зависит от сопротивляемости поверхностных слоев металла воздействию внешней среды. Поэтому проблема упрочнения поверхности металлических деталей диффузионной обработкой является весьма актуальной.

Диффузионные методы и способы такие как комплексное насыщение поверхностей деталей изготовленных из углеродистых сталей для повышения надежности и долговечности СТС титаном, никелем и др. химическими элементами весьма интересны для применения в промышленности.

В МГТУ разработаны методы и способы диффузионного упрочнения поверхности деталей судовых двигателей внутреннего сгорания (цилиндровые втулки, поршни, клапаны, пальцы, форсунки, толкатели и др.), изготовленных из сталей, чугунов, медных и алюминиевых сплавов.

Технологический процесс диффузионного комплексного упрочнения и насыщения поверхности деталей СТС прост, не требует дорогостоящего оборудования и возможен при различных температурах насыщения от 400 °С до 1200 °С, в зависимости от материала деталей. Процесс насыщения поверхности протекает в порошкообразной реактивной смеси, с использованием контейнеров и загрузка их в обычных электрические печи сопротивления. Время выдержки выбирается в зависимости от типа размера детали и материала из которого изготовлена.

В результате применения технологического процесса упрочнения поверхности детали достигается хороший микрорельеф, поверхностная твердость, износостойкость, коррозионная и эрозионная стойкость. Этот метод и способ можно применять и для восстановления изношенных деталей, износ, которых не превышает более 2,1 мм.

Исследование причин разрушения корпуса запорного проходного клапана Ду 125 Л/К «Капитан Драницын»

Ващенко И.П. (МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Для исследования был представлен запорный проходной клапан Ду125 в разрушенном состоянии. Аварийное разрушение корпуса запорного парового клапана произошло во время ввода резервного котла в параллельную работу.

- дата установки клапана на судно – 1980 г.
- до аварии клапан отработал примерно 118000 часов.
- дата последнего ремонта и гидравлических испытаний – 02.12.97г. (проводится 1 раз в 10 лет – правила РМРС).
- давление испытания – $12,5 \text{ кгс/см}^2$.
- рабочее давление котла – $7,5 \text{ кгс/см}^2$.
- давление пара на момент аварии – рабочее давление паровой магистрали – $7,5 \text{ кгс/см}^2$

Запорные клапаны предназначены для разобщения и герметизации участков трубопроводов. Они изготавливаются проходными, угловыми и прямоточными. Запорный орган клапана – тарелка или игла – соединён со штоком и перемещается с ним.

Тарелка соединяется со штоком таким способом, который позволяет вращаться штоку относительно тарелки, что предохраняет уплотнительные поверхности клапанов от истирания.

Трапецеидальная резьба штока входит в резьбовую втулку, нарезанную часть корпуса или крышки клапана. При вращении штока маховиком по часовой стрелке клапан открывается, при вращении против часовой стрелки – закрывается.

В судовых трубопроводах применяют клапаны с условным проходом от 10 до 200 мм. По ГОСТ 1656-62 изготавливают запорные фланцевые литые стальные клапаны. Их применяют для трубопроводов пресной воды, масла, нефти и тёмных нефтепродуктов, пара при $t \leq 250^\circ\text{C}$.

Клапан запорный проходной фланцевый, представленный для исследований имеет следующие размеры:

Ду=125 мм; L=400 мм; $\varnothing D = 250 \text{ мм}$; H=375 мм; $H^{\text{max}} = 437 \text{ мм}$; $\varnothing C = 250 \text{ мм}$.

Запорный проходной фланцевый клапан Ду125 предназначен для пара с температурой до 420°C . Клапан выполнен с литой бугельной крышкой, сальником, расположенным в корпусе и с выносной резьбой шпинделя. Корпус и крышка литые (из чугуна), соединены между собой шпильками. Отсутствие уплотнительной прокладки между крышкой и корпусом позволило упростить и облегчить конструкцию.

Уплотнение шпинделя в месте выхода его из крышки осуществляется сальником с мягкой набивкой.

Материал шпинделя – сталь 2Х13. Уплотнительные поверхности тарелки и корпуса обычно наплавляются стеллитом марки ВЗК. Согласно фирменного чертежа материал корпуса клапана изготовлен из чугуна с временным сопротивлением на разрыв 250 МПа (GG 25) по DIN 1691-64. Аналогичным временным сопротивлением на разрыв обладает серый чугун марки СЧ25 по ГОСТ1412-85.

В результате визуального осмотра и проведения фрактографического исследования установлено:

- разрыв корпуса клапана произошел на расстоянии от 13,5 до 28,3 мм от фланца выходной части клапана по всей длине окружности.
- при замерах толщины корпуса в месте разрыва через каждые 45° обнаружена большая разностенность корпуса клапана в месте разрыва, составившая от 0,2 мм до 2,0 мм.
- поверхность резьбы штока клапана в месте сопряжения с резьбой втулки в положении «закрыто» имеет повышенный износ, что свидетельствует о приложении чрезмерного усилия к маховику при закрытии клапана (использования дополнительного рычага).

Таблица 1

Марка чугуна	ГОСТ	С	Si	Mn	P	S	Механические свойства		
							Размер, мм	Твёрдость (НВ), Кгс/мм ²	Временное сопротивление разрыву, МПа
СЧ25	ГОСТ 1412-85	3,2-3,4	1,4-2,2	0,7-1,0	0,2	0,15	30	245	250
GG-25	DIN 1691-64	-	-	-	-	-	30	285	250
Ду125		3,27	2,25	0,59	≤0,1	≤0,1	30	217	

- изломы разрушенного корпуса клапана представляют собой мелкокристаллическое строение, в изломе фрагментов клапана присутствуют поры.

Химический состав сплава разрушенного корпуса клапана Ду125 представлен в таблице 1. В этой же таблице представлен химический состав чугуна марки СЧ25 по ГОСТ1412-85, и химический состав чугуна марки GG-25 по DIN 1691-64 (Германия).

Из таблицы 1 видно, что наиболее близким по химическому составу корпуса клапана является чугун марки СЧ25, ГОСТ1412-85. Однако содержание кремния и значение твёрдости корпуса клапана не

соответствуют содержанию кремния для марки чугуна СЧ25 по ГОСТ1412-85 и значению твёрдости для марки чугуна GG-25 по DIN1691-64

Для оценки прочности материала корпуса разрушенного клапана измеряли твёрдость по Бринеллю. Значения твёрдости корпуса клапана представлены в таблице 2.

Таблица 2

№ п/п	Условия испытания		Диаметр отпечатка				Продолж. выд., с	Число твёрдости для отпечатков			
	D шар., мм	F, кгс	d ₁	d ₂	d ₃	d _{ср}		НВ ₁	НВ ₂	НВ ₃	НВ _{ср}
1	10	3000	4,05	4,10	4,15	4,10	15	223	217	212	217

Из таблицы 1 видно, что среднее значение твёрдости по Бринеллю не соответствует требованиям стандарта DIN 1691-64 для марки чугуна GG-25 и требованиям ГОСТ1412-85 для марки чугуна СЧ25.

Для исследования микроструктуры из корпуса разрушенного клапана были вырезаны образцы для изготовления микрошлифов.

Анализ микроструктуры проводили на микроскопе «OLYMPUS» до травления и после травления поверхности микрошлифов.

Основной особенностью микроструктуры серого чугуна, определяющей физико-механические и служебные свойства, является наличие пластинчатого графита. Пластинчатый графит нарушает сплошность металлической основы и поэтому серый чугун имеет сравнительно невысокие значения временного сопротивления разрыву при растяжении и очень низкую пластичность. Однако именно благодаря пластинчатому графиту в сером чугуне уникально сочетаются хорошие антифрикционные свойства, высокая износостойкость, малая чувствительность к концентраторам напряжений.

Серый чугун имеет высокую демпфирующую способность и прекрасно гасит вибрации. Он технологичный материал. Из него можно изготавливать отливки самой сложной конфигурации с толщиной стенок от 2 до 500 мм.

Наибольшее влияние на структуру оказывают углерод и кремний. Чем выше их содержание, тем больше графита в структуре и крупнее его включения, больше феррита и менее дисперсен перлит в металлической основе. В доэвтектическом чугуне кристаллизация начинается с выделения избыточной фазы дендритов аустенита. Скорость охлаждения и степень переохлаждения при кристаллизации первичных кристаллов аустенита определяют размер и характер дендритов.

В результате микроструктурного анализа материала корпуса разрушенного клапана Ду125 выявлены неметаллические включения различного происхождения, образовавшиеся внутри металла при химическом взаимодействии в процессе выплавки и разлива металла.

оксиды кремния, сульфиды марганца, силикаты. Образуются они при выплавке чугуна и представляют собой соединения кислорода и кремния, которые остаются в металле, в виде простых и сложных оксидных и силикатных включений.

Неметаллические включения в большинстве случаев оказывают вредное влияние на свойства металла, так как являются концентраторами напряжений, вызывающих образование микротрещин переходящих в макротрещины.

На основании выше изложенного, причинами разрушения корпуса клапана Ду125 являются:

1. Нарушение режимов эксплуатации паровой системы судна приведшее к возникновению ударного давления (гидравлического удара).

2. Наличие микротрещин в месте разрыва корпуса клапана образовавшихся в результате приложения недопустимого усилия в процессе развития разрушения.

3. Неравномерность износа стенок корпуса клапана в процессе эксплуатации.

4. Химический состав материала разрушенного корпуса клапана Ду125 не соответствуют химическому составу чугуна марки СЧ25 по ГОСТ1412-85.

Список литературы

1. Кашанский М.С., Степанов В.В. и др. Судовая арматура.- Л., «Судостроение», 1975, 432 с.

2. Куликов А.Т. Материалы и арматура для судовых трубопроводов. Справочное пособие. Л., «Судостроение», 1973. 280 с.

3.Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры. ГОСТ 3443-87. – М.: Госкомстандарт, 1987.

4. ГОСТ 9012-59. – Введ. с 01.07.90 – М.: Госкомстандарт, 1987.

Моделирование долговечности несущих конструкций гибких сооружений аквакультуры

Лаврушина Е.Г. (г. Владивосток, Дальневосточный государственный университет, кафедра компьютерных технологий, e-mail: l_e_g@mail.ru)

The results of the research are used in creating durability and longevity characteristics of junctions of flexible constructions of aquaculture.

Будущий успех культивирования морских организмов тесно связаны с построением основ проектирования прочных, устойчивых и достаточно долговечных сооружений аквакультуры.

В процессе эксплуатации морских плантаций ее гибкие элементы – канаты испытывают воздействие силовых нагрузок, морской воды и светопогоды. Совместное влияние перечисленных факторов приводит к снижению прочности канатов во времени.

Проблема оценки прочности и долговечности является одной из основных проблем развития технологий конструирования и эксплуатации сооружений аквакультуры.

Рассматривая вариант описания накопления усталостных повреждений с позиций термодинамики необратимых процессов (Лаврушина Е.Г. 2005; Лаврушина Е.Г., 1996), энергетическое уравнение повреждений можно представить в виде

$$\dot{I}(N) = \frac{\sigma_{\max}(N)}{\bar{\sigma}_p} + \sum_{k=1}^N \varphi(\chi_k, r_k), \quad (1)$$

где $\dot{I}(N)$ - поврежденность ($0 \leq \dot{I} \leq 1$); $\bar{\sigma}_p$ - истинный предел прочности материала на разрыв; σ_{\max} - максимальное напряжение за период цикла при данном коэффициенте асимметрии цикла r_k ; N - число циклов;

$$\chi_k = \frac{E}{2c_2^2} (u_{i+1} - u_i) = \frac{E}{2c_2^2} k\alpha \left(\frac{\sigma_i}{\sigma_*} \right)^\beta (N_{i+1}^m - N_i^m); \quad (2)$$

$$\bar{\varphi}_k(\bar{\chi}_k, r_k = 0) = aN_i^b c(\sigma_i / \sigma_*)^d - \text{функциональный параметр.} \quad (3)$$

При проведении исследований в данном случае величина c_2 назначалась из расчета $c_2 = 0,8\sigma_r$, где σ_r - условный предел усталости материала на заданной базе испытания N ; σ_i - текущее напряжение; σ_* - нормированное напряжение; χ_p - нормированный параметр при $\sigma_i = \sigma_*$; $k, a, b, c, d, m, \alpha, \beta$ - постоянные, которые определяются по кривым усталости и энергетическому параметру u для различных уровней напряжения.

На основании зависимостей (2) и (3) энергетическое уравнение повреждений принимает вид:

$$\dot{I} (N_i) = \frac{\sigma_i}{\sigma_p} + aN_i^b c \left(\frac{\sigma_i}{\sigma_*} \right)^d. \quad (4)$$

При расчете модели было выявлено, что наибольшее отклонение от единицы наблюдается в зоне малых долговечностей ($N = 2000$ циклов) при высоких уровнях напряжений и зоне предела усталости при малых уровнях напряжений, что связано с некоторым разбросом механических свойств материала.

На основании экспериментальных исследований предлагается вариант термофлуктуационной кинетической теории прочности твердых тел (Лаврушина Е.Г., Лаврушин Г.А., 2005; Лаврушина Е.Г., 1996):

$$\tau = \exp \{ [u - \gamma(\sigma_{\max} + \Delta + B\sigma_a \ln t_0) + \alpha \ln A_0] / (\alpha + \gamma B\sigma_a) \}, \quad (5)$$

где τ - долговечность, с; u - плотность внутренней энергии; γ , α , A_0 - постоянные материалы; σ_{\max} - максимальное напряжение за период цикла; Δ - величина поврежденности; σ_a - амплитудное напряжение; $B(\sigma_a)$ - функция влияния уровня амплитудного напряжения на скорость развития повреждений; t_0 - период цикла нагружения.

Определение срока службы гибких элементов сооружений аквакультуры из капроновых канатов с позиции термодинамики необратимых процессов рассмотрим на примере П-образного элемента, широко используемого в настоящее время на производственных плантациях по выращиванию ламинарии Японской в двухгодичном цикле.

Для определения нагрузки, действующей на хребтину, необходимо знать величину усилия нити, которая зависит от веса водорослей для любого заданного месяца и вычисляется по формуле (Стоценко А.А., 1984):

$$T_{\max,t} = T_0 G \alpha_t, \quad (6)$$

где G - проекция урожайности выростного элемента, кг; α_t - отношение массы организмов для рассматриваемого отрезка времени t к проектной урожайности; $T_{\max,0} = 0,42$ Н/кг – удельно-весовое сопротивление водорослей при скорости $v = 0,64$ м/с на глубине 5 метров.

Здесь принимается условие, что изменение биомассы за месяц составляет 40 г или около 5% от товарной массы (700 ÷ 900 г за один цикл, который длится 20 ÷ 22 месяца).

Из условия получения 35 кг морской капусты с одного выростного элемента (поводца) и принятом расстоянии между поводцами 0,5 м полная нагрузка на несущий трос длиной 50 м составляет 18,7 кН.

При расчете полной нагрузки учитывалось влияние динамического действия волнения моря. Натяжение несущего троса (хребтины) по данным работы (Стоценко А.А., 1984) составило 7,9 кН.

При оценке ресурса несущего троса использовались зависимости (4) и (5) с учетом влияния эксплуатационных факторов на снижение

прочности канатов (Лаврушина Е.Г., Лаврушин Г.А., 2005; Лаврушина Е.Г., 1997; Лаврушина Е.Г., 1996).

На основе расчетных и экспериментальных данных выявлено, что наибольшее влияние на снижение ресурса канатов ($d = 20 \dots 22$ мм) оказывает влияние волнения моря с высотой волны $h = 1,5 \div 2$ м.

Для эквивалентного уровня напряжения $\sigma = 150$ МПа ресурс каната менялся от 10 до 12 лет, когда высота волны меняется в пределах $0,5 \div 1,25$ м.

В случае, когда высота волны меняется от 1 м до 2 м и более, необходимо использовать зависимость (4), которая позволяет суммировать уровни поврежденности в канате для каждого состояния моря.

Граничные условия поврежденности каната от уровня напряжения и длительности циклического нагружения несущего троса, зависящего от повторяемости волны высотой $h = 1,5 \div 2$ м за восьмилетний период наблюдения приведены на рис. 1.

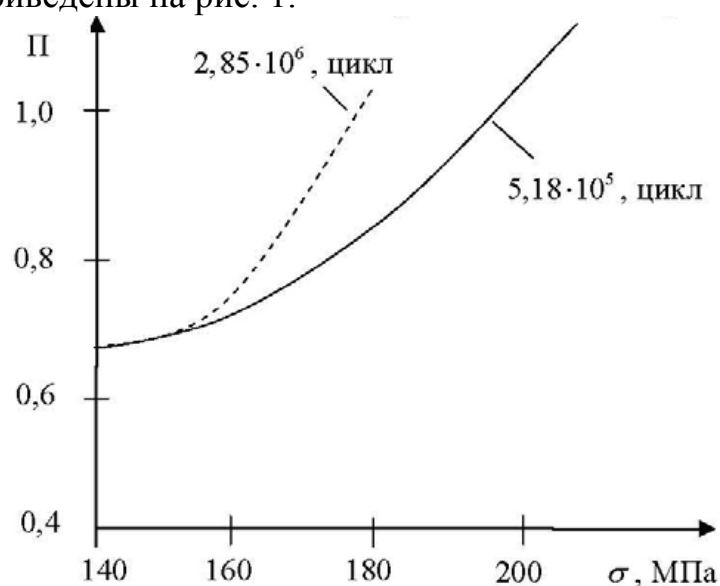


Рис. 1. Зависимость поврежденности каната от уровня напряжения и длительности циклического нагружения сооружения с учетом влияния волн

При расчете поврежденности каната по зависимости (4) величина c_2 назначалась из расчета $c_2 = 0,6\sigma_r$, где σ_r - условный предел усталости материала на заданной базе испытания. В данном случае эта величина принималась равной 90 МПа, что лучше отражает механическое состояние материала в морской среде.

Список литературы

1. Лаврушина Е.Г. Кинетика развития усталостных повреждений полимерных нитей при циклическом нагружении.// Наука и образование – 2005: материалы Международной научно-технической конференции в 7 ч. Часть VII. – Мурманск: МГТУ, 2005. – с.102-106.

2. Лаврушин Г.А., Лаврушина Е.Г. Закономерности накопления повреждений в твердых телах при циклическом нагружении.// Вестник ДВО РАН №6. – Владивосток: Изд-во ДВО РАН, 2005. – с. 41-45.

3. Лаврушина Е.Г. Энергетический критерий длительной прочности.// Проблемы рынка товаров народного потребления. Межвузовский сборник научных трудов. Выпуск 2. – Владивосток: Дальневосточный коммерческий институт, 1996. – с. 120-123.

4. Лаврушина Е.Г. О кинетике развития усталостных повреждений.// Проблемы естествознания и производства. Выпуск 119. Серия 5. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 1997. – с. 85-87.

5. Стоценко А.А. Гидробиотехнические сооружения. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1984. – 136 с.

Компьютерная программа с элементами АОС по дисциплине «Техническая эксплуатация флота»

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

Использование технических средств обучения и особенно компьютерной техники улучшает организацию самоподготовки студентов, позволяет преподавателю оперативно получать предварительную информацию о ходе учебного процесса и высвобождает время от повторяющейся, часто шаблонной работы по контролю знаний, а также помогает на высоком уровне реализовать принципы индивидуального обучения и контроля знаний.

Разработанная компьютерная программа с элементами автоматизированной обучающей и контролирующей системы (АОС) по дисциплине «Технической эксплуатации флота», работает в четырех режимах:

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

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

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

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

По окончании тестирования на экран монитора автоматически выводится протокол контроля знаний, где фиксируется фамилия и.о. студента, номер группы, дата сдачи экзамена или зачета, оценка, а также номера заданных билетов, номера вопросов и выбранных студентом ответов, причем правильные ответы отмечаются знаком «+», а неправильные знаком «-».

Режим 3. Самоконтроль знаний студентов.

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

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

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

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

В этом режиме зачет или оценка знаний не ставятся.

Режим 4. Вывод экзаменационных билетов и вопросов.

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

Компьютерный тест включает 630 вопросов, 80 иллюстраций и соответствующие консультации по темам и разделам дисциплины. Правильные ответы выбираются из предлагаемых от 3 до 5 ответов, из которых один верный.

Программа для самообучения и контроля знаний по дисциплине «Технической эксплуатации флота» включает следующие темы:

1. Техническое обслуживание машин и механизмов в рейсе
2. Техническое обслуживание корпуса судна в рейсе
3. Техническое обслуживание электрооборудования и автоматики в рейсе
4. Организация технической эксплуатации
5. Организация судоремонта

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

Обучающая и контролирующая программа используется при изучении дисциплины «Техническая эксплуатация флота» курсантами судомеханической и электромеханической специальности.

Результаты испытаний и внедрения безразборной технологии. Диагностика главных редукторов рыбопромысловых судов

Панкратов А.А. (МГТУ, каф. технической механики,
e-mail: pankratovaa@mstu.edu.ru)

In work results of tests and introductions of the technology are resulted, allowing to make an authentic estimation of a technical condition methods with use of a vibrating channel of information and the analysis of products of deterioration in oil.

Аннотация. В работе приведены результаты испытаний и внедрения технологии, позволяющей производить достоверную оценку технического состояния безразборными методами с использованием вибрационного канала информации и анализа продуктов износа в масле.

1. Введение

В развитии рыбопромышленной отрасли и обеспечении продовольственной безопасности страны решающую роль играет промысловый флот.

Работа рыбной промышленности в условиях перехода к рыночной экономике остро поставила вопрос о снижении себестоимости рыбопродукции. При этом важнейшее значение приобретает снижение непроизводительных эксплуатационных затрат на содержание добывающего флота, большую часть которых составляют затраты на судоремонт. Кроме того, флот рыбной промышленности продолжает стареть.

Эксплуатация старых судов требует увеличение объемов судоремонтных и модернизационных работ. Это сказывается на техническом состоянии флота, приводит к росту затрат на ремонт и удорожанию продукции.

В этих условиях кардинальным средством, обеспечивающим решение задачи поддержания надежного и эффективного функционирования флота, становится переход от традиционной системы эксплуатации "по расписанию" к эксплуатации "по состоянию", обеспечивающей экономию трудовых, производственных и топливно-энергетических ресурсов.

Технология эксплуатации "по состоянию" предусматривает оптимизацию ремонтно-технического обслуживания оборудования и управления процессом его работы на основе данных о реальном техническом состоянии и характеристиках каждой конкретной единицы оборудования, а также данных об их изменении во времени. Ремонт и мероприятия по восстановлению технического состояния оборудования в процессе эксплуатации, в этом случае, проводится не в нормативно установленные сроки, а по мере необходимости.

2. Результаты исследования

Главные редукторы рыбопромысловых судов представляют собой сложные передаточные механизмы, содержащие значительное количество зубчатых колес и подшипников и существенно влияющие на эксплуатационную надежность судна и безопасность мореплавания.

Исследования нормально функционирующих редукторов, входящих в состав ГЭУ рыбопромысловых судов показали, что вибрация не может быть причиной их усталостного разрушения. Большинство отмеченных случаев аварийного разрушения деталей и узлов редукторов могут быть вызваны либо нарушениями условий их эксплуатации, либо дефектами монтажа.

Большинство развивающихся в узлах машин дефектов начинают оказывать влияние на вибрацию за много месяцев до наступления предаварийной ситуации. Исключение составляют лишь некоторые из дефектов изготовления и дефектов, появляющихся в результате нарушения правил эксплуатации машины. Они могут проявиться на любом этапе жизненного цикла машины и за короткий срок развиваться до аварийноопасных значений. Если предположить, что такие дефекты отсутствуют, отпадает необходимость мониторинга машин и оборудования с короткими интервалами между измерениями, следовательно, появляется возможность диагностики машин с интервалами между измерениями в месяцы.

Задача диагностики - обнаруживать дефекты на ранней стадии развития, наблюдать и прогнозировать их развитие, планировать ремонт машины. А если ставится задача перехода на обслуживание и ремонт машин по фактическому состоянию, то задача диагностики становится весьма сложной - необходимо обнаруживать все дефекты на ранней стадии развития. А то, что нет дефектов, развивающихся внезапно (кроме скрытых дефектов изготовления и монтажа) - это уже доказано, по крайней мере, для роторных машин.

Основным методом диагностики является виброакустическая диагностика, позволяющая получать без разборки машин информацию об увеличенных динамических нагрузках на узлы и детали машин, являющихся причиной их усталостного разрушения; о характере и темпе эксплуатационного износа узлов и деталей и влиянии этого износа на динамику; о техническом состоянии подшипников с возможностью оценки их остаточного ресурса. Достоверность виброакустической диагностики повышается при использовании методов контроля содержания продуктов износа в маслах.

С 1998 года на Северном бассейне применяется техническая инструкция 150-04.688-000 ИТ "Безразборной диагностике главных редукторов рыбопромысловых судов с применением анализа вибрации и продуктов износа в смазочном масле". Техническая инструкция описывает: режим и объем контроля, требования к применяемой аппаратуре, критерии оценки технического состояния редуктора, периодичность и сроки

проведения контрольных замеров, постановку редуктора на хранение и профилактические работы.

За период действия данной инструкции произведено 58 замеров судов: 18 - проекта 1332 типа "Баренцево море", 8 - проекта "Атлантик - 333", 3 - проекта В - 408 типа "И. Бочков", 13 - проекта 503 типа "Альпинист", 4 - проекта 1386 типа "Горизонт", 2 - проекта "Атлантик - 488", 2 - проекта 394А, 8 - типа "И. Шаньков".

Количественный анализ рыбопромысловых судов с эксплуатационными дефектами главных редукторов представлен на рисунке 1.

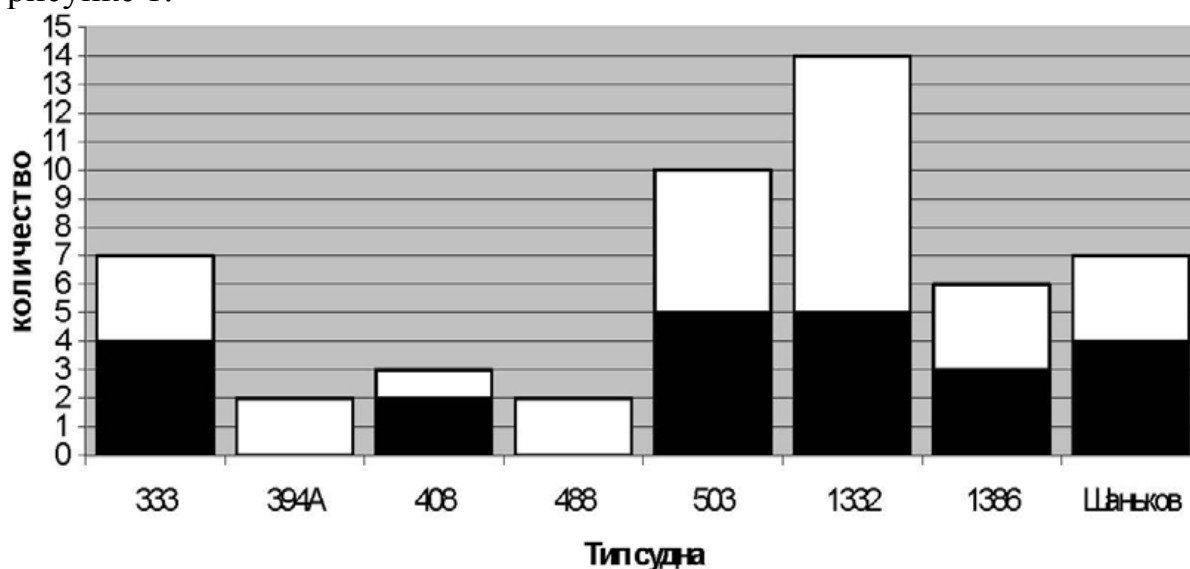


Рис.1.

- техническое состояние "удовлетворительно";
- техническое состояние "неудовлетворительно"

Принятая методика технической диагностики включает в себя контроль третьоктавных спектров виброускорения на опорах валов редуктора, сравнение их с выработанной статистической нормой и контроль спектра огибающей высокочастотной компоненты вибрации на подшипниках качения. В целях повышения достоверности диагноза дополнительно предусмотрен анализ продуктов износа в масле главных редукторов.

Вывод. Предложенная технология технической диагностики главных редукторов рыбопромысловых судов позволяет обнаруживать дефекты на ранней стадии развития, наблюдать и прогнозировать их развитие, планировать ремонт машины, т.е. перейти на обслуживание и ремонт машин по фактическому состоянию.

Прочность корпусных конструкций судна – надежность судовых технических средств

Петрова Н.Е., Баева Л.С. (МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Аннотация. Проведен анализ изменения прочности корпуса судна в процессе эксплуатации, показана взаимосвязь прочности корпусных конструкций и надежности судовых технических средств.

1. Введение.

Судовой корпус относится к той группе сооружений, прочность которых оценивать наиболее трудно как ввиду сложности самой конструкции, так и главным образом вследствие проблем, возникающих при определении расчетных внешних нагрузок и нормативных запасов прочности. Корпуса водоизмещающих судов работают на границе двух стихий (воды и воздуха) и подвержены воздействию нагрузок, значение и направление действия которых непрерывно и случайно изменяются.

Связи корпуса, являющегося сложной пустотелой балкой, подкрепленной набором в различных направлениях, участвуют одновременно в нескольких видах деформаций. Эти деформации вызываются как общим изгибом корпуса — балки, так и местным изгибом перекрытий, набора, пластин. Задача определения напряжений осложняется еще и тем, что во времени прочность связей корпуса изменяется в связи с неизбежным износом и остаточными деформациями. Причем эти изменения зависят не только от времени, но и от особенностей конструкции корпуса и условий его эксплуатации. В связи с такой сложной картиной нагружения, комплексной работой связей, влиянием времени и окружающих условий оценка прочности корпуса возможна только при использовании предшествующего опыта постройки и эксплуатации судов.

2. Оценка прочности корпусных конструкций судна.

В общем случае для оценки прочности судового корпуса необходимо решить проблемы по определению расчетных внешних нагрузок, возникающих напряжений и необходимых запасов прочности.

Расчетные нагрузки принято формировать из двух частей: квазистатической (нагрузки на тихой воде) и переменной (волновые нагрузки).

Расчетные напряжения определяют расчленением сложных деформаций на элементарные составляющие с последующим их суммированием, учитывая распределение по сечению конструкций, а также мгновенное и длительное изменение во времени. Запасы прочности назначают, опираясь на предшествующий опыт с осмысливанием и обобщением его методами строительной механики корабля.

Однако со временем прочность корпуса и его элементов изменяется. Чем дольше эксплуатируется судно, тем больше стареет его корпус. Старение корпуса выражается в уменьшении толщины листовых элементов и набора вследствие неизбежного износа; в изменении первоначальной формы конструкций в результате появления остаточных деформаций, вызванных различного рода эксплуатационными перегрузками; в нарушении целостности отдельных элементов в виде трещин, разрывов, пробоин, являющихся следствием проявления усталости, хрупкости или вязкого разрушения при аварийных ситуациях. В результате этих изменений уменьшается прочность корпуса и его элементов, ухудшается мореходность судна, нарушается непроницаемость наружной обшивки, переборок, настила второго дна и других конструкций (табл. 1).

Определяющим последствием вмятин, бухтин и гофров корпусных конструкций являются большие пластические деформации в местах их образования. В экстремальных случаях эти деформации могут привести к разрушению конструкции, при меньших деформациях возникает наклеп, материал становится более хрупким, снижается надежность конструкций.

Определенная степень уменьшения со временем прочности корпуса и его элементов предусматривается при проектировании. Это выражается либо явно в виде прямых надбавок на износ, либо не явно, с помощью расчетных допускаемых напряжений, скрывающих опробированные практикой запасы прочности на износ. Допускаемые значения уменьшения прочности вследствие износа по сравнению со стандартом, принятым для нового судна, регламентируются специальной нормативной документацией.

Все дефекты конструкций корпуса, появляющиеся в процессе эксплуатации, подразделяются на две группы: повреждения и разрушения. Под повреждениями (damage) понимают дефекты, которые ограничивают дальнейшую нормальную эксплуатацию корпуса, а под разрушением (collapse) – дефект, который приводит корпус в состояние, совершенно непригодное для дальнейшего использования по прямому назначению. Нормативная документация регламентирует только допускаемые пределы дефектов первой группы (повреждений); для устранения дефектов второй группы (разрушения) требуется восстановление корпуса – ремонт.

Таблица 1.

Последствия дефектов корпусных конструкций, возникающих в процессе эксплуатации судна.

Вид дефекта	Форма проявления	Последствия
Коррозионный износ (corrosion)	<p>Уменьшение площади поперечного сечения связей, моментов сопротивления, моментов инерции.</p> <p>Изменение формы поверхности связей.</p> <p>Изменение механических свойств материала.</p> <p>Свищи.</p>	<p>Повышение номинальных напряжений. Уменьшение критических напряжений.</p> <p>Локальная концентрация напряжений. Изменение критических напряжений.</p> <p>Изменение пределов текучести и прочности, относительного удлинения, хрупких и усталостных характеристик.</p> <p>Нарушение непроницаемости.</p>
Остаточные деформации (residual deformation)	<p>Изменение плоской или прямолинейной формы связей.</p> <p>Изменение механических свойств материала.</p>	<p>Уменьшение несущей способности набора и листов.</p> <p>Охрупчивание.</p>
Трещины (cracks)	<p>Уменьшение рабочей площади связей.</p> <p>Изменение напряженного состояния в районе трещины.</p> <p>Нарушение целостности.</p>	<p>Повышение номинальных напряжений.</p> <p>Повышение концентрации напряжений.</p> <p>Нарушение непроницаемости.</p>

2. Опасные состояния и критерии прочности.

Все последствия дефектов, обуславливающих снижение прочности конструкций корпуса, оценивают с помощью конкретных физических критериев. Под такими критериями понимают качественные признаки, которые необходимо положить в основу оценки прочности. Количественная

оценка (мера) прочности является содержанием норм, а критерии служат для последних физической базой.

Различают два вида опасных состояний конструкций корпуса: искажение формы и нарушение целостности. В качестве признаков наступления этих опасных состояний рассматривают четыре критерия: пластическое деформирование, потерю устойчивости, усталостное и хрупкое разрушения.

Опасное состояние «искажение формы» обычно проявляется в виде остаточных деформаций, причиной возникновения которых являются растягивающие напряжения, превышающие предел текучести материала (критерий пластической прочности), или сжимающие напряжения, превышающие критическую величину (критерий устойчивости).

Если для простоты рассмотреть отдельную балку, то при достижении напряжениями растяжения по всему ее сечению предела текучести материала возникнет быстрый рост деформаций при относительно малом увеличении нагрузки — так называемое пластическое течение материала. Развитие этого процесса должно привести к остаточным деформациям после снятия нагрузки или к разрушению (разрыву) балки, если нагрузка будет продолжать увеличиваться. В случае сжимающих напряжений, превышающих некоторые критические значения, возникает явление, носящее название потери устойчивости. Развитие деформаций в данном случае может происходить без повышения действующей нагрузки. Наблюдается либо прямое разрушение, либо (при относительно быстрой разгрузке) появление остаточных деформаций — искажение формы. В обоих рассмотренных случаях для того, чтобы вызвать остаточные деформации, напряжения должны охватывать значительный объем материала и, следовательно, возникновение соответствующих опасных состояний определяется значениями средних по сечению напряжений, действующих в рассматриваемой связи или группе связей.

Естественно, картина поведения отдельной балки отличается от работы реальных конструкций судового корпуса, представляющих сложную систему, состоящую из большого числа элементов: пластин и балок различной формы и по-разному направленных. Потеря устойчивости или пластическое течение одного из элементов системы прямо не ведет к ее разрушению, а вызывает лишь перераспределение действующих в ней напряжений. Это явление, характерное для всех статически неопределимых систем, называют резервированием прочности.

Вместе с тем статистика крупных аварий, возникших из-за недостатка прочности и приведших к разрушению корпусов судов, свидетельствует, что в большинстве случаев причиной разрушений явилась потеря устойчивости основных несущих связей. Поэтому при расчетах прочности конструкций опасные состояния «искажения формы» рассматриваются как предельные и связываются с напряжениями, вызываемыми нагрузками, значения которых не должны быть превышены более одного раза за весь срок службы судна. Такие нагрузки характеризуются обеспеченностью порядка 10^{-8} и

менее. По отношению к напряжениям, возникающим при этих нагрузках, и назначаются запасы предельной прочности.

Опасное состояние «нарушение целостности» обычно проявляется в виде различных трещин, причиной возникновения которых в преимущественно растянутых связях судового корпуса оказывается действие как однократно приложенной, так и циклической, относительно умеренной нагрузки. Обеспеченность такой нагрузки имеет порядок 10^{-5} и более (нагрузка может превышать нормативный уровень 1 тыс. — 10 тыс. раз). В первом случае трещины возникают в результате хрупкого разрушения (критерий хрупкой прочности), во втором — имеют усталостное происхождение (критерий усталостной прочности). В обоих случаях трещины появляются под действием местных напряжений в районах, примыкающих к различного рода концентраторам напряжений (вырезам, прерывистым связям, дефектам сварных швов и т. п.).

Предупреждение возникновения хрупких трещин в судовых конструкциях в современной практике обеспечивается специальными требованиями к вязкости материала. Эти требования зависят как от степени ответственности той или иной связи корпуса, так и от ее толщины и расчетной рабочей температуры. Появление массовых трещин усталости предупреждают тем, что средние напряжения по сечениям связей выдерживают в определенных допускаемых пределах. Пределы устанавливают, опираясь на существующий опыт проектирования, постройки и эксплуатации судов, исходя из условия: с учетом повышения средних напряжений в местах неизбежной концентрации их значение должно обеспечивать заданную усталостную долговечность.

Таким образом, два типа опасных состояний имеют принципиальные особенности: характер напряжений (общие или местные) и значения нагрузок (пиковые или умеренные). Признаками появления (критериями прочности) этих состояний служат: потеря устойчивости, пластическое деформирование, хрупкое разрушение и усталостные трещины.

3. Надежность судовых технических средств.

Безопасность работы судна зависит как от прочности корпусных конструкций, так и от надежности судовых технических средств, от технико-экономической обоснованности таких нормативов, как нормы предельно-допустимых в эксплуатации износов элементов корпуса и зазоров в узлах изнашиваемых деталей.

Особое внимание необходимо уделять корпусным конструкциям в местах установки механизмов. Фундаменты должны иметь прочную и жесткую конструкцию, обеспечивающую надежное крепление механизма, агрегата или устройства и передачу усилий на набор корпуса, обладающий достаточной прочностью. Конструкция должна исключать резонансную вибрацию фундамента в целом и его элементов на всех спецификационных режимах работы механизма. Конструкция фундамента должна обеспечивать

доступ для осмотра настила (обшивки) под ним. Должно быть исключено скопление воды под фундаментом.

Конструктивные недоработки, технологические дефекты и повреждения корпусных конструкций приводят к появлению недопустимых напряжений, повышенной вибрации механизма и разбалансировке. В результате – прогрессирующий износ деталей, приводящий к отказу судовых технических средств.

4. Заключение.

Таким образом, для выявления закономерностей повреждения корпусных конструкций и отказов судовых технических средств необходимо обобщить и проанализировать материалы по ремонтам с начала эксплуатации судна.

Проблема оптимизации технического состояния судна является постоянно актуальной, прежде всего для эксплуатирующих флот организаций, потому что они являются потребителями этих разработок, создающих гарантии безопасности мореплавания и получения экономического эффекта, существенно превосходящего затраты на них.

Список литературы

1. Архангородский, А. Г. Моделирование прочности судовых конструкций / А. Г. Архангородский, Л. М. Беленький. – Л. : Судостроение, 1969. – 221 с. : ил.
2. Архангородский, А. Г. Прочность и ремонт корпусов промысловых судов: учебное пособие / А. Г. Архангородский, Б. Я. Розендент, Л. Н. Семенов. – Л. : Судостроение, 1982. – 272 с.
3. Барабанов, Н. В. Конструкция корпуса морских судов: учебник для вузов / Н. В. Барабанов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Судостроение, 1981. – 552 с. : ил.
4. Беленький, Л. М. Большие деформации судовых конструкций / Л. М. Беленький. – Л. : Судостроение, 1973. – 206 с. : ил.
5. Ефремов, Л. В. Обеспечение надежности комплектующего оборудования судов флота рыбной промышленности // Рыб. хоз-во. Сер. экспл. флота рыб. пром-сти : обзор информ. / ЦНИИТЭИРХ. – 1975. – Вып. 2/3. – С. 3-11.
6. Максимаджи, А. И. Капитану о прочности корпуса судна / А. И. Максимаджи. – Л. : Судостроение, 1988. – 224 с.
7. Правила классификации и постройки морских судов. В 2 т. Т. 1 / Российский морской регистр судоходства. – СПб. : Российский морской регистр судоходства, 2005. – 481 с.

Академик А.Н. Крылов у истоков теории корабля в России

Ходякова А.И. (МГТУ, кафедра технической механики, e-mail: polme@mstu.edu.ru)

The purpose of present work is critical analysis of process of theoretical naval architecture's appearance from the standpoint of modern approach to periodization of technology history, analysis of formation of theoretical naval architecture in Russia as a technical theory from the standpoint of technology philosophy and academician A.N. Krylov's contribution to this process.

В работе (1) дана периодизация развития корабельных наук с древнейших времен до наших дней. Целью данной работы является критическое рассмотрение процесса становления теории корабля с позиции современного подхода к периодизации истории техники, анализ формирования теории корабля в России как технической теории с позиции философии техники и вклада в этот процесс академика А.Н. Крылова.

Считается, что корабельная наука начинает свой отсчет со знаменитого двухтомного сочинения “О плавающих телах” великого древнегреческого ученого Архимеда (III век до н.э.), которое является первым научным трудом в области гидростатики. Однако этот труд, имеющий большое теоретическое значение, не оказал заметного влияния на кораблестроение того времени. Наука эллинистического периода и в период Римской империи имела незначительное влияние на хозяйственную деятельность того времени, а имела скорее сакральный, околорелигиозный смысл. Не случайно, что большинство технических изобретений того времени использовалось жрецами при проведении различных ритуалов. В раннем средневековье теоретическая наука прекратила своё существование, вплоть до возникновения в X-XI веках схоластических философских школ при первых европейских университетах. В то же время в ряде технологий, в том числе и в судостроении, наблюдался явный прогресс. Появились килевые суда с выраженными основными элементами поперечного набора типа шпангоутов, появилось косое парусное вооружение, что резко повысило маневренность и эксплуатационную быстроходность судов. Вплоть до нового времени наука не оказывала ощутимого влияния на кораблестроение. В последнее время в массовом сознании возник большой интерес к творчеству Леонардо да Винчи. Утверждается, что он был основателем чуть ли не всей современной инженерии, но вся трагедия личности Леонардо как раз и заключалась в том, что все его гениальные технические решения оказались не востребованными временем. Леонардо был фактически переоткрыт для научной общественности в XIX, а особенно в XX веках, когда полученные им результаты приобрели лишь форму гениальных догадок, во многом предвосхитивших пути развития

современных технологий. Но считать Леонардо основателем подводного кораблестроения в контексте его реального развития, конечно, нельзя. Поэтому с большим основанием можно сказать, что вплоть до середины XIX века никакой корабельной науки не существовало, а кораблестроение носило характер ремесла и искусства.

Кажется, возникает очевидное противоречие, связанное с тем, что к тому времени строились весьма совершенные парусные суда с деревянными и с обшитыми металлом корпусами. Но в том то и заключается особенность донаучного развития технологии, что она способна достичь впечатляющих результатов, используя только один вариант передачи эмпирических знаний и практических умений – индивидуальное научение по принципу от отца к сыну, от учителя к конкретному ученику. Конечно, и в то время был вариант группового научения и даже научения по заказу, достаточно вспомнить знаменитые школы голландских корабельных мастеров. Но это был процесс на уровне рассказа с показом, путём перебора узкого круга задач и путей их решения, без введения и классификации определённых базовых понятий, обладающих высокой степенью общности. Не велика была и производительность этого обучения, так как известных корабельных мастеров Европы можно было пересчитать по пальцам.

В соответствии с высказанным в работе (2) положением следует считать, что процесс развития кораблестроения может быть разделён на два периода: медленное, преимущественно эволюционное развитие без использования достижений науки (до середины XIX века) и быстрое эволюционно-революционное развитие на базе достижений естественных, технических наук и математики (от середины XIX века до конца 50-х годов XX века). Современный этап развития кораблестроения, как и всех основных технологий, должен рассматриваться как период развития на основе системных решений с выраженной социально-технической составляющей.

Характерной особенностью технических теорий является телеологическое обоснование их возникновения. Другими словами, важнейшим фактором для возникновения технической теории является наличие социального заказа, их востребованность обществом. Таким социальным заказом для кораблестроения явилась технологическая революция первой половины XIX века.

Развитие промышленности в странах Европы привело к необходимости совершенствования процессов транспортировки сырья и продуктов производства. При появлении признаков истощения богатых источников сырья появился повод для поиска отдалённых источников сырья и борьбы за обладание ими. Решение этих задач невозможно без развития и совершенствования флота.

Развитие флота неизбежно связано с ростом объёмов строительства, что требует увеличения числа квалифицированных специалистов-кораблестроителей как среднего звена, так и морских инженеров.

Очевидно, что традиционная передача знаний в форме опыта не могла решить эту задачу. Совершенствование флота было бы невозможным без развития научного подхода к проектированию и технологии постройки кораблей и судов, благо к середине XIX века был достигнут значительный прогресс в развитии математики и механики. Данный период характеризуется выделением из фундаментальных точных наук (математики, физики и механики) базисных корабельных наук - гидромеханики, теории корабля и строительной механики, изучающих на основе общей механики деформируемого твердого тела и сплошных сред основные мореходные и эксплуатационные свойства судов, в первую очередь такие, как плавучесть, остойчивость и качку, прочность и вибрацию, управляемость и ходкость, непотопляемость. В 1835 г. русским корабельным инженером С.О. Бурачеком в России издан первый научный труд о сопротивлении материалов, применяемых в судостроении. Далее развитию кораблестроения в России способствовали М.М. Окунев, С.О. Макаров, С.К. Джевецкий, Д.И. Менделеев и др. С этого времени русское кораблестроение твердо стало на путь научных обоснований и изысканий лучших возможностей оборудования кораблей (3).

Крымская война (1853-1856 гг.) показала эффективность кораблей с паровыми двигателями, что поставило перед российскими кораблестроителями не только задачу создания броненосного, но и парового флота. Взаимодействие машины и движителя (гребного колеса, винта) с корпусом судна выдвинуло на первый план задачи расчёта корпусов кораблей на прочность и вибрацию. Решением этих задач впервые предстояло заняться будущему академику, а в то время инженеру Крылову А.Н. (1863-1945 гг.) Ученый-кораблестроитель, механик и математик, в 1884 г. он окончил Морское училище в Петербурге, в 1890 г. - кораблестроительное отделение Морской академии, где далее вел курсы начертательной геометрии и новый тогда курс теории корабля. Эту сложную науку (тогда еще полуэмпирическую) приходилось создавать, используя и развивая теоретическое наследие знаменитых механиков и математиков прошлого, анализируя и обобщая многолетнюю практику строительства и эксплуатации кораблей. Основное значение теории корабля Крылов видел в исследовании таких важных его свойств, как плавучесть и непотопляемость, плавность хода, маневренность, условий для уменьшения качки на волнах. Он внес огромный вклад в эти вопросы, создав строго научную теорию корабля не просто обобщая уже имеющиеся материалы, но и проводя самостоятельные уникальные исследования (4).

Как известно, в основе структуры технических теорий лежат теоретические схемы и абстрактные объекты. Теоретические схемы представляют собой совокупность абстрактных объектов, ориентированных, с одной стороны, на применение соответствующего математического аппарата, а с другой, - на мысленный эксперимент, т.е. на проектирование возможных экспериментальных ситуаций (5). Они представляют собой особые идеализированные представления

(теоретические модели), которые часто (в особенности в технических науках) выражаются графически. Теоретические схемы выражают особое видение объекта под определенным углом зрения, заданным в данной теории. С одной стороны, они отражают интересующие данную теорию свойства и стороны реального объекта, а с другой, - являются ее оперативными средствами для идеализированного представления этих объектов, которое может быть практически реализовано в эксперименте путем устранения побочных влияний техническим путем. Очевидно, что в кораблестроении формирование абстрактных объектов, соответствующих целому классу реальных объектов (судов, кораблей), является весьма непростой задачей, ввиду разнообразия последних. Основные элементы корабельной архитектуры, понятийно оформившиеся в англо-голландской кораблестроительной практике в XVII-XVIII веках, не могут выполнить этой функции, так как не могут непосредственно стать объектом математических операций, проведение которых необходимо при исследовании динамики корабля. Одна из функций технической теории состоит в применении научных знаний и законов, полученных математикой и естественнонаучной теорией, к решению практических инженерных задач, то есть теоретические знания в технических науках должны быть обязательно доведены до уровня практических инженерных рекомендаций.

Имеющий прекрасное математическое образование А.Н. Крылов и сам, являясь известным математиком, сумел решить эту задачу. Именно ему принадлежит приоритет разработки методов исследования динамики элементов набора корпуса путём разбиения их на отдельные бесструктурные малые элементы с однородными свойствами (6,7). Применительно к теории корабля именно такой бесструктурный малый элемент должен быть признан основным абстрактным объектом при исследованиях динамики корпуса и ряда элементов судовых энергетических установок (СЭУ). Он представлял собой объект оперирования, замещающий в определенном отношении реальный объект, с которым осуществлялись различные математические действия и преобразования. Неслучайно, что разработанный в связи с развитием вычислительной техники в 50-х годах прошлого века метод конечных элементов нашёл широкое применение в практике проектирования и исследования динамики судов в настоящее время.

Полученные результаты могут иметь несомненное практическое значение для исследований и преподавания в области истории кораблестроения, а также динамики корпусов и главных элементов СЭУ в исторической ретроспективе и на уровне методологического анализа.

Список литературы

1. Мытник, Н.А. Краткая история корабельных наук [Текст] / Н.А. Мытник. – Владивосток : Издательство Дальневосточного университета, 2004. – 197 с.
2. Забавников, А.Е. О периодизации истории техники [Текст]. В сб.: III Российский философский конгресс "Рационализм и культура на пороге третьего тысячелетия". Материалы Третьего Российского философского конгресса (16-20 сентября 2002) В 3 т. Т.1.: Философия и методология науки, эпистемология, философская онтология, логика, философия природы, философия сознания, философия техники, философия образования. Ростов-на-Дону. Изд-во СКНЦ ВШ. 2002. 432 с.
3. Шершов, А.П. К истории военного кораблестроения [Текст] : под ред. капитана I-го ранга И.П. Зюзенкова. - М. : Военно-морское издательство, 1952. – 364 с.
4. Крылов А.Н. Мои воспоминания [Текст] / А.Н. Крылов. – М. : Издательство Академии наук СССР, 1963. – 380 с.
5. Степин, В.С. Философия науки и техники [Текст] / В.С. Степин, В.Г. Горохов, М.А. Розов. – М., 1996. – 584 с.
6. Папкович, П.Ф. Труды по вибрации корабля [Текст] / П.Ф. Папкович. – Л. : Государственное союзное издательство судостроительной промышленности, 1960. – 784 с.
7. Крылов, А.Н. О расчете вибраций корабля, производимых работой его машины [Текст]. Ежегодник Союза Морских Инженеров, том II, Петроград, 1917, стр. 201.

***СЕКЦИЯ:
«СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ
УСТАНОВКИ»***

Способ регулирования частоты вращения и защиты судового главного двигателя

Васильев М.В. (МГТУ, кафедра СЭУ, e-mail: motorvessel@rambler.ru)

The article is devoted to research of the necessity of use of marine main engine speed adaptive control

При работе главного судового двигателя на волнении имеет место наравномерность частоты вращения, вызванное периодическим погружением винта и выходом гребного винта из воды, при этом для двухтактных двигателей при работе на волнении характерно наличие помпажа турбокомпрессоров. Для уменьшения заброса частоты вращения приходится уменьшать частоту вращения главного двигателя и зачастую возникает необходимость перевести главный двигатель на дизельное топливо, запасы которого ограничены объёмом штормового запаса. Поэтому есть интерес рассмотреть возможность применения систем адаптивного регулирования, которые бы способствовали улучшению регулирования частоты вращения без изменения скоростного режима и не требовали бы вмешательства человека в изменение настроек системы регулирования. Обоснуем необходимость применения адаптивного управления с помощью статистических данных о повторяемости волн высотой 6 и более метров. Далее в таблице 1 приведём повторяемость высот волн в процентном отношении для морских районов, которые нельзя отнести к благоприятным с точки зрения волнения.

Таблица 1.

Повторяемость волн, %.

район	высота волн, м	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март
Баренцево море, 20-25 в.д.	6-8	2	2	4	5	5	4
	8 и более	0	0	0	1	2	1
Баренцево море, 25-30 в.д.	6-8	2	3	3	6	4	3
	8 и более	0	0	0	2	1	1
Баренцево море, 30-35 в.д.	6-8	2	3	2	6	4	3
	8 и более	0	0	0	1	1	1
Баренцево море, 35-40 в.д.	6-8	3	4	3	4	5	4
	8 и более	0	0	0	1	1	0
Баренцево море, 40-45 в.д.	6-8	2	4	4	5	7	3
	8 и более	0	1	1	1	1	0
Норвежское море, 5°-10° в.д.	6-8	4	4	6	6	4	6
	8 и более	1	1	1	1	1	1
Норвежское море, 10°-15° в.д.	6-8	2	4	3	3	5	5
	8 и более	1	1	1	1	2	2
Норвежское море,	6-8	4	6	7	3	6	4

0°-5° з.д.	8 и более	0	1	2	2	0	1
Северное море, район 1	6-8	4	5	5	7	6	4
	8 и более	0	1	2	2	2	1
Северное море, район 2	6-8	4	3	3	5	3	3
	8 и более	0	0	0	0	0	0
Район Бискайского залива	6-8	3	5	6	9	7	5
	8 и более	0	0	1	2	1	1

Исходя из приведенной статистики видно, что повторяемость волн в процентном отношении для волн 6 метров и более составляет число близкое к ошибке (5 %), за редким исключением. Поэтому на первый взгляд наиболее целесообразным является применение адаптивного управления как защиту главного двигателя от превышения числа оборотов, но также не стоит забывать, что спектр функций выполняемых судами велик и не ограничивается только перевозкой груза и поэтому нельзя исключать необходимости применения адаптивного регулирования числа оборотов для узкоспециализированных судов.

В настоящее время активно применяются системы регулирования частоты вращения, позволяющие через настройки целенаправленно влиять на вид переходного процесса изменения частоты вращения при изменении нагрузки. Например, электронные регуляторы типа HEINZMANN E2000.

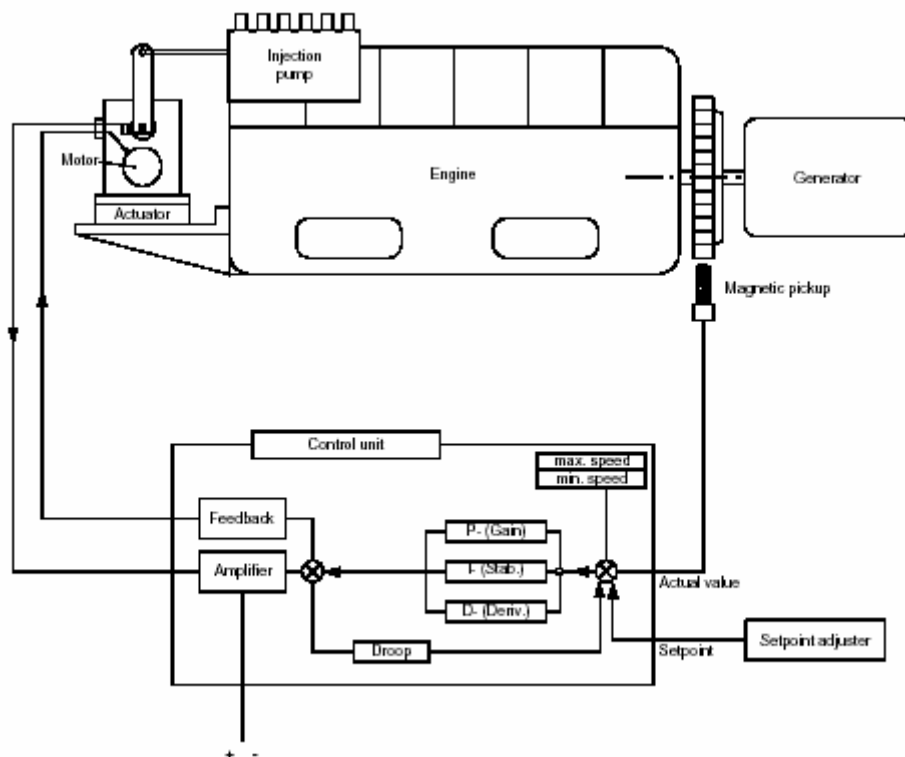


Рис.1.Функциональная схема контура управления.

Injection pump – ТНВД, engine – двигатель, generator – генератор, magnetic pick-up – магнитный датчик частоты вращения, actual value – реальное значение, setpoint – заданное значение, setpoint adjuster –

механизм изменения заданной частоты вращения, control unit – управляющий блок, max.speed/min speed – макс./мин. скорость, gain – заброс частоты вращения, stab (stability) – время регулирования, derive. (derivative) – угол наклона касательной к кривой переходного процесса, droop – падение частоты вращения, feedback – обратная связь, amplifier – усилитель, actuator – актуатор.

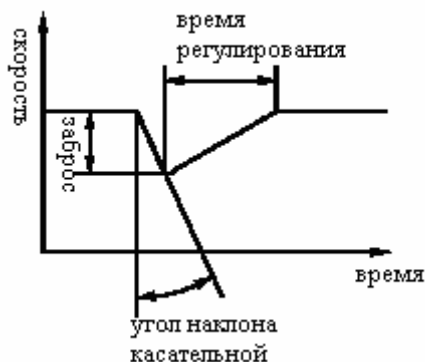


Рис. 2. Параметры, на которые возможно влиять через органы настройки регулятора HEINZMANN E2000

Как видно из рисунка 2 современные электронные регуляторы, как например, HEINZMANN E2000 через органы управления позволяют изменять вид переходного процесса, а именно: заброс частоты вращения (gain), угол наклона касательной к кривой переходного процесса (derivative), время регулирования переходного процесса (stability).

Как говорилось выше, представляет интерес применения адаптивного регулирования, поэтому необходимо выяснять ведутся ли подобные исследования в данном направлении. Поэтому был произведён патентный поиск. Наиболее близким по принципу является патент США № 6591808 В2, название - метод и система ПИД регулирования для уменьшения колебаний частоты вращения двигателя внутреннего сгорания (adaptive PID control method and system for internal combustion engine rotation speed pulsation), дата публикации 15.07.2003, автор: Фень Лин (Feng Lin) и др. Краткое описание изобретения: метод и система, обеспечивающие работу двигателя внутреннего сгорания позволяют уменьшать колебание частоты вращения за счёт изменения параметров ПИД-регулятора, в основном уменьшение колебаний наблюдается при изменении параметра K_d . Метод и система используют пару управляющих алгоритмов для уменьшения колебаний частоты вращения. Далее приводится функциональная схема системы адаптивного ПИД регулирования.

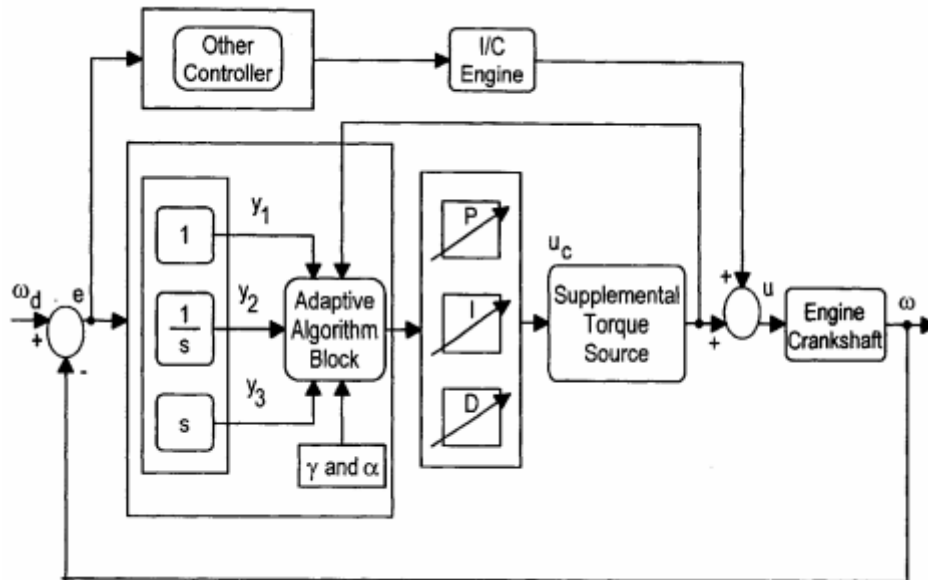


Рис.3. Функциональная схема системы адаптивного ПИД регулирования для двигателя внутреннего сгорания транспортного средства.

Adaptive algorithm block – блок адаптивного алгоритма, supplemental torque source – источник дополнительного момента, engine crankshaft – коленчатый вал, other controller - регулятор, I/C Engine – двигатель внутреннего сгорания, γ and α – частота колебаний и степень устойчивости соответственно.

Список литературы

1. Басин А.М. Качка судов. – М.:Транспорт, 1969. – 271 с.
2. Сыромятников В.Ф. Автоматика как средство диагностики на морских судах. – Л.:Судостроение, 1979. – 311 с.

Трибохимический режим смазки судовых дизелей

Винокуров А.Н., Нечаев Е.П. (МГТУ, кафедра СЭУ)

This article affects the problem of friction, lubrication and wear details of internal combustion engine during its exploitation. There are pointed out some ways of solving this problem. There is made concrete scheme and construction of tribochemical renovator of oil. There are described processes which happen during the circulation of oil through apparatus. The results of testing are made. The recommendations for using are given.

Современные судовые дизели в эпоху дальнейшего развития научно-технического прогресса работают во всё более тяжёлых условиях (форсируются режимы, увеличиваются давления и температуры рабочих процессов, растут удельные нагрузки на детали кривошипно-шатунного механизма). В результате этого, срок службы их сокращается. Поэтому очень важной проблемой является эксплуатационная надёжность и долговечность судовых дизелей. Решение этой проблемы в значительной степени зависит от улучшения смазочных материалов, совершенствования техники смазки, непосредственно влияющих на износ рабочих поверхностей деталей.

Процесс трения и износа, протекающий между рабочими поверхностями деталями дизелей в условиях смазки, можно представить следующей схемой:

Из схемы видно, что трение это ведущий процесс, износ – это результат трения, а смазочное масло – управляющая функция. Чтобы уменьшить трение и износ необходимо совершенствовать систему смазки и улучшать само масло и его показатели. Решение данной проблемы лежит в области отдельной технической науки – трибологии.

В настоящее время существует много способов по совершенствованию элементов этой схемы:

- 1) меняется само смазочное масло (минеральное, полусинтетическое, синтетическое);
- 2) улучшаются отдельные химические показатели масел путём введения в базовое масло присадок (антиокислительные, антикоррозионные, противоизносные, противозадирные, детергентно-диспергирующие);
- 3) вводится в масло особое вещество – ревитализант, которое под действием высоких давлений и температур в парах трения превращается в строительный материал и восстанавливает изношенные детали до прежних размеров с образованием металлокерамического покрытия.

Но все эти способы имеют один общий недостаток – в процессе работы масло стареет, присадки и ревитализант срабатываются и наступает момент, когда масло нужно заменить новым.

Однако существует метод, при котором не требуется замена масла из-за старения.

Начиная с 1961 года творческим коллективом под руководством Б.П. Григорьева, разработаны методические основы и конструктивные решения нового режима смазки. В основу метода положена работа специального аппарата стабилизации масла – трибохимического восстановителя масла (ТВМ). Постоянно действующий трибохимический режим смазки дизелей достигается за счёт применения в циркуляционных системах смазки аппаратов – ТВМ, в которых размещены щелочные реагенты на основе интерметаллических сплавов Б.П. Григорьева (Na-Sn) и галоидных фильтров – дозаторов (J_2).

Принципиальная схема подключения аппарата ТВМ-С в систему смазки судового дизеля приведена Рис. 1.

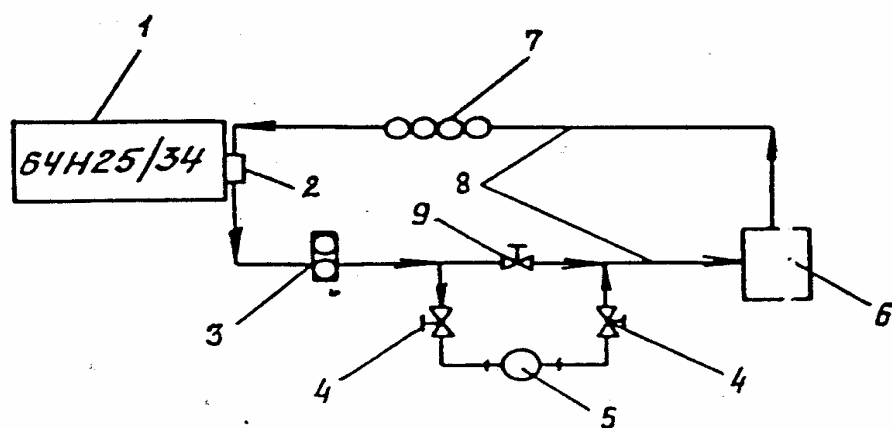


Рис.1. Принципиальная схема подключения аппарата ТВМ-С в систему смазки дизеля:
1 – дизель; 2 – масляный насос; 3 – фильтр грубой очистки (ФГО); 4 – клапаны отключения аппарата ТВМ; 5 – аппарат ТВМ; 6 – холодильник масла; 7 – фильтр тонкой очистки; 8 – масляные трубопроводы; 9 – клапан проходной регулировочный

Все агрегаты, механизмы и устройства представленной схемы являются штатными, за исключением трёх клапанов 4 и 9 с присоединительными патрубками. Аппарат ТВМ-С врезается параллельно в систему смазки судового дизеля за фильтром грубой очистки 3. В системе смазки клапаны предназначены для количественного регулирования потока масла через аппарат, а также для его отключения от штатной системы при проведении регламентных работ по перезарядке реагентов.

Конструкция аппарата стабилизации масла ТВМ-С представлена ниже (Рис. 2).

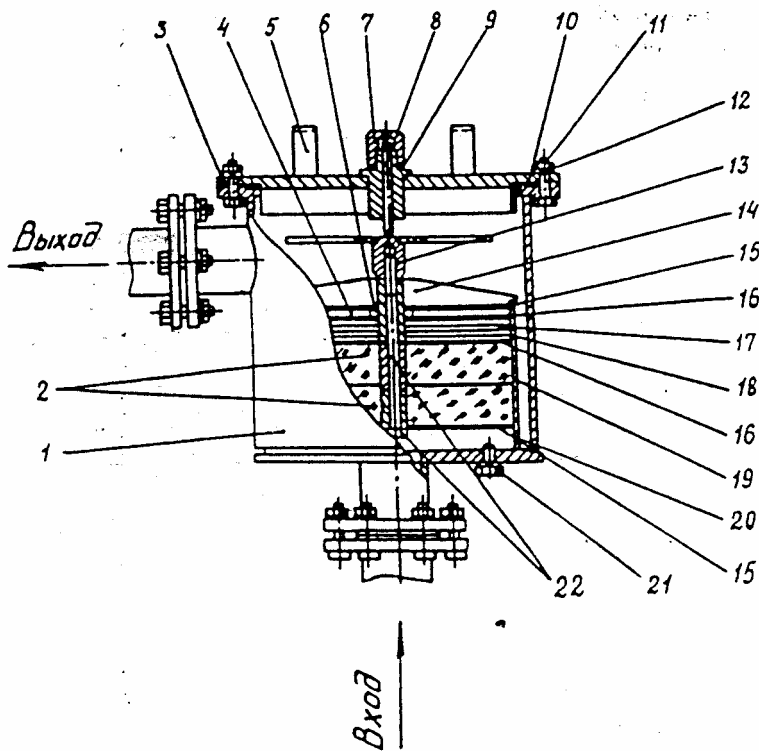


Рис. 2. Аппарат стабилизации масла ТВМ:
 1 – корпус; 2 – реагенты; 3 – крышка; 4 – прижимной диск;
 5 – ручки; 6 – шайба регулировочная; 7 – гайка накидная;
 8 – болт распорный; 9 – прокладка; 10 – прокладка уплотнительная; 11 – болт; 12 – гайка; 13 – зажим; 14 – крышка;
 15 – диск сетчатый; 16 – сепаратор; 17 – фильтр-дозатор галлоидный; 18 – фильтрующие элементы тканевые;
 19, 20 – кассеты реагентные; 21 – пробка; 22 – болт стяжной

Корпус 1 аппарата ТВМ-С представляет собой стальной цилиндр с приваренным к нему днищем. Корпус имеет фланцевые патрубки с маркировкой “Вход” и “Выход”, через которые аппарат подсоединяется к штатной масляной системе.

Внутри корпуса установлены две цилиндрические кассеты 19 и 20, предназначенные для укладки реагентов 2. В состав кассетного блока также входят: фильтр-дозатор 17 с комплектом иодных тканевых фильтрующих элементов 18, разделённых между собой перфорированными сепараторами 16, два сетчатых диска 15, прижимной диск 4, регулировочная шайба 6, крышки 14 и зажим 13 кассетного блока.

Механизм действия твёрдого ингибитора (Na-Sn) и галоида (J_2) в масляной системе двигателя заключается в следующем.

В процессе работы углеводороды смазочного масла дизеля окисляются воздухом. От разности температур в масле появляется также влага отпотевания.

Кроме того, в продуктах сгорания топлива постоянно присутствуют сернистый (SO_2), серный (SO_3) ангидриды и вода. Наибольший коррозионный износ деталей цилиндра-поршневой группы вызывают именно эти сернистые соединения, которые в присутствии воды образуют сернистую (H_2SO_3) и серную (H_2SO_4) кислоты.

Для удаления влаги, появляющейся в циркуляционной системе смазки дизеля, необходимо постоянно действующая “кладовая” веществ, активных по отношению к воде. С этой задачей и справляются твёрдые ингибиторы (Na). Вода, находящаяся в масле, взаимодействует с активным компонентом сплава, образуя щёлочь (NaOH), которая, в свою очередь, нейтрализует вредные для механизма органические кислоты, а также кислоты сернистого и серного происхождения.

Кроме того, с помощью галоида и щёлочи в ароматических ядрах углеводородов смазочного масла происходят реакции нуклеофильного замещения в своей начальной стадии (элиминирование) с выходом веществ, имеющих высокую температуру испарения (пирокатехин). Это в значительной степени предотвращает образование в смазке продуктов глубокой конденсации.

Галоидный фильтр-дозатор является второй постоянно действующей “кладовой” активных веществ в системе смазки. Механические примеси масла, представляющие собой абразивные частицы металлического и органического происхождения, увеличивают износ трущихся деталей. Попадая в фильтр-дозатор, они разрушаются под действием большой концентрации галоида и теряют свои абразивные свойства.

Часть галоида взаимодействует с некоторыми фракциями углеводородов смазочного масла, что в условиях щёлочности способствует образованию тонких металлоорганических плёнок на стальных деталях. (Толщина плёнки 6-10 мкм). Металлоорганические плёнки значительно снижают износ деталей трения, а также препятствуют каталитическому действию металла деталей на окисление смазочного масла.

Кроме того, смазочное масло, нагретое до температуры 50-70⁰С, проходя через галоидный фильтр-дозатор, растворяет в себе часть галоида и переносит его к трущимся поверхностям деталей, покрытых антифрикционным сплавом. На трущихся поверхностях галоид взаимодействует с компонентами этого сплава и образует их галогениды, обладающие повышенными антифрикционными свойствами.

В результате значительно снижается коэффициент трения и стабилизируется граничный слой смазки у трущихся поверхностей, повышается износостойкость рабочих поверхностей деталей дизеля.

При взаимодействии химически активного компонента сплава Na-Sn с водой смазочного масла происходит мелкодисперсное разрушение других, неактивных компонентов. Мелкодисперсные частицы их находятся в лиофобном коллоидном состоянии. Вместе с маслом они переносятся к трущимся поверхностям антифрикционных сплавов, предварительно прореагировав с галоидом. Там мелкодиспергированные галогениды олова в силу большого давления масляного клина диффундируют в антифрикционный сплав. Таким образом, рабочие поверхности трения наращиваются, покрываясь эластичным, износостойким слоем мягкого металла.

Большой вклад в дальнейшее совершенствование трибохимического режима смазки и его внедрение на судах и береговых дизель-электростанциях северного региона внесён кафедрой СЭУ МГТУ.

Начиная с 1992 года по настоящее время под руководством Е.П. Нечаева, проводятся наблюдения за эксплуатацией наиболее распространенных в рыбной отрасли судовых дизелей 8ЧРН 32/48 (8NVD-48A-2U) и 6ЧН 25/34, оборудованных аппаратами ТВМ-С. В результате проведенных работ внесены существенные изменения в конструкцию кассетного блока аппарата ТВМ-С и разработаны, на уровне изобретений, новые технические решения по модернизации трибохимического режима, направленные на более эффективную обработку масляной среды. Так, например, отработаны методы бессменной смазки дизелей и ографиченный режим смазки, изучено микроэлементное структурирование смазки, что позволило в конечном итоге сократить объёмы моточисток и даже исключать часть их с соответствующим увеличением межремонтного периода эксплуатации дизелей.

Аппарат ТВМ-С при работе в усовершенствованном трибохимическом режиме смазки дополняется специальными приставками, изготовленными в виде диспергаторного модуля с магнитной кассетой. При этом во время эксплуатации загрязняющееся моторное масло непрерывно циркулирует через аппарат ТВМ-С, во впускном патрубке которого крупные сажистые псевдокристаллы графита размельчаются модулем и деструктурируются до ультрадисперсных кристаллов. Одновременно с этим всю масляную среду многократно диспергируют, резонируют, кавитируют, омагничивают и катализируют в приставках, тем самым параллельно осуществляют процесс избирательного структурирования микроэлементного состава масляной среды в нужном направлении. В результате псевдокристаллы сажистых загрязнений становятся новыми компонентами присадок совместно с вновь образуемым микроэлементным составом из продуктов нагарообразования и износа деталей трения. Перечисленные процессы обработки загрязнений осуществляют последовательно через приставки к аппарату ТВМ-С. Создается активированная ультрадисперсная масляная среда для последующих хемосорбционных процессов с щелочными реагентами твердых ингибиторов. На выходе из кассетного блока масляная среда дополнительно обрабатывается галоидом. При этом галоид активно внедряется в псевдокристаллы графита (сажи), а также и в углеводородные молекулы масляной среды. Тем самым непрерывно, в процессе работы дизеля, непосредственно в системе смазки осуществляется “эффект ографичивания” моторного масла, а вместе с этим изымаются продукты засорения, и физико-химические свойства смазки дизеля улучшаются, в том числе улучшается термостойкость и повышается температура вспышки.

В результате применения аппарата ТВМ-С на дизелях с использованием отечественного масла при работе дизеля в указанном

режиме смазки сажа и другие загрязнения моторного масла в процессе эксплуатации достаточно эффективно перерабатываются в особую присадочную микроэлементную структуру масла, придавая смазке новые положительные качества, к которым относятся:

- повышение термостойкости масла;
- увеличение индекса вязкости от исходного значения на 15 - 24 ед.;
- исключение задиров, абразивных износов с созданием весьма низких значений триботехнических показателей (коэффициента трения и интенсивности износа) на рабочих поверхностях, которые не превышают уровня лучших обкаточных модификаторов трения даже при наработке масел от 2 до 5 нормативных сроков;
- обеспечение бесшумной работы масла со стабилизацией и улучшением физико-химических параметров на уровне эксплуатационных норм;
- снижение расхода ГСМ (по дизельному топливу на 10% и моторному маслу на 40%);
- восстановление потерянной во время эксплуатации компрессии по всем цилиндрам до паспортных значений;
- стабилизация износов деталей цилиндрико-поршневой группы и вкладышей подшипников коленчатого вала.

В целях дальнейшего распространения и внедрения трибохимического режима смазки дизелей на судах флота необходимо опробовать и исследовать при работе на импортных моторных маслах.

Список литературы

1. Григорьев Б.П. Новый режим смазки двигателей внутреннего сгорания. - Мурманск.: Мурманское книжное издательство.- 1966.- 58 с.
2. Григорьев Б.П., Глебовский Д.Н. Способ создания постояннодействующего трибохимического режима в смазочных системах механизмов: Сб. науч. тр./АН СССР. Институт машиноведения им. А.А.Благонравова.- М., 1990.- 144 с.
3. Нечаев Е.П. Пути решения проблемы смазки и износа дизелей.- М.: ВНИЭРХ.- 1997.- 55 с.
4. Никифоров О.А. и др. Эффективность дозированного ввода присадок в систему смазки дизеля// Двигателестроение.- 1986.-№6.- С. 31-40.
5. ОСТ 15.129-86. Масла моторные для дизелей судов флота рыбной промышленности. МРХ СССР.- 1986.- 12 с.
6. Нечаев Е.П. Работа двигателя 8 ЧРН 32/48 (8NVD-48A-2U) по трибохимическому режиму смазки/ Минтранспорта РФ. Сер. Наука и техника на речн. транспорте: Информ. Сб./ ЦБНТИ Департамента речн. Транспорта.- М., 1995.- Вып.2- С.1-6.

Комплектование СЭУ с учетом распределения нагрузки по времени

Гильмияров Е.Б., Хлапов Д.В. (МГТУ, кафедра СЭУ)

Abstract. In this article ship's power plant composition method was proposed. Method concept is using kind of ship's power plant distribution along the time for makeup its composition. The necessity of using this method for several ship types was demonstrated.

В настоящее время комплектование СЭУ судна, какого – либо назначения происходит при использовании определенного перечня критериев, принимаемых во внимание при выборе варианта комплектации СЭУ проектируемого судна. А именно:

- минимизация экипажа машинного отделения;
- максимизация маневренности;
- максимизация автономности;
- максимизация мореходности;
- минимизация стоимости производства СЭУ;
- максимизация надежности главного двигателя;
- минимизация массогабаритных характеристик;
- максимизация эффективности использования топлива (кпд);
- максимизация гибкости выработки и распределения мощности [1].

При выборе СЭУ необходимо задаться одним или несколькими определяющими критериями и подобрать их наилучшее сочетание с остальными показателями. Уровень остальных критериев может быть и не очень высоким (и по факту это так) т. к. нецелесообразно обеспечивать одинаково высокий уровень для всех указанных параметров.

При выборе варианта СЭУ для некоторых типов судов критерий, максимизации гибкости выработки и распределения мощности будет одним из определяющих. К данному типу судов можно отнести кабелеукладчики, суда снабжения, спасательные суда, суда ярусного лова и пр., то есть суда, для которых возникает потребность в нескольких сильно различающихся производственных режимах, которые вынуждают работать СЭУ на двух и более различных режимах (с разной нагрузкой).

Для формулирования указанного критерия необходимо произвести исследование производственных режимов работы судна-прототипа или спрогнозировать их при его отсутствии. Оно будет включать в себя

- определение распределения нагрузки на СЭУ по времени;
- определение соотношения «потребная пропульсивная мощность/мощность необходимая для привода технологического оборудования» на различных производственных режимах
- цикличность производственных режимов.

Далее, по полученным данным, необходимо определить вариант комплектации СЭУ с учётом других определяющих критериев, который

будет обеспечивать все производственные режимы с наименьшими затратами.

Положительным примером использования указанного подхода может послужить выбор судна пр. 1386 для переоборудования из траулера в рыботранспорт. В качестве СЭУ на судне этого проекта используется ДРА, состоящий из двух ГД равной мощности, с возможностью отбора мощности на ВГ и двух ВДГ. Как изменилось распределение нагрузки на СЭУ по времени показано на рис. 1. В качестве нагрузки СЭУ принята нагрузка на ДРА по причине того, что ВДГ при нахождении судна в море не используются, обеспечение судна электроэнергией обеспечивается ВГ.

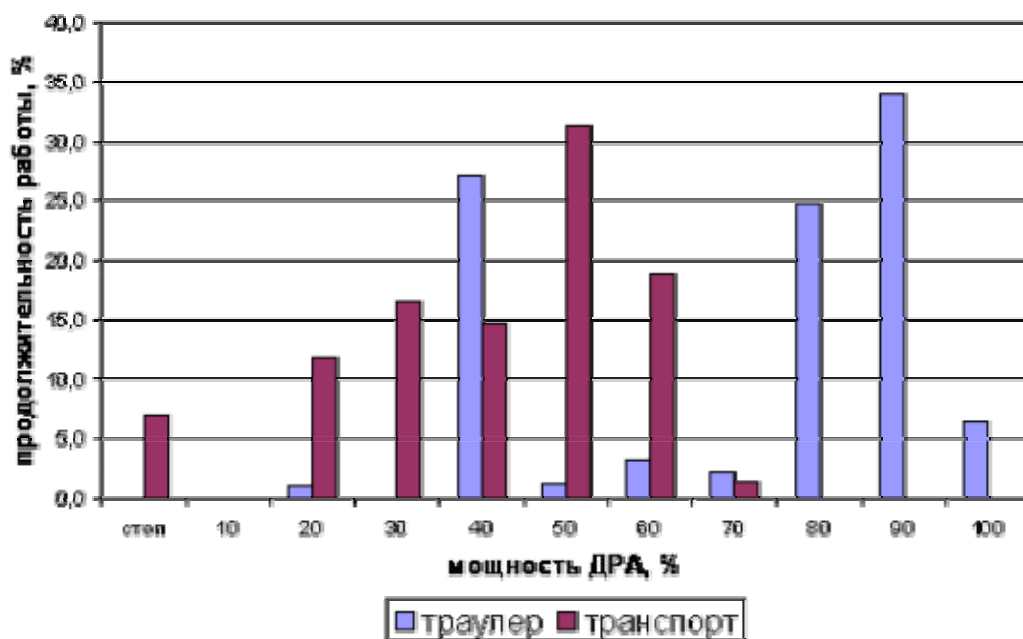


Рис.1. Сравнительные характеристики распределение мощности ДРА судна пр. 1386 при его использовании в качестве траулера и рыботранспортного судна.

Для исследования производственных режимов судов использовались машинные журналы судов и рейсовые машинные отчёты. Выборки данных были сделаны на окончание каждого часа - по нагрузке СЭС; нагрузке ДРА. Были выбраны типичные режимы работы судов, отражающие всю специфику работы СЭУ для судна каждого вида начиная от выхода из порта до возвращения в него. Всего были обработаны данные:

- для траулера за 80 суток, т. е. 1920 часов;
- для рыботранспортного судна за 187 суток, т. е. 4488 часов.

Производственные режимы траулера.

1. Переходы. Различают переходы на двух ГД (70 – 100% мощности ДРА) или на одном ГД (30 – 40 % мощности ДРА). Они занимают в общем бюджете времени нахождения судна в море 26 %, из них для режима «на одном ГД» - 9%. Последний режим используют для проведения ремонтных и профилактических работ второго ГД (в это время обычно, в случае если остановка запланирована, попутно занимаются поиском рыбы, сменой положения судна в районе промысла).

2. Промысел. Занимает около 61 % времени. Из них:

- ход с тралом (70 – 100% мощности ДРА) – 48,2 % по времени;
- спуск, подъем трала (30 – 50 % мощности ДРА), поворот с тралом (50 – 70 % мощности ДРА, для этой цели трал выбирают до траловых досок и осуществляют поворот) занимают около 12,5 % по времени;

3. Стоянка в море. Занимает около 13 % времени. Стоянка может обеспечиваться одним или двумя работающими ГД в зависимости от проводимых операций и погодных условий. Так стоянка «на одном ГД» составляет около 4 % по времени. Во время стоянок судна в море производятся следующие операции: выдача-получение ГСМ, проведение ремонтных и профилактических работ второго ГД, грузовые операции.

Производственные режимы рыботранспортного судна.

1. Переходы. Различают переходы на двух ГД (45 – 60 % мощности ДРА) или на одном ГД (45 % мощности ДРА и менее). Они занимают в общем бюджете времени 62,6 %, из них для режима «на одном ГД» - 16,3 %. Причин, по которым мощность, необходимая для режима «переход» меньше для рыботранспортного судна чем для траулера две:

- уменьшилась нагрузка на СЭС в связи с устранением части мощных потребителей электроэнергии (морозильного и промышленного оборудования) – средняя нагрузка уменьшилась с 844 кВт до 489 кВт. А максимальная с 1440 кВт до 550 кВт;
- используется при переходах, так называемая, «экономичная» скорость насколько это возможно для сокращения затрат на перевозку.

2. Работа с судами на промысле. Этот режим занимает 37,4 % от общего времени нахождения судна в море и включает в себя:

- стоянку судна в море, она включает в себя ожидание работы с промысловыми судами, проведение грузовых операций и операций по передаче ГСМ и «снабжения». Может обеспечиваться работой одного ГД или работой 2 ВДГ, то есть при остановленном гребном вале, что составляет 29 % и 6,9 % соответственно;
- проведение швартовых операций. Может обеспечиваться работой одного или двух ГД в зависимости от погодных условий. Этот режим продолжается около 1,5 % по времени и характеризуется переменными ходами в районе средних и малых нагрузок ДРА от 10 до 30 %.

Можно видеть, что после переоборудования траулера в рыботранспортное судно мощностной спектр изменился значительно - в целом снизилась нагрузка на ДРА (она же на СЭУ). Но это изменение не повлекло за собой никаких негативных последствий, поскольку имеется возможность «дробить» мощность и наиболее оптимально загружать работающий ГД – продолжительность режима работы СЭУ «один ГД» увеличилась с 12 % до 40 % от общего времени нахождения судна в море.

В качестве примера негативного результата, полученного при игнорировании критерия «максимизации гибкости выработки и распределения энергии» можно рассмотреть результаты переоборудование

траулера пр. 502 ЭМ под ярусный лов [2]. СЭУ судна включает СОД с прямой передачей на ВРШ и четыре ВДГ. После смены промыслового вооружения с трала на ярус производственный режим СЭУ значительно изменился. Наиболее наглядно это проявилось в изменении распределения нагрузки на ГД по времени. Так если длительность работы ГД траулера на нагрузке 70-100% и нагрузке 40-50 % первоначально составляла 78% и 10% от общего времени нахождения судна в море, то после его переоборудования под ярус длительность работы ГД на нагрузке 90-100% и 25% стала составлять 26% и 47% соответственно. Такой режим работы ГД на малых нагрузках, негативно сказалось на самом двигателе и расходе ГСМ, что позволяет сделать вывод о том, что с точки зрения судовой энергетики выбор судна для переоборудования произведен нерационально.

Этот критерий был учтён при переоборудовании траулера пр. 503 под ярусный лов. В состав СЭУ этого судна входит ДРА с одним ГД, отбором мощности на ВГ и три ВДГ. При сопоставимой с пр. 502ЭМ, характеристикой пропульсивной мощности, применение ВГ позволило довести среднюю нагрузку ГД до 40-50%, а длительность работы на этом режиме до 65%. Данные по судну «Вега» получены из машинных журналов за 150 суток и обработаны аналогично пр. 1386.

В результате такого подхода режим работы ГД стал более оптимальным а использование ВГ позволило сократить время работы ВДГ, т.е. уменьшить выработку моторесурса дизелей и затраты на ГСМ.

Приведённые исследования подтверждают необходимость включения упомянутого выше критерия в число «определяющих» при выборе комплектации СЭУ новых судов некоторых типов судов или выбора судна для его переоборудования в результате которого значительно меняется производственный режим судна. Основанием для применения этого критерия являются результаты анализа «мощностного спектра СЭУ», т.е. распределение мощности СЭУ по времени.

Список литературы

1. Гильмияров Е.Б., Цветков В.В. Многокритериальный подход к выбору судовой энергетической установки. // Вестник МГТУ, т.9, № 3, 2006, стр. 502-513.

2. Гильмияров Е.Б., Кузьмин А.А., Сравнительный анализ эксплуатационных особенностей энергетических установок судов СРТМ-к пр. 502 ЭМ при работе тралом и ярусом, Наука и образование – 2006 [электронный ресурс] / МГТУ. Электрон. текст. дан. (16 Мб) Мурманск: МГТУ, 2006.

Проблемы изучения крутильных колебаний судовых силовых установок

Ефремов Л.В. (МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта, e-mail: levlefr@mail.ru)

The problems information, methodical and software of educational process are considered at tutoring the students to difficult discipline about torsional oscillations ship power installations.

Как показали последние результаты работы государственной аттестационной комиссии судомеханического факультета, при сдаче квалификационных экзаменов и защите дипломных проектов курсанты зачастую не проявляют необходимый уровень знаний документов морского регистра судоходства (далее Регистра). Между тем именно в этих документах изложены основополагающие принципы обеспечения безопасности мореплавания на всех этапах жизненного цикла судна – при его проектировании, постройке, эксплуатации, ремонте и списании.

В частности будущие механики проявляют очень слабые знания методов и средств исследований крутильных колебаний судовых силовых установок в соответствии с требованиями Регистра. Причины такого положения можно объяснить низким уровнем существующего информационного, методического, программного и лабораторного обеспечения процесса обучения по этой дисциплине как в нашем университете, так и других родственных ВУЗах.

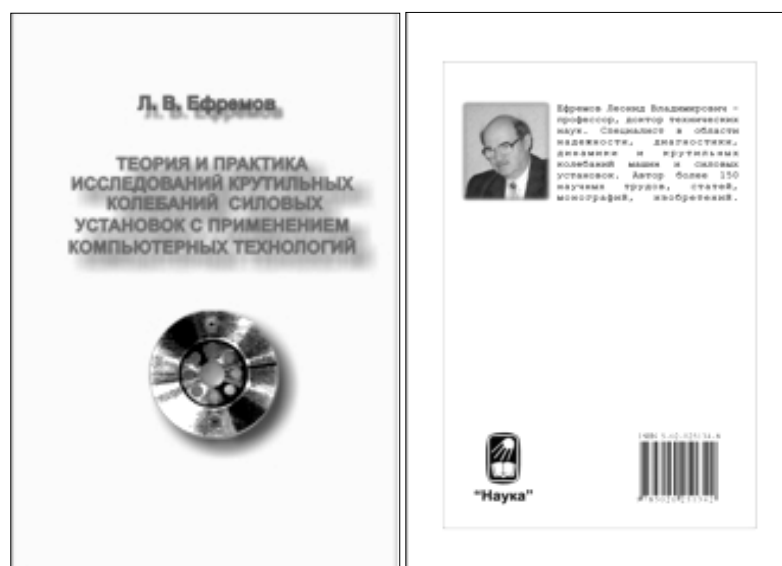
Автор доклада, будучи опытным специалистом в области крутильных колебаний, сделал ряд эффективных шагов в направлении решения этой сложной проблемы, начиная с подготовки научных и педагогических кадров высшей квалификации (с защитой диссертаций) и кончая изданием обстоятельной монографии под названием «Теория и практика исследований крутильных колебаний силовых установок с применением компьютерных технологий» (ISBN 5-02-025134-8, Издательство «Наука», Санкт-Петербург, 2007, 276 с.).

В первой главе монографии «Общая часть» читатель получит сведения об истории и тенденциях познания и развития методологии исследований крутильных колебаний. При этом было важно показать ученых, творческий труд которых послужил основой такой методологии. Там же дается важная информация об организации работ по мониторингу крутильных колебаний судовых СУ с участием Регистра с одной стороны и проектных организаций и измерительных лабораторий—с другой.

Вторая глава «Расчеты» представляет собой практическое руководство по расчетам крутильных колебаний на ЭВМ. Изложение этого материала начинается с обоснования выбора для расчетов мощной и самой наглядной среды программирования MATHCAD. Далее представлены

примеры программирования расчета в этой среде компонентов схемы системы, свободных колебаний, возмущающих моментов, амплитуд и напряжений и пр. Впервые приводятся программы моделирования теоретических торсиограмм и спектрограмм, что повышает эффективность анализа результатов последующих измерений.

Третья глава «Измерения» посвящена экспериментальным методам изучения крутильных колебаний. Здесь дан обзор методов и средств измерений и даны рекомендации по их организации и проведению в судовых условиях. Приводятся оригинальная методика и программа спектрального анализа и статистической обработки спектрограмм в упомянутой среде программирования.



В четвертой главе «Нормы» рассматривается проблема оценки допускаемых напряжений в стальных валах и допускаемых эластических моментов в редукторах и упругих муфтах с учетом требований классификационных обществ, а также международных и отечественных стандартов.

В пятую главу «Демпферы» включены сведения об истории развития этих средств защиты СУ от крутильных колебаний, результаты моделирования работы и исследования надежности пружинных и фрикционных демпферов. Приводится методика диагностирование их технического состояния с помощью оригинальной компьютерной программы.

В шестой главе даются особенности развития крутильных колебаний в судовых СУ различного типа и рекомендации по их учету при проектировании, эксплуатации и ремонте судов.

Последняя седьмая глава посвящена рассмотрению результатов ряда научно-исследовательских работ в рассматриваемой области. Например, дано обоснование методики прогнозирования и обеспечения усталостной долговечности и прочности коленчатых валов при крутильных колебаниях,

а также сформулированы актуальные проблемы, которые могут стать темой ни одной диссертационной работы.

В заключении важно отметить, что монография написана в необычной и оригинальной манере демонстрации всех расчетно-экспериментальных процедур с помощью фрагментов компьютерных программ в популярной среде программирования MATHCAD. Поэтому эта книга может стать хорошим пособием по обучению широкого круга пользователей ЭВМ основам программирования в этой среде.

Круг читателей данной монографии может быть так же расширен и по причине комплексного подхода к исследованию рассматриваемого явления, начиная со знакомства с его физической сущностью и кончая оценкой результатов расчетных и экспериментальных исследований. Такой подход должен соблюдаться при организации любых исследований. При этом многие алгоритмы и программы вполне можно использовать не только для изучения крутильных колебаний, но и при решении других динамических задач. Например здесь приводятся программы спектрального и гармонического анализа, прямого и обратного преобразования Фурье, статистического анализа результатов измерений, решения систем дифференциальных уравнений и многих других стандартных задач. При этом демонстрируются не абстрактные формулы (как во многих «научнообразных» учебниках), а рабочие алгоритмы с учетом размерностей физических величин в системе СИ.

Книгу можно приобрести за наличный расчет или по предварительному заказу в книготорговом предприятии ТФ «Академкнига» Санкт-Петербурга (подробности - на сайте www.akbook.ru и E-mail: ak@akbook.ru).

В процессе изучения этого труда у читателя может возникнуть естественный вопрос о получении файлов с готовыми программами, фрагменты которых демонстрировались в книге?

Организациям с юридическим лицом этот вопрос можно будет решить путем заключения договора о разработке и поставке методического и программного обеспечения по исследованиям крутильных колебаний на основе содержания данной монографии. Кроме настоящей книги в поставку разработанных материалов будет входить диск с пакетом программ, предусмотренных договором в зависимости от потребностей заказчика (обеспечение учебного процесса Вуза, профессиональные расчеты проектов, экспериментальные исследования и т.п.).

Владельцы конкретных судов могут заказать разработку и поставку файлов с электронным паспортом крутильных колебаний, необходимого для мониторинга технического состояния демпферов и других элементов силовой установки этих судов.

Автор будет весьма признателен заинтересованным читателям и организациям, которые сообщат по электронному адресу levlefr@mail.ru свое мнение о книге вообще и по этому вопросу – в частности.

Новый подход к вибродиагностике зарождающихся дефектов мощных поршневых машин

Прыгунов А.И. (МГТУ, каф. технической механики,
e-mail: poltme@mstu.edu.ru)

A new approach to investigation of piston engines' vibration is presented. The method is based on wavelet-like decomposing of the vibration signals which are deformed by influence of primary damages in piston engines. An estimation of signal's magnitude do not need for method's realization.

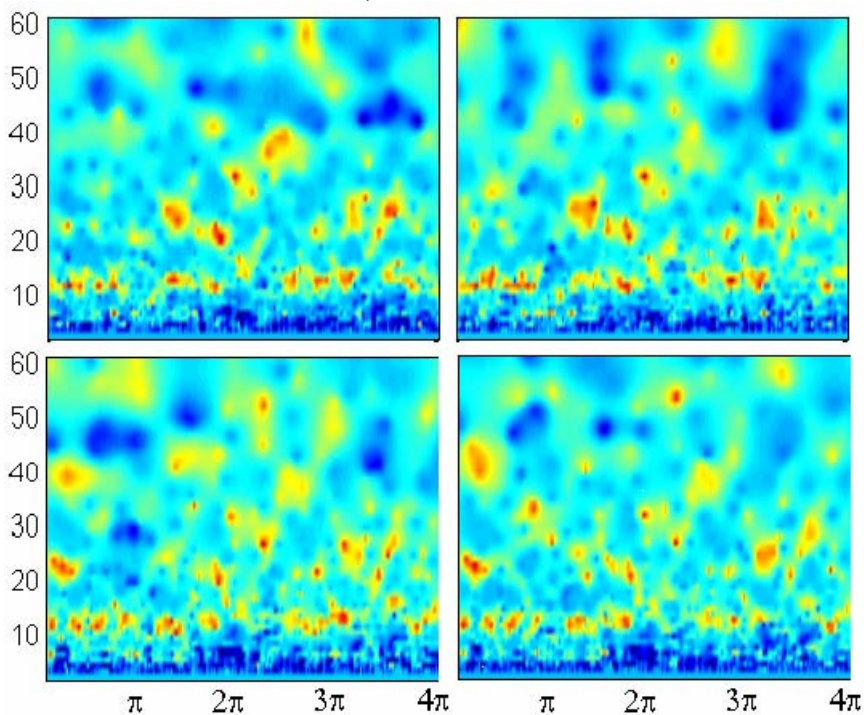
Применение методов функциональной вибродиагностики машин в большинстве случаев оправдано лишь при условии достаточной чувствительности её к различным дефектам машин, как эксплуатационных, так и монтажных, уже на стадии их зарождения. При этом высокая чувствительность не должна приводить к ложным срабатываниям и необоснованному выводу из эксплуатации машин, особенно мощных и обеспечивающих живучесть инженерного объекта в целом. Априори понятно, что зарождающиеся дефекты не способны существенно повлиять на энергию вибрационного процесса, порождаемого объектом диагностики, в том случае, если таким объектом является мощная машина или массивная конструкция. Считается, что зарождающиеся дефекты для таких объектов проявляются в первую очередь в изменении характера высокочастотной вибрации (параметр виброускорение) и практически не проявляются в изменении среднечастотной (параметр виброскорость) и низкочастотной (параметр вибросмещение) вибрации. На этом принципе основано развитие современных методов диагностики зарождающихся дефектов, основанных на принципе демодуляции высокочастотной вибрации (анализ огибающих или envelope analysis) (1). Однако возможна ситуация, когда изменение характера среднечастотной и низкочастотной вибрации не обязательно связано с существенным изменением энергии вибрационного процесса, а потому причины его вызывающие также могут быть отнесены к зарождающимся дефектам.

Энергия вибрации определяется амплитудой вибрационных параметров, поэтому традиционные методы вибродиагностики базируются на нормировании и последующем контроле вибрационных параметров. Однако, изменение формы сигнала, без существенного изменения его амплитуды, не сопровождается изменением энергии вибрационного процесса. С точки зрения спектрального анализа при этом происходит перераспределение энергии по дискретным компонентам спектра, но энергия процесса в диапазоне нормирования в смысле теоремы Парсеваля (2) остаётся неизменной. Наиболее яркими примерами дефектов с подобного рода проявлением являются увеличенные зазоры (mechanical looseness) и первичные заедания (primary scuffing) в машинах роторного

типа. В нелинейных случаях возможно перераспределение части энергии колебаний в субгармоническую область.

Если сосредоточить основное внимание не на энергетических оценках (анализ в частотной области), а на изменении формы сигнала на основном периоде (анализ во временной области), то многие зарождающиеся дефекты могут быть классифицированы в среднечастотных и в низкочастотных диапазонах вибрации. Примером эффективности такого подхода может быть анализ кардиограмм в медицине. Современные методы анализа позволяют оценить не только изменение формы стационарных сигналов, оценивая соотношения между компонентами спектра, но и для нестационарных сигналов, используя методы представления их во время-частотной области. Особенно важно использование такого представления для машин, содержащих ползуны, в частности, для поршневых машин с явно выраженным циклом вибрационного процесса с разнообразным фазово-частотным заполнением в пределах цикла.

Нами предложен метод анализа нестационарных сигналов во время-частотной области, не связанный с необходимостью энергетических оценок (анализ формы (3)) и имеющий высокую разрешающую способность во времени и частоте, благодаря использованию базиса разложения сигнала по типу волновых атомов (4). На рис. 1 представлены результаты применения анализа формы к сигналам, полученным с цилиндрических втулок шестицилиндрового среднеоборотного дизеля 6ЧРН52,5/72 (6L525), полученных в режиме швартовых испытаний (нагрузка близка к максимальной).



два последовательных цикла в цилиндрах
вверху: цилиндр №1; внизу: цилиндр №4

Рис.1

По вертикали каждой из четырёх частей рисунка 1 отложены периоды колебаний, выраженные в долях периода Найквиста, по горизонтали отложен угол поворота коленчатого вала в радианах. Цепочке оранжево-жёлтых “островков” на уровне периода 12 соответствует третья гармоника собственной частоты втулки, соответствующей четверти частоты Найквиста. Островки в области больших значений периода соответствуют субгармоническим составляющим вибрации цилиндровой втулки, вследствие нелинейного характера колебаний. Уже визуальный анализ спектров формы приводит к выводу о существенно большем проявлении субгармонических колебаний в интервале фазовых углов от 0 до 180^0 для втулки цилиндра №4. Этот результат тем более интересен, так как единственным отличием конструкции цилиндрических втулок является то, что втулка цилиндра №4 была изготовлена из биметалла “сталь-чугун”. Поэтому существенно большее проявление субгармонических вибраций для этой втулки вероятнее связано с термическими поводками биметаллической втулки, приводящими к нелинейной жёсткости в системе. Однако, исследование этого явления не является предметом настоящей работы.

Основное внимание уделим исследованию достаточности чувствительности метода применительно к решению задач диагностики зарождающихся дефектов дизелей и разработке методов формализации распознавания получаемых сложных образов (рис.1).

Сравнение спектров будем производить, используя изложенный в работе (5) метод последовательного расчёта коэффициентов взаимной корреляции спектров формы в каждый фазовый момент. Таковую корреляцию с полным основанием можно назвать динамической корреляцией, так как она является результатом обработки динамических образов и, кроме того, корреляция может быть определена не только на цикле машины, но и на отдельных его участках вплоть до конкретного фазового момента.

Применимость метода к решению задач диагностики определяется обычно чувствительностью его к процессу развития опасного для машины дефекта. При этом чувствительность не должна быть низкой, но и не должна быть излишне высокой, чтобы не вызывать ложных срабатываний системы диагностики. Применительно к нашей задаче метод должен воспринимать последовательные циклы хорошо отрегулированной машины как практически не различимые состояния, но вибрацию двух разных цилиндров, втулки которых изготовлены из различных материалов, должен воспринимать определённо как различные состояния. В таблице 1 представлены результаты расчёта меры сходства спектров формы (коэффициенты динамической корреляции) на цикле машины.

Таблица 1

Номер цикла сравнения	Коэффициенты динамической корреляции			
	Цикл 1/1	Цикл 2/1	Цикл 1/4	Цикл 2/4
1/1	1,0	0,913	0,845	0,768
2/4	0,768	0,743	0,918	1,0

Из таблицы видно, что предложенный метод формальной оценки меры сходства спектров формы на интервале цикла машины в целом удовлетворяет выдвигаемым требованиям по чувствительности. Циклы, представленные на рис.1 чётко разделились на два кластера близости по номерам цилиндров. Дальнейшим направлением исследований может быть анализ корреляции на фазовых интервалах в пределах цикла.

Список литературы

1. Вибрация и вибродиагностика судового электрооборудования / А.А.Александров, А.В.Барков, Н.А.Баркова, В.А.Шафранский. - Л.: Судостроение, 1986. - 276с.

2. Артоболевский И.И., Бобровницкий Ю.И., Генкин М.Д. Введение в акустическую динамику машин. - М.: Наука, 1979. -296с.

3. Прыгунов А.И., Олькин Н.А. Новый эффективный метод исследования нестационарных процессов в машинах и его математическое обоснование. Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Наука и образование – 2003», часть 1, -Мурманск, 2003.- С.52-53.

4. Demanet L., Ying L. Wave Atoms and Sparsity of Oscillatory Patterns. [Электронный ресурс]/ Департамент математики Стенфордского университета: Стенфорд, Калифорния, США, 2006. Режим доступа: <http://math.stanford.edu/~laurent/papers/WaveatomsImage.pdf>

5. Прыгунов А.И., Бутусова Е.А., Прыгунова М.А. Динамический подход к факторному анализу рядов динамики в экономике по малым выборкам [Электронный ресурс]/МГТУ. Электрон. текст дан. (16 Мб) Мурманск: МГТУ, 2006. – Междунар. науч.-техн. конф. «Наука и образование – 2006». – С. 140-143. (НТЦ «Информрегистр» №0320501517, св. 7081 от 28.11.2005г.

Об изменении свойств материалов после обработки магнитными полями напряжённостью до $3,6 \cdot 10^7$ А/м

Нечаев Е.П.¹, Столяренко А.И.² (МГТУ, ¹кафедра судовых энергетических установок; ²кафедра физики)

Изложены результаты экспериментальных исследований термической обработки в магнитном поле комбинированного способа упрочнения мелких деталей и инструмента с целью повышения эксплуатационных свойств деталей машин и инструмента.

С целью изучения влияния сильного магнитного поля на фазовые превращения металла в лабораторных условиях исследовались металлические образцы и свёрла.

В зависимости от условий опыта холодным механическим способом вырезались образцы, имеющие форму брусков размерами от 3 до 4,5 мм длиной 18-30 мм, и цилиндрической формы диаметром 1-3 мм длиной 10-50 мм. С целью снятия напряжений и частичной гомогенизации образцы отжигались в течение 5 часов в муфельной вакуумной печи типа МПВ-3М (вакуум не хуже Па).

Исследуемые образцы делились на две тождественные партии: одна из них подвергалась термомагнитной обработке (ТМО), а вторая - контрольной термической обработке по тем же режимам и в тех же условиях, отличающихся только отсутствием приложенного поля. Для исключения разброса свойств образцов проводилась термическая обработка в магнитном поле и без него на одних и тех же установках. Образцы нагревались в специально сконструированной печи до температуры аустенизации и выдерживались требуемое время. После аустенизации образцы охлаждались до температур, лежащих несколько выше мартенситной точки и подвергались действию магнитного поля напряжённостью до А/м.

Для получения импульсных магнитных полей напряжённостью до А/м нами был собран генератор, несколько отличающийся от известных генераторов подобного назначения. При получении полей напряжённостью до А/м с продолжительностью импульса с использовались цельноточёные соленоиды из бериллиевой бронзы БрБ-2 с внутренним диаметром 4-16 мм при разрядке конденсаторной батареи. Напряжённость поля измерялась индукционным методом с относительной погрешностью 8%.

С целью улучшения прочностных свойств инструмента исследовались свёрла диаметром 4 мм, изготовленные из быстрорежущей стали Р18. Свёрла были разделены на 3 партии, две из которых подвергли закалке согласно стандартному промышленному режиму, а третью - закалке с одновременным наложением магнитного поля напряжённостью А/м (150 кэ.) /3/. Упрочняющая обработка заключалась в отпуске при 830

К, причём свёрла второй и третьей партий при отпуске обработали магнитным полем. Стойкостные испытания свёрл проверяли по количеству отверстий до затупления.

Экспериментально установлено, что после закалки в магнитном поле и отпуска без наложения поля стойкостные свойства улучшились на ~ 17%, а после закалки и отпуска в магнитном поле на ~ 26%. Улучшение свойств свёрл, вероятно, связано с уменьшением количества остаточного аустенита после действия магнитного поля и измельчением микроструктуры.

Список литературы

1. Нечаев Е.П. Пути решения проблемы смазки и износа дизелей.- М.: ВНИЭРХ.- 1997.- 55 с.

2. Постоянные магниты. Справочник. Под ред. Ю.М. Пятина. М., «Энергия», 1971г. 376 с.

3. Столяренко А.И., Каниболоцкий В.Г., Гребенюк Г.М. Сб. Актуальные вопросы физики твердого тела. Киев, «Вища школа», 1970, 155 с.

Новый подход к регулированию частоты вращения главного двигателя промышленного судна

Щеглов А.А. (МГТУ, кафедра судовых энергетических установок, e-mail: cccp-ya@yandex.ru)

Преобладающим типом судовых энергетических установок (СЭУ) на рыболовном флоте являются дизель-редукторные агрегаты в состав которых входят один - два среднеоборотных двигателя мощностью от 800 до 3000 кВт и от одного до двух валогенераторов постоянного и (или) переменного тока.

Массовое применение валогенераторов связано со спецификой эксплуатации энергетической установки рыболовного судна, а именно ее двояким назначением – обеспечением морских переходов и энергоснабжением промышленного режима, включая переработку рыбы в море.

По результатам обработки более 4000 почасовых данных машинных журналов типовых промысловых судов проекта «Атлантик-488» установлено, что в среднем более 50% рабочего времени тратится на траление и постановку (подъем) трала. Указанные режимы характеризуются высокой динамикой изменения нагрузки за относительно малые промежутки времени. Нестационарные режимы для промышленного судна являются основными производственными режимами в отличие от транспортного судна, для которого длительность динамических режимов не превышает 5-10% от общего ходового времени.

Таблица 1.

Месячное соотношение режимов работы типового рыболовного и транспортного судов.

Рыболовное судно			Транспортное судно		
	часы	%		часы	%
Режим полного хода	199	28	Режим полного хода	416	58
Режим траления	398	55	Режим малого хода (маневрирование)	36	5
Стояночные и долевы режимы	123	17	Стояночный режим	268	37
<i>Итого:</i>	720	100	<i>Итого:</i>	720	100

Базовым параметром, используемым в однопрограммных механических ПИ-регуляторах судовых ДВС, является частота вращения коленчатого вала двигателя, являющаяся универсальным показателем нагрузки дизеля. Однако поскольку главный двигатель помимо ВРШ работает еще и на валогенератор, то одним из основных требований к системе регулирования при подобной схеме работы является поддержание постоянства частоты вращения коленчатого вала с отклонением до 5%

согласно ГОСТу 10511-83. Соответственно, параметр частоты вращения двигателя в данном случае не является показателем нагрузки. Для определения точности регулирования по количеству потребляемого топлива был произведен расчет критерия квадратичной интегральной оценки для характерных режимов работы промышленного судна (см. таблицу 2).

Таблица 2.

Результаты расчета критерия интегральной оценки для характерных эксплуатационных режимов промышленного судна

Наименование режима	Интегральная оценка, I	Отклонение от эталонного значения, %	Суммарное отклонение от эталонного значения, %
Режим полного хода	1,9	-	12
Режим траления	2,08	9	
Режим постановки/подъема трала	2,3	17	

По результатам расчета можно сделать вывод о том, что использование данной системы регулирования топливоподачи приводит к завышению расхода топлива до 12% для главного двигателя *на режимах траления и постановки/подъема трала*.

Оценка экономических потерь (см. таблицу 4) от применения однопрограммных типовых регуляторов частоты вращения ГД на судах тралового лова проведена на основании данных бухгалтерского учета по затратам на топливо судов типа РТМК-С «Атлантик-488» за период с 2003 по 2005 год (см. таблицу 3).

Таблица 3.

Затраты на топливо для судна М-0003 «А. Мироненко» за период 2003-2005 гг. (по данным бухгалтерии)

	2003	2004	2005
Затраты на топливо, у.е.	1.872.379	2.150.676	2.718.140

Таблица 4.

Соотношение затрат на топливо на различных эксплуатационных режимах для судна М-0003 «А. Мироненко» за 2005 год.

Наименование режима	Процентное соотношение, %	Затраты, у.е.	Затраты на перерасход топлива, у.е.
Полный ход	32	969.805	-
Траление	43	1.168.800	105.192
Постановка/подъем трала	25	579.535	98.520
<i>Итого:</i>	100	2.718.140	203.712

Результаты проведенного анализа позволяют утверждать, что, уже в настоящее время, использование существующего подхода к регулированию топливоподачи ГД на ряде судов тралового флота может привести к необоснованному перерасходу топлива в среднем на 10-15% в год, т.е. убыткам на одно судно типа РТМК-С до 200.000 у.е. в год.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что типовые системы регулирования, ориентированные на поддержание скоростного режима и удовлетворяющие условиям работы транспортного судна, использовать для рыболовного флота неэффективно.

В качестве направления совершенствования способов управления двигателем предлагается подход, учитывающий специфику судна. Проведенные исследования позволяют утверждать, что для главных двигателей рыбопромысловых судов, работающих большую часть времени на нестационарных режимах, необходимо создать принципиально другие регуляторы частоты вращения, обеспечивающие режим оптимального топливоиспользования минимум на трех эксплуатационных режимах: ходовом (с заморозкой), траления и спуска (подъема) трала. Для решения поставленной задачи предлагается ориентироваться на поддержание соответствия между основными паспортными характеристиками двигателя, снимаемыми при сдаче его в эксплуатацию, т.е. использовать метод управления подачей топлива на базе эталонной модели технологического процесса. При этом, наиболее целесообразным является использование современной микропроцессорной базы для реализации системы управления, которая представляет службам эксплуатации широкие возможности для оперативного контроля технического состояния двигателя в течение рейса.

Поскольку параметр частоты вращения коленчатого вала двигателя (ВДВ) невозможно использовать в качестве универсального показателя в схемах СЭУ, работающих на ВРШ, то целесообразно ввести в контур регулирования дополнительный параметр, отражающий особенности эксплуатационных режимов ГД рыболовного судна.

В качестве дополнительного параметра предлагается использовать показатель частоты вращения ротора газотурбонагнетателя (ГТН).

Первым критерием выбора такого параметра является наличие аппаратной поддержки, т.е. наличие на судне технических средств, позволяющих осуществлять его контроль.

Вторым критерием является взаимосвязь параметра частоты вращения ГТН и расхода топлива. Для этого были проведены два эксперимента на двух судах типа РТМК-С: М-0001, оборудованного двигателем 6VDS 42/48 AL-2 и М-0003, оборудованного двигателем 6M32С.

В результате обработки данных был произведен контрольный расчет расхода топлива и оценка нагрузки двигателя за контрольный период (см. таблицу 5).

Таблица 5.

Результаты обработки данных

Наименование показателя	двигатель 6VDS 42/48 AL-2	двигатель 6M32C
Длительность контрольного периода (часов)	3014	720
Расход топлива, измеренный по счетчику (тонн)	1506	376
Расход топлива, в зависимости от оборотов ГТН (тонн)	1496	371
Расход топлива в зависимости от температуры выхлопных газов (тонн)	1509	382

Таким образом, полученный результат позволяет без индицирования рабочего процесса получить значения расхода топлива за контрольный период, с расхождением показателей не превышающим 1,5%, что по качеству определения результатов может быть сопоставлено с измерительным прибором 1-ого класса.

Результаты эксперимента подтвердили, что принятые для рассмотрения параметры отражают реальный процесс потребления топлива СДВС и могут быть использованы при формировании алгоритма топливоподачи.

Третьим критерием является эффективность работы системы с точки зрения динамики. Для этого был произведен сопоставительный расчет типовой системы регулирования (САР) ДВС, использующей в качестве входного параметра регулятора частоту вращения коленчатого вала и системы, использующей частоту вращения ГТН. Для оценки динамических качеств САР двигатель рассматривается как объект регулирования, состоящий из пяти элементов: собственно двигателя, наддувочного ресивера, выпускного коллектора, турбокомпрессора и регулятора.

Расчет коэффициентов в дифференциальных уравнениях производился на режиме траления как основном производственном режиме промыслового судна. Полученные переходные процессы соответствуют сбросу нагрузки на двигатель с 92% до 90%. Из рисунков видно, что длительность переходного процесса на рисунке 1 меньше, чем на рисунке 2 как минимум в 6 раз. Следовательно, использование параметра частоты вращения турбокомпрессора улучшает поведение системы, с точки зрения динамики, а также позволяет снизить время выхода системы регулирования на заданный режим.

Таким образом, использование параметра частоты вращения ГТН в качестве входного для системы регулирования, позволяет с достаточной точностью описать все основные режимы работы ГД рыбопромыслового судна, а также повысить быстродействие системы.

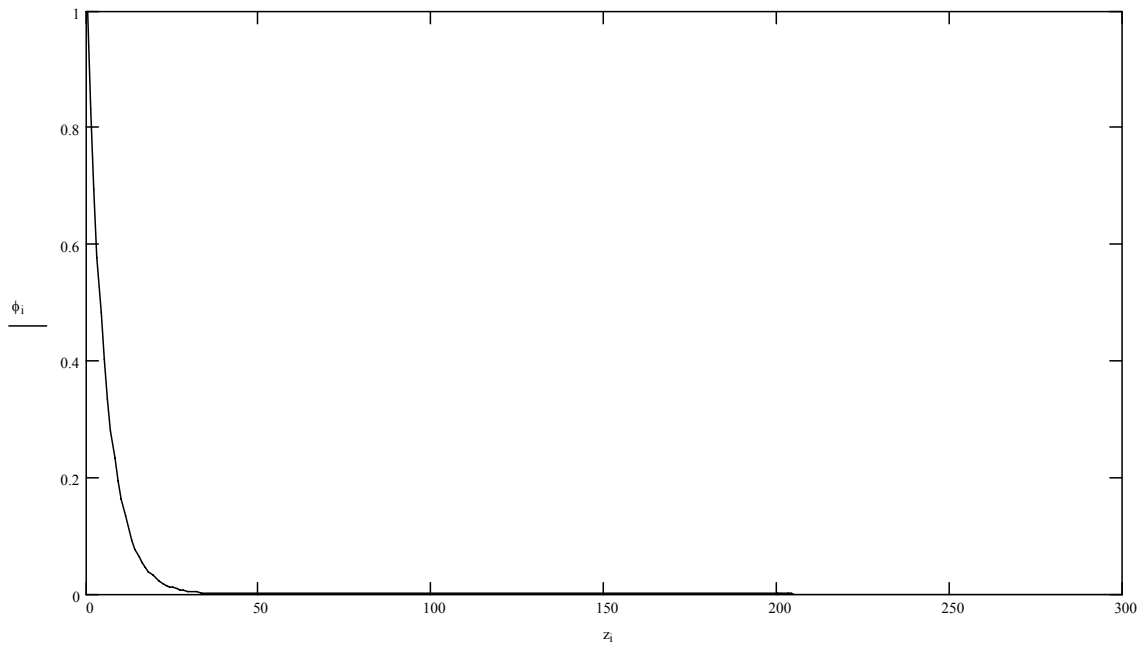


Рисунок 1 – Переходный процесс сброса нагрузки для САР, использующий частоту вращения ГТН в качестве входного параметра регулятора.

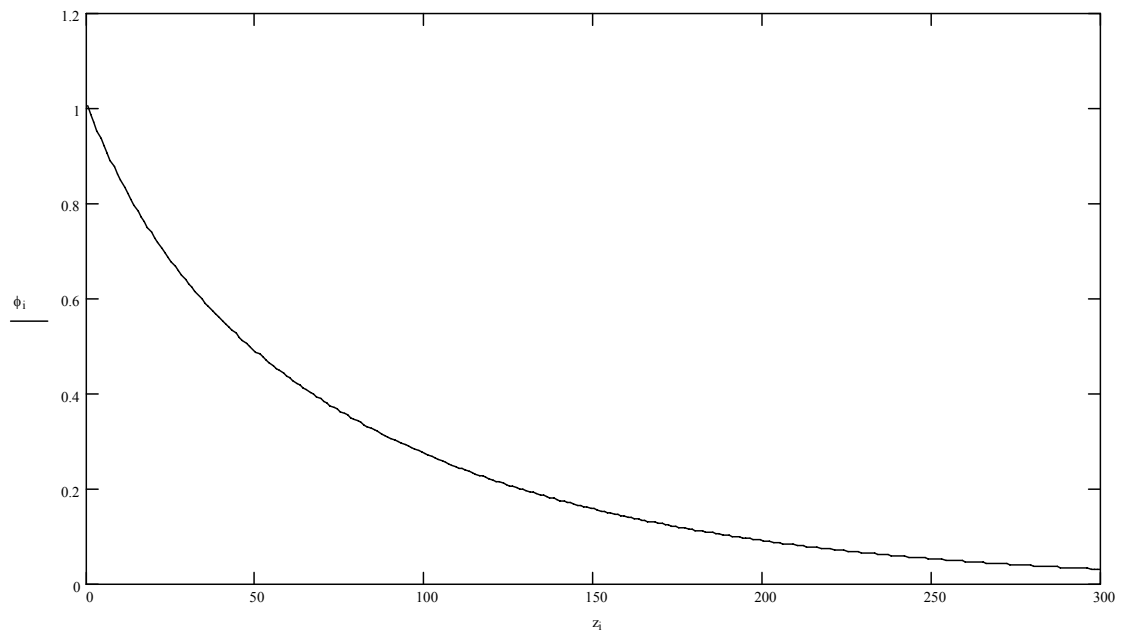


Рисунок 2 – Переходный процесс сброса нагрузки для САР, использующий частоту вращения коленчатого вала в качестве входного параметра регулятора.

***СЕКЦИЯ:
«АВТОМАТИКА И
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ
СУДОВ»***

Компьютеризированные лаборатории – новый этап в подготовке инженерно-технических кадров

Маслов А.А., Висков А.Ю., Власов А.В., Курамшина А.Р., Кайченев А.В. (МГТУ, кафедра А и ВТ, e-mail: viskovaju@mstu.edu.ru)

In the paper the general ways of bringing together the educational process and real industrial machinery are overviewed. Authors give grounds for the choice of computerized firmware complexes that integrate the elements of real production hardware and the digital models of technological processes. The plans of the chosen way realization are proposed.

В статье рассматриваются основные пути сближения учебного процесса с реальным технологическим оборудованием. Обосновывается выбор в пользу программно-технических комплексов, сочетающих элементы реальных технологических машин с компьютерными моделями технологических процессов. Предлагаются планы реализации избранного подхода.

Современная промышленность основана на сложных и дорогостоящих технологических машинах, обеспечивающих контролируемое протекание нескольких взаимосвязанных технологических процессов. Сегодняшний подготовленный инженер – это специалист, понимающий глубинные природные основы своей технологии, знающий конструкцию и принцип действия узлов-агрегатов и единой производственной системы, умеющий своевременно и осознанно производить настройку и диагностику вверенного оборудования. Подготовка такого специалиста немислима без применения в учебном процессе реальных технологических машин и их элементов, поскольку объем и фактически реализуемый способ проведения практик (технологических, производственных и т.д.) позволяет студентам лишь составить некоторое представление о производственном процессе и оборудовании, причем на примере частного случая конкретного предприятия. С другой стороны ВУЗы не в состоянии закупать и разворачивать полномасштабные производства для проведения на их базе учебного процесса. На сегодняшний день можно говорить о трех основных путях решения вышеуказанной проблемы:

- визуальная имитация наблюдаемого со стороны поведения технических средств в формате видеоролика или мультфильма, дешевый способ, не позволяющий подготовить знающего инженера, а пригодный в качестве вспомогательного средства поддержки теоретических курсов и, отчасти, тренинга младшего сменного персонала;
- цифровое компьютерное моделирование технологических процессов и технических средств, их динамики, взаимосвязей с

учетом воздействий окружающей среды – способ весьма эффективный, но реализация адекватного тренажерного комплекса под силу лишь специальным коллективам разработчиков, имеющим достаточное финансирование и резерв времени, поэтому стоимость готовых продуктов, таких как тренажер DieselSim от NorControl или ERS от ЗАО "Транзас", практически не укладывается в бюджеты региональных ВУЗов;

- разработка целевых аппаратно-программных комплексов, сочетающих детали, элементы или агрегаты реальных технологических машин с компьютерными моделями остальной части технологического процесса и позволяющих изучать определенный круг вопросов и особенностей функционирования оборудования.

Реализация последнего направления, в принципе, по силам творческим коллективам ВУЗов, стоимость при использовании местных ресурсов может оказаться разумной, а эффект от внедрения в учебный процесс "живой" системы, над которой учащиеся могут ставить эксперименты, значителен. Со временем ВУЗ может извлекать из таких разработок и некоторую коммерческую выгоду, распространяя наиболее удачные образцы в системе образования и предлагая промышленным предприятиям комплексы для тестирования и настройки оборудования, изготавливаемые на базе учебных установок. Тем не менее, и в рамках рассматриваемого подхода остается проблема количества учебно-рабочих мест. Очевидно, что ВУЗ не сможет наладить сколько-нибудь массовое производство лабораторных установок, а для учебного процесса необходимо иметь 6 – 12 мест на каждый вид работы.

Решение проблемы "рабочих мест" возможно в рамках создания компьютеризированных лабораторий. Основная идея такой лаборатории состоит в создании информационной сети, объединяющей дорогостоящие имитационно-моделирующие программно-технические комплексы, имеющиеся в одном экземпляре, и сравнительно дешевые автоматизированные рабочие места, позволяющие наблюдать поведение изучаемой системы в режиме реального времени, регистрировать информационные потоки и исследовать поведение системы post factum по полученным графикам и распечаткам. Студенты получают возможность воздействовать на изучаемую систему в рамках выполнения описанного в методических рекомендациях алгоритма выполнения работы.

Кроме того, для преподавателя становится возможным включать в лекционный материал примеры поведения рассматриваемых технических средств и процессов в режиме непосредственной иллюстрации в реальном масштабе времени, наглядно показывать реакции изучаемой системы на подаваемые преподавателем воздействия. При этом само оборудование, которое по условиям функционирования не может быть установлено в лекционной аудитории, будет находиться в специально оборудованном помещении под наблюдением квалифицированного сотрудника из числа

УВС. Также опытные лаборанты могут проводить работы, связанные с повышенной опасностью или необходимостью углубленного изучения методов работы с установкой, не имеющей непосредственных аналогов среди технологического оборудования, но воспроизводящей технологический процесс.

Рассматриваемый подход позволяет создавать компактно расположенные, удобные в обслуживании площадки технологического оборудования с ограниченным доступом. Таким образом, дорогостоящая техника централизованно обеспечивается энергией, средами и агентами, т.е. отпадает необходимость обустраивать несколько емкостей для хранения ГСМ, химически активных веществ и газов, насосных и агрегатных станций, при этом оборудование не подвергается опасности некавалифицированного воздействия со стороны студентов младших курсов, только начинающих знакомство с предметной областью своей специальности.

Кафедра Автоматики и Вычислительной Техники МГТУ осуществляет разработку и внедрение в учебный процесс компьютеризированной лаборатории "Теория автоматического управления" для технических специальностей МГТУ на основе распределенной системы сбора данных и управления ICN. В рамках проекта планируется масштабное обновление и увеличение функциональности лабораторных стендов для проведения занятий по дисциплинам «Теория автоматического управления», «Теория специальных систем управления». При этом осуществляется расширение количества доступных к наблюдению, регистрации и настройке параметров, пределов и интервалов их варьирования; интегрированное сочетание методов физического и цифрового моделирования, повышение качества визуализации изучаемых процессов до уровня, соответствующего современным компьютерным системам управления.

Планируется реализация инновационного подхода к образовательному процессу, предусматривающего обеспечение возможности выполнения любой лабораторной работы с любого ПК; унификация процесса выполнения лабораторных работ; создание электронного методического обеспечения, интегрированного в среду выполнения лабораторной работы.

В результате комплексной модернизации лаборатории ожидается достижение следующих эффектов:

- уменьшение количества ПК в классе и увеличение коэффициента их использования;
- улучшение условий труда персонала и обучаемых (снижение уровня излучений в аудитории, реализация требований и норм работы с ПК, улучшение эргономики рабочих мест);
- повышение общей надежности системы;

- экономия средств, затрачиваемых на образовательный процесс, за счет снижения количества потребляемой лабораторией электроэнергии
- оценка возможности получения доходов от распространения компьютеризированной лаборатории как коммерческого продукта.

На кафедре АиВТ завершена разработка распределенной системы сбора данных и управления ICN (сентябрь 2006). Создан демонстрационный образец участка компьютеризированной лаборатории. Проведен научно-практический семинар ВУЗа, на котором руководством МГТУ и технических кафедр была заслушана и одобрена информация о проекте.

Внедрение распределенной системы в качестве связующего звена при построении образовательного процесса позволит провести апробацию инновационного подхода к реализации учебного процесса, оценить его методическую и экономическую эффективность.

Получение математической модели температурного поля в полости автоклава

Ершов А.М.¹, Гроховский В.А.¹, Маслов А.А.², Власов А.В.² (МГТУ, каф. ТПП¹, каф. АиВТ², e-mail: ican2005@yandex.ru)

The article offers the problem statement of obtaining mathematical model of temperature field in autoclave chamber based on the active experiment results. The model characterizing heat transfer dynamics for every point of working volume is proposed.

В статье излагается постановка задачи получения математической модели температурного поля в полости автоклава на основании результатов активного эксперимента. Предлагается к рассмотрению модель, характеризующая динамику теплообмена для каждой точки рабочего объема.

В настоящее время стерилизация ведется с «запасом», чтобы гарантировать прекращение жизнедеятельности микроорганизмов в продукте. Необходимость увеличения продолжительности процесса стерилизации возникает вследствие недостаточности информации о реальном протекании процессов теплообмена в автоклаве.

Получение адекватной модели температурного поля в полости автоклава позволит уменьшить затраты теплоносителя на этапах прогрева и стерилизации, а также сократить общую продолжительность процесса за счет применения уточненной формулы стерилизации и оптимальной настройки регулятора контура подачи пара.

Получение математической модели может вестись на основе уравнений материального и теплового баланса, либо по экспериментальным данным с использованием планирования эксперимента.

Второй метод, хотя и не дает исчерпывающих данных о физике процесса, предпочтителен в условиях недостаточной полноты информации и хорошо подходит для использования при реализации алгоритмов управления.

Построение модели температурного поля ведется для парового стерилизатора периодического действия, в котором банки (размещаемые в клетях внутри автоклава) стерилизуются паром, подаваемым от парогенератора в автоклав (1, стр. 574-575, 580-592).

В общем виде модель процесса передачи тепла от парогенератора до банки можно представить как:

$$W_{\text{авт}}(r, \varphi, z, p) = t^0_{\text{авт}}(r, \varphi, z, p) / G_{\text{пар}}(p), \quad (1)$$

где $W_{\text{авт}}(r, \varphi, z, p)$ – передаточная функция;

$t^0_{\text{авт}}(r, \varphi, z, p)$ – преобразование Лапласа от временной зависимости температуры в точке с координатами r, φ, z ;

$G_{\text{пар}}(p)$ – преобразование Лапласа от временной зависимости подачи пара;

r, φ, z – координаты рассматриваемой точки в цилиндрической системе координат (радиус, угол и аппликата соответственно).

Исходя из выражения (1), полость автоклава разбивается на бесконечное число точек с координатами r, φ, z , для каждой из которых можно определить передаточную функцию, а значит, имеется возможность найти наиболее и наименее прогреваемые области и, следовательно, строить управляющий алгоритм, основываясь именно на них.

Конкретная степень аппроксимации объекта будет определена экспериментально. Из анализа априорных данных (графиков температуры внутри автоклава при стерилизации консервов на цеховом автоклаве под управлением САУСТ) была получена передаточная функция, состоящая из апериодического звена первого порядка и звена задержки, т.е. (1) можно переписать как:

$$W_{\text{авт}}(r, \varphi, z, p) = K(r, \varphi, z) / (T(r, \varphi, z) \cdot p + 1) \cdot e^{-\tau(r, \varphi, z) \cdot p}. \quad (2)$$

Функции $K(r, \varphi, z)$, $T(r, \varphi, z)$ и $\tau(r, \varphi, z)$ можно найти по данным активного эксперимента (план эксперимента подготовлен). Таким образом, упомянутые параметры будут представлены в виде полиномов первого или второго порядков с факторами r, φ, z (2, стр. 4-7, 29-37; 3, стр. 38-44).

Далее можно использовать математический аппарат с тем, чтобы выявить экстремумы функций и, опираясь на них, произвести оптимизацию регулятора, а также скорректировать методику расчета формулы стерилизации.

Отметим, что, для упрощения расчетов в первом приближении, в модель были внесены лишь некоррелированные изменяемые факторы r, φ, z . Прочие факторы (температура воздуха в помещении, начальная температура продукта, температура и давление греющего пара и т.п.) изначально предполагаются незначимыми, но будут фиксироваться при проведении эксперимента. При необходимости эти факторы легко могут быть внесены в модель.

Если же выдвинутые предположения подтвердятся и модель окажется адекватной, с ее использованием будет произведен синтез оптимального регулятора. В результате работы будет получена методика, позволяющая с минимальными затратами повысить экономическую эффективность автоклавов и в перспективе позволяющая оптимизировать процесс получения формул стерилизации (сокращением количества натуральных экспериментов за счет использования математической модели).

Список литературы

1. Дикис М.Я., Мальский А.Н. Технологическое оборудование консервных заводов.- М.: Пищевая промышленность, 1969;
2. Винарский М.С., Лурье М.В. Планирование эксперимента в технологических исследованиях.- Киев.: Техніка, 1975;

3. Ивботенко Б.А. Планирование эксперимента в электромеханике /
Б.А. Ивботенко, Н.Ф. Ильинский, И.П. Копылов.- М.: Энергия, 1975.

Термографическая диагностика объектов энергетики (особенности реализации инженерного курса)

Власов А.Б. (*МГТУ, кафедра электрооборудования судов*)

Инфракрасная термография (тепловидение) представляет метод получения информации о пространственном и временном распределении тепловой энергии (температуры) объектов путем бесконтактной регистрации оптического излучения в инфракрасном диапазоне. Проблемы количественной термографии актуальны при обследовании объектов электро- и теплоэнергетики в процессе выполнения мероприятий технического обследования, энергоаудита и энергосбережения.

Подобные вопросы играют важную роль для повышения квалификации инженерно-технических работников, интересующихся теорией и практикой диагностического обследования объектов энергетики с помощью тепловизионных приборов, проблемами тепловизионной диагностики, как аппаратного средства инженерного энергоаудита, а также преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений, учащихся средних специальных заведений и колледжей, перед которыми ставятся задачи ознакомления с современными неразрушающими дистанционными методами диагностики.

При изучении теории и практики термографического обследования существенную роль играют многочисленные факторы, которые целесообразно рассматривать в рамках теоретического курса, развития практических навыков и участия в научно-ориентированных исследованиях при испытаниях реального оборудования [1, 2].

К начальным проблемам, с которыми сталкиваются специалисты, относятся вопросы, связанные с инфракрасным излучением и методами его регистрации, проблемами количественной ИК-термографии, с учетом процессов, определяющих выделение тепла в конструкциях.

Предпосылки метода количественной ИК-термографии связаны с возможностью расчета плотности теплового потока от поверхности объектов, учетом влияния ветровой нагрузки на теплоотвод объектов в рамках прямой и обратной задачи.

Актуальным является развитие диагностических модели объектов электроэнергетики, в том числе маслонаполненных аппаратов, аппаратов с конденсаторным типом изоляции, контактных соединений, трансформаторов и т.п.

Для практической значимости большую роль играет оценка и прогнозирование показателей эксплуатационной надежности по результатам термографической диагностики, проведение оценки достоверности результатов на основе статистических гипотез, эксплуатационных показателей надежности, гамма-процентного ресурса, влияния факторов на параметры надежности.

Обширны возможности термографической диагностики объектов теплоэнергетики: ограждений зданий, магистральных трубопроводов, для развития методов исследования теплофизических параметров материалов на основе неравновесных тепловых процессов.

Как показывает анализ литературных данных по объектам испытаний и методикам инфракрасной диагностики в энергетике, посвященных инфракрасной инспекции объектов энергетике, на первое место выходят вопросы экспресс-аудита, экономической эффективности, повышения энергоэффективности и электробезопасности.

В приложении представлены многочисленные термограммы различных объектов, полученные в процессе тепловизионной диагностики.

Список литературы

1. Власов А.Б. Модели и методы термографической диагностики объектов энергетике. –М.: Колос, 2006.

2. Власов А.Б. Тепловизионная диагностика объектов электро- и теплоэнергетики (диагностические модели). Мурманск: Изд-во МГТУ, 2005. –265 с.

Автоматическая система управления микроклиматом на базе микропроцессорных регуляторов «ОВЕН»

Маслов А.А., Кайченев А.В. (МГТУ, каф. АиВТ, e-mail: ican2005@yandex.ru)

The structure and general characteristics of the Automatic Control System of Romm Microclimate are described in the article. The system is based on the industrial microprocessor controller MPR51 by "OWEN" company. The main purpose of the system installation into the study process is building up of the students and cadets practical skills in the control systems maintenance and adjustment.

В статье описаны структура и основные характеристики Автоматической Системы Управления Микроклиматом в Помещении. Система разработана на базе микропроцессорного регулятора МПР51 компании «ОВЕН». Основной целью внедрения системы в учебный процесс является повышение практических навыков студентов и курсантов в обслуживании систем управления и их настройке.

На кафедре А и ВТ МГТУ уже много лет проводится целенаправленная работа по разработке учебных стендов в рамках дипломного проектирования студентов и курсантов. Это позволяет оперативно обновлять учебные лаборатории и существенно снизить стоимость лабораторных установок по сравнению с вариантом закупки их на заводах-производителях. Так, разработанные на кафедре стенды распределенных систем управления на базе модулей удаленного сбора данных (ADAM-4000 и I-7000) и комплекс для разработки и отладки проектов АСУ ТП на базе промышленных компьютеров MIC2000 (ADVANTECH) и пакета моделирования автоматических систем регулирования Autosoft, являются основой лаборатории компьютерных систем управления (КСУ) [1]. Внедрение в учебный процесс этого оборудования позволило повысить уровень подготовки инженеров [2].

К сожалению, сами аппаратные средства, которые необходимо было использовать при создании стендов, имели относительно высокую стоимость [3].

В 2005 году кафедра А и ВТ МГТУ приняла участие в программе поддержки высших учебных заведений по оснащению лабораторий современным отечественным оборудованием промышленной автоматизации, проводимой российским производственным объединением «ОВЕН». На полученном от компании «ОВЕН» оборудовании был разработан учебный лабораторный стенд «Автоматическая система управления микроклиматом на базе микропроцессорных регуляторов «ОВЕН».

Стоит сказать, что в нашем северном регионе, ввиду специфики географического расположения области, вопросы с регулированием микроклимата стоят весьма остро. Тепличное хозяйство в регионе нуждается в обеспечении оптимальных температурно-влажностных режимов особенно в зимнее время года. Этот же вопрос стоит при проведении ряда технологических процессов на различных предприятиях пищевой промышленности, имеются в виду процессы копчения, вяления рыбы и мяса. Подготовка высококвалифицированных инженеров в области автоматизации технологических процессов ведется на кафедре А и ВТ.

Возможности лабораторной установки

Лабораторная установка предназначена для закрепления на практике знаний, полученных студентами при изучении дисциплин «Теория автоматического управления», «Теория специальных систем управления», «Микропроцессорные системы управления». Установка позволяет проводить лабораторные работы по изучению датчиков, основных законов регулирования (П-, ПИ-, ПД-, ПИД-законы и двухпозиционный релейный Т-закон), настройки и самонастройки, программирования регулятора при автоматическом управлении температурой и влажностью.

Описание разработанной установки

Ввиду того, что система является лабораторной установкой, она должна соответствовать ряду требований: наглядно представлять технологический процесс и работу механизмов, иметь относительно малые габариты и быть универсальной.

Лабораторный стенд состоит из:

- физической модели помещения (ФМП) (частично изолированной от окружающей среды камеры небольшого объема);
- микропроцессорного регулятора «ОВЕН МПР51-Щ4»;
- многофункционального блока;
- блока питания БП12;
- персонального компьютера с ОС Windows9x и/или Windows NT (Owen Process Manager v.1.04);
- средств сопряжения регулятора с ПК (адаптера интерфейса АС2, LPT-кабеля-программатора).

Физическая модель помещения включает в себя датчики и исполнительные механизмы. Два датчика – сухой термометр (Тсух) и влажный термометр (Твлаж), исполнительные механизмы – кипятильник-увлажнитель, нагреватель – ПЭВ, вентилятор-осушитель, вентилятор-охладитель. Датчики и исполнительные механизмы размещены внутри физической модели помещения таким образом, чтобы в наименьшей степени наблюдалось взаимовлияние контуров управления при работе системы.

Многофункциональный блок в основном предназначен для выполнения функций, связанных с защитой как микропроцессорного регулятора, так и исполнительных механизмов.

Обеспеченные защиты:

- от короткого замыкания силовых элементов системы;
- от включения увлажнителя-кипятильника при недостатке воды в стакане.

Также блок выполняет функции:

- регулирование напряжения, подаваемого на осушитель и охладитель;
- индикация работы исполнительных механизмов.

Особенности системы

1) Регулятор осуществляет управление, используя принцип широтно-импульсной модуляции управляющего воздействия.

2) В качестве нагревателей используются мощные керамические резисторы типа ПЭВ, а не ТЭНы или нагревательные нихромовые спирали. Это обусловлено высокой надежностью и низкой стоимостью резисторов.

3) В качестве охладителей и осушителей используются вентиляторы на базе двигателей постоянного тока. Система позволяет изменять их характеристики путем подачи различного по номиналу напряжения для изменения параметров объектов управления, что важно при исследованиях, проводимых в рамках лабораторных работ.

4) Для регистрации и архивации значений контролируемых величин используется Owen Process Manager v.1.04. Планируется, подключение установки к Scada-системе Trace Mode v.5.12 с использованием OPC-драйвера компании «ОВЕН».

Результаты работы системы

При экспериментальном проведении лабораторных работ с ненастроенным регулятором были получены зависимости температуры и влажности в ФМП от времени. Их анализ позволил сказать, что в процессе регулирования температура и влажность имеют значительные переувлажнения и за час работы системы не приходят к заданным значениям.

Автоматическая настройка существенно повысила показатели качества регулирования в системе управления микроклиматом.

Проведенные эксперименты показали работоспособность и высокую наглядность лабораторного стенда «Автоматическая система управления микроклиматом на базе микропроцессорных регуляторов «ОВЕН».

Итоги

Благодаря программе поддержки ВУЗов компании «ОВЕН» на кафедре А и ВТ МГТУ появились лабораторные стенды с новейшим оборудованием отечественного производства. Студенты, занимающиеся исследованием системы, получают необходимый практический опыт работы с современными промышленными средствами автоматизации. В планах кафедры А и ВТ МГТУ - использовать оборудование фирмы «ОВЕН» в экспериментальной коптильной установке, совершенствованием которой занимаются специалисты кафедры.

Список литературы

1. Маслов А.А., Висков А.Ю. Современный подход к разработке проектов АСУ ТП // «Современные технологии автоматизации». - №3/2001. – М.: СТА-Пресс, 2001. – С.68.

2. Маслов А.А., Ушаков С.И. Пакет анализа моделирования в реальном времени систем автоматического управления/регулирования «Autocont II» // «Наука производству» 2(27)/2000.- М.: НТП «Выраж-Центр», 2000.- С.24.

3. Маслов А.А., Висков А.Ю., Казаков Е.В. Комплекс для разработки и отладки проектов АСУ ТП на базе распределенных систем сбора данных и управления // Тезисы докладов всероссийской научно-техн. конф. «Наука и образование-2004». –Мурманск: Изд-во МГТУ, 2004. –С.113.

Разработка устройства определения концентрации растворов

Ершов А.М.², Маслов А.А.¹, Курамшина А.Р.¹ (МГТУ, каф. АиВТ¹, каф. ТПП², e-mail: ican2005@yandex.ru)

The general disadvantages of modern concentration meters, the device being developed at present time and its advantages are considered in the article. The hypothesis of concentration influence on the form of frequency characteristics is put forward. The economical methods of receiving frequency characteristics within the high-frequency and microwave range for further analysis are offered.

В статье рассматриваются общие недостатки, присущие современным концентромерам. Описывается разрабатываемый прибор и его достоинства. Выдвигается гипотеза о влиянии концентрации на форму частотных характеристик. Предлагаются экономичные методы получения частотных характеристик в области ВЧ и СВЧ для последующего анализа.

На кафедре автоматике и вычислительной техники МГТУ разрабатывается прибор, предназначенный для определения состава растворов жидкостей (многокомпонентных жидких смесей). Процесс определения заключается в обнаружении примесей в растворе, определении типа примесей и их концентраций.

Современные приборы-концентромеры либо не обеспечивают достаточных для исследователя характеристик, либо имеют высокую стоимость, а потому целесообразной выглядит разработка устройства, с одной стороны, имеющего достаточную чувствительность и удобство использования для исследовательских нужд, а с другой стороны, достаточно экономичного и надежного для использования в стационарном режиме на предприятии. Такой прибор сможет найти применение в различных областях промышленности. Например, он может быть использован для определения концентрации копильных препаратов, водоспиртовых растворов, контроля качества питьевой воды и др.

При создании разрабатываемого прибора используются наработки в области создания узлов распределенной системы управления ICN (2), а потому прибор может быть легко интегрирован в упомянутую систему, а также при необходимости подключен к компьютеру.

подавляющее большинство доступных приборов выводит информацию на осциллографы, частотомеры, вольтметры и т.п., что в ряде случаев не наглядно, не позволяет производить постэкспериментальный анализ данных и малоприменимо с исследовательской точки зрения. Использование компьютерных технологий в процессе обработки информации существенно повышает удобство работы с устройством по сравнению с имеющимися аналогами.

Планируется создать два типа устройств – сигнализатор-концентраномер (предназначен для стационарного использования на объекте, при достижении составом смеси недопустимых параметров включается сигнализация и может быть подан запрос-предупреждение по сети управляющему устройству) и анализатор (ориентированный на исследовательскую деятельность, подключаемый к компьютеру с целью обработки информации, вывода ее на экран монитора, внесения параметров в базу данных).

В ходе ранее проводимых на кафедре автоматики и вычислительной техники исследований были разработаны несколько концентраномеров, но они обладали упомянутыми выше недостатками. В частности, для определения концентрации использовался метод измерения электрофизических параметров (диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь). Минусом такого способа является ограниченная область применения. Он хорошо подходит лишь для жидкостей, являющихся хорошими диэлектриками. Это обусловлено тем, что для жидкостей с существенными диэлектрическими потерями амплитуда информативного сигнала имеет слишком малое для регистрации значение (1).

Так как информативным параметром может являться не только резонансная частота и добротность колебательного контура, но и форма ЛАЧХ и ЛФЧХ раствора с датчиком, планируется произвести эксперимент по определению состоятельности выдвинутой гипотезы.

Существенным препятствием является используемый диапазон частот (ВЧ и СВЧ). Высокоскоростные АЦП и буферы, необходимые для оцифровки выходного сигнала с достаточной разрешающей способностью, имеют высокую стоимость, что противоречит идее разработки экономичного прибора. Поэтому предлагается использовать альтернативные методы получения характеристик.

Один из них будет заключаться в анализе ЛАЧХ посредством подачи выходного сигнала на блок компараторов-защелок с разными уставками. Подавая на объект гармонические сигналы различной частоты и снимая выходные сигналы, можно получить набор значений, достаточных для построения ЛАЧХ. Недостатком такого метода является его «грубость» при малом количестве компараторов. Однако нельзя исключать возможность, что такая методика может быть применима в сигнализаторе-концентраномере.

Еще одним методом анализа растворов может выступать следующий подход: получаемые после пропускания набора синусоид через объект исследования выходные сигналы будут подаваться на детектор, выдающий сигнал, соответствующий действующему значению напряжения на входе детектора. Использование данного метода позволит уйти от проблемы обработки высокочастотного сигнала.

Методика получения ЛФЧХ в настоящий момент активно разрабатывается.

В ходе исследования планируется создать информационную базу параметров, характеризующих различные концентрации растворов. Использование базы приведет к упрощению анализа полученных результатов, так как система будет сама сравнивать полученные данные с уже имеющимися и выдавать пользователю конечную информацию о веществе и его концентрации. Будет предусмотрена функция расширения базы, что увеличивает диапазон оцениваемых растворов.

Список литературы

1. Викторов В.А. и др. Радиоволновые измерения параметров технологических процессов/ В.А. Викторов, Б.В. Лункин, А.С. Совлуков.- М.: Энергоатомиздат, 1989.-208 с.: ил.;

2. Маслов А.А. и др. Разработка распределенной системы сбора данных и управления на основе сетевого стандарта CAN/А.А. Маслов, А.В. Власов, А.Р. Курамшина//Сборник трудов IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск.: Изд-во ТПУ, 2006.- С. 302-304;

3. Власов А.В. Программное обеспечение распределенной системы сбора данных и управления на основе сетевого стандарта CAN/ А.В. Власов, А.А. Маслов// Сборник тезисов студенческой научно-практической конференции – 2004. Мурманск: Изд-во МГТУ. – С. 10-12.;

4. Курамшина А.Р. Распределенная система сбора данных и управления на основе стандарта CAN. Аппаратная часть/ А.Р. Курамшина, А.А. Маслов// Сборник тезисов международной научно-технической конференции "НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2005". Мурманск: Изд-во МГТУ.

Распределенная система сбора данных и управления ICN

Маслов А.А., Власов А.В., Курамшина А.Р. (МГТУ, каф. АиВТ,
e-mail: ican2005@yandex.ru)

The article describes ICN (iCAN control network), distributed control system based on CAN 2.0A (Controller Area Network, Robert Bosch GmbH.) developed by department of automatic equipment and computer science. Practical application in the educational field is also offered.

В статье описывается ICN (iCAN control network, управляющая сеть iCAN), распределенная система сбора данных и управления на основе сетевого стандарта CAN 2.0A (Controller Area Network, Robert Bosch GmbH., сеть контроллеров нижнего уровня), разработанная кафедрой автоматизации и вычислительной техники. Также описывается пример применения системы в образовательном процессе.

Постоянное совершенствование преподавания специальных дисциплин и внедрение современных и инновационных технологий в сферу образования является объективной необходимостью.

Поэтому к сентябрю 2006 года кафедрой АиВТ была завершена разработка собственной распределенной системы сбора данных и управления ICN. В качестве интерфейса передачи данных ICN использует CAN (стандарт CAN 2.0A), что обеспечивает ей высокую помехозащищенность, сравнительно большую скорость обмена (до 1000 Кбит/с) и позволяет использовать ее в самых неблагоприятных условиях (высокий уровень электромагнитных помех и т.д.).

Обобщенная структура системы ICN представлена на рисунке 1.

В первую очередь система позиционируется как экономичное и простое в использовании средство для создания компьютеризированных лабораторий. При этом имеющиеся в лаборатории ПК и лабораторные стенды посредством системы объединяются в единую сеть таким образом, что с любого ПК можно выполнять любую лабораторную работу (т.е. имеется возможность расширения количества стендов без увеличения подключаемых к ним компьютеров). Также ICN может использоваться в роли встраиваемой системы управления для технологических объектов.

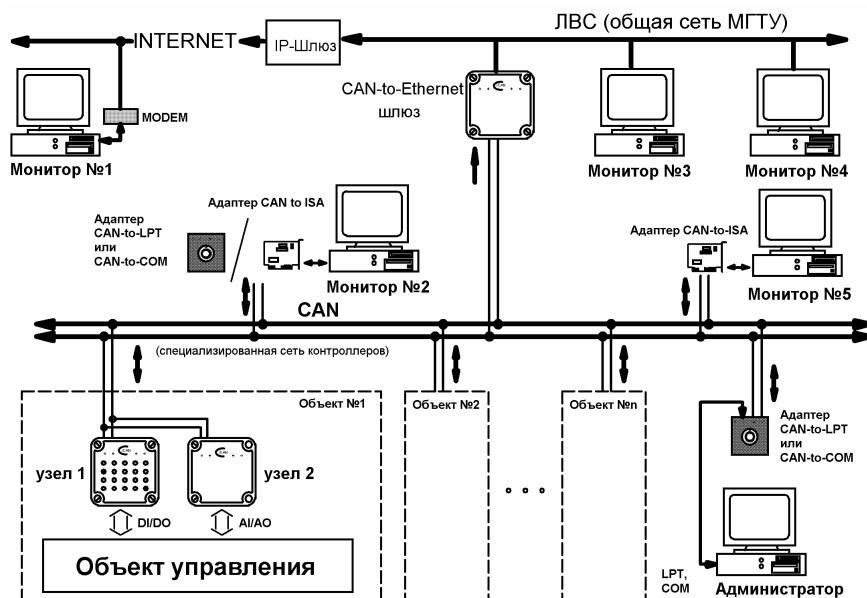


Рис. 1 – Обобщенная структура системы ICN

Физически система состоит из произвольного набора узлов, объединенных общей шиной. ПК подключаются к общей сети посредством адаптеров. Узлы построены по модульному принципу и могут сочетать в себе различные функциональные возможности (в зависимости от входящих в состав узла набора модулей).

К настоящему моменту разработаны следующие типы модулей:

1. ICN-CANUC-m1 – модуль универсального управляющего контроллера с поддержкой CAN

- Микроконтроллер: PIC18F252, восьмиразрядный
- Память ОЗУ: 1,5 Кбайт
- Память EEPROM: 256 байт
- Память программ: 16 килослов (14-разрядных)
- Количество обслуживаемых модулей: 2
- Версия сетевого протокола: CAN 2.0A, CAN 2.0B

2. ICN-AI-m1 – модуль аналогового ввода на 4 канала

- 10-разрядный АЦП
- все каналы дифференциальные
- частота выборок 2 кГц (все каналы)
- аналоговая фильтрация входного сигнала

3. ICN-AO-m1 – модуль аналогового вывода на 4 канала и ШИМ на 2 канала

- 10-разрядный ЦАП
- программируемая скорость изменения выходного сигнала
- частота ШИМ по умолчанию – 1 кГц
- максимальный ток канала ШИМ 1500 мА при напряжении 80В

4. ICN-DIO-m1 – модуль дискретного ввода-вывода

- 8 цифровых входов
- входное напряжение от 0 до 24 В

- 8 цифровых выходов типа открытый коллектор с защитой
 - максимальный ток нагрузки на канал 500 мА при напряжении 50 В
5. ICN-RO-m1 – модуль релейного цифрового вывода
- 4 релейных вывода типа С
 - параметры контактов реле:
 - по переменному току – 12 А при 120 В
 - по постоянному току – 10 А при 28 В

Управление системой реализовано максимально просто. В адаптеры встроен механизм преобразования протокола обмена популярных модулей удаленного сбора данных ADAM-4000 (Advantech) во внутренний протокол системы. Таким образом, программно ICN и ADAM-4000 совместимы, а значит, весь набор ПО, поддерживающий ADAM-4000, будет работать и с ICN.

Подробные технические характеристики ICN можно посмотреть на Интернет-ресурсе МГТУ (<http://www.mstu.edu.ru>) в разделе «Научная продукция».

В ближайшее время на основе ICN будет переоборудована лаборатория 404В, в которой проводятся занятия по дисциплинам «Теория автоматического управления», «Теория специальных систем управления».

Планируется увеличение функциональности лабораторных стендов (расширение количества доступных к настройке параметров, пределов и интервалов их варьирования; переход от аналогового моделирования к более современному – цифровому).

Внедрение ICN позволит выполнять любую лабораторную работу с любого ПК. В ходе разработки соответствующего программного обеспечения будет произведена унификация процесса выполнения лабораторных работ; создание электронного методического обеспечения, интегрированного в среду выполнения работы.

Будет уменьшено количество ПК в классе и увеличен коэффициент их использования. Применение ICN обеспечит улучшение условий труда персонала и обучаемых (снижение уровня излучений в аудитории, реализация требований и норм работы с ПК, улучшение эргономики рабочих мест). Также при использовании данной системы в учебном процессе будет получен определенный экономический эффект в виде уменьшения количества средств, затрачиваемых на образовательный процесс, за счет снижения количества потребляемой лабораторией электроэнергии.

Список литературы

1. Маслов А.А. и др. Разработка распределенной системы сбора данных и управления на основе сетевого стандарта CAN/A.А. Маслов, А.В. Власов, А.Р. Курамшина//Сборник трудов IV Всероссийской научно-

практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск.: Изд-во ТПУ, 2006.- С. 302-304;

2. Власов А.В. Программное обеспечение распределенной системы сбора данных и управления на основе сетевого стандарта CAN/ А.В. Власов, А.А. Маслов// Сборник тезисов студенческой научно-практической конференции – 2004. Мурманск: Изд-во МГТУ. – С. 10-12;

3. CAN Specification 2.0, Part A [Электронный ресурс]/Robert Bosch GmbH.- Режим доступа: <http://www.can-cia.ru>.

Управление технологическими процессами на базе программного обеспечения SCADA – систем

Прохоренков А.М. (МГТУ, кафедра Автоматики и вычислительной техники, e-mail: prohorenkovam@mstu.edu.ru)

Abstract. Application of SCADA – systems is the most perspective way to develop computerized control systems of technological processes. It gives ability of decision making on optimal control at the high level under incomplete or fuzzy data on some parameters of a technological process.

Современная АСУ ТП представляет собой многоуровневую человеко-машинную систему управления. Создание АСУ сложными технологическими процессами осуществляется с использованием автоматических информационных систем сбора данных и вычислительных комплексов, которые постоянно совершенствуются по мере эволюции технических средств и программного обеспечения. В процессе совершенствования технических средств, а так же аппаратно-программных средств, расширялся круг задач и функции решаемые АСУ ТП. В процессе этой эволюции менялись и функции человека (оператора/диспетчера), призванного обеспечить регламентное функционирование технологического процесса. Диспетчер в многоуровневой автоматизированной системе управления технологическими процессами получает информацию с монитора ЭВМ и воздействует на объекты, находящиеся от него на значительном расстоянии с помощью телекоммуникационных систем, контроллеров, интеллектуальных исполнительных механизмов. Необходимым условием эффективной реализации диспетчерского управления, имеющего ярко выраженный динамический характер, становится работа с информацией. От диспетчера уже требуется не только профессиональное знание технологического процесса, основ управления им, но и опыт работы в информационных системах, умение принимать решение (в диалоге с ЭВМ) в нештатных и аварийных ситуациях и многое другое. Диспетчер становится главным действующим лицом в управлении технологическим процессом. Говоря о диспетчерском управлении, нельзя не затронуть проблему технологического риска. Технологические процессы в теплоэнергетике, являются потенциально опасными и при возникновении аварий приводят к человеческим жертвам, а также к значительному материальному и экологическому ущербу. Статистика говорит, что за тридцать лет число учтенных аварий удваивается примерно каждые десять лет. В основе любой аварии за исключением стихийных бедствий лежит ошибка человека.

Одна из причин этой тенденции - старый традиционный подход к построению сложных систем управления, т. е. ориентация на применение

наиболее современных технических и технологических достижений и недооценка необходимости построения эффективного человеко - машинного интерфейса, ориентированного на человека (диспетчера).

Таким образом, требование повышения надежности систем диспетчерского управления является одной из предпосылок появления нового подхода при разработке таких систем: ориентация на оператора/диспетчера и его задачи.

Применение SCADA-технологий позволяет достичь высокого уровня автоматизации в решении задач разработки систем на уровне алгоритмов управления, а также алгоритмов сбора, обработки, передачи, хранения и отображения информации.

Дружественность человеко-машинного интерфейса (HMI/MMI), предоставляемого SCADA - системами, полнота и наглядность представляемой на экране информации, доступность "рычагов" управления, удобство пользования подсказками и справочной системой и т. д. - повышает эффективность взаимодействия диспетчера с системой и сводит к нулю его критические ошибки при управлении. Следует отметить, что концепция SCADA, основу которой составляет автоматизированная разработка систем управления, позволяет решить еще ряд задач, долгое время считавшихся неразрешимыми: сократить сроки разработки проектов по автоматизации и прямые финансовые затраты на их разработку. В настоящее время SCADA является основным и наиболее перспективным методом автоматизированного управления сложными динамическими системами.

Отметим коротко основные функции SCADA-систем:

1. сбор информации о ТП;
2. обеспечение интерфейса оператора;
3. сохранение истории процесса;
4. непосредственно автоматическое управление в необходимом объеме.

Современные SCADA-системы, позволяют достаточно быстро реализовать первые три функции, используя основной информационный элемент – тег (tag), логически связанный с данными, и разнообразные графические образы. Реализация четвертой функции может быть выполнена или с использованием блоков простых типовых алгоритмов управления (ПИД-регулятор, двухпозиционное регулирование и т.д.), или осуществлена по собственным алгоритмам с использованием скрипт-языков типа Microsoft Visual Basic (VB). Наряду с этим имеется возможность подключения инструментария в виде пользовательских DLL-библиотек, а также динамического обмена данными с пользовательскими приложениями по интерфейсу DDE.

Таким образом, SCADA-системы – идеальный инструмент для разработки ПО АСУ ТП, за исключением возможности полноценного тестирования как высокоэффективных алгоритмов управления, работающих при изменяющихся параметрах ТП, так и всей системы в

целом, в случаях неумелых действий оператора, приводящих к аварийным ситуациям ТП. В этих пакетах нет развитых средств создания модели ТП, так как их цель – отображение и управление процессом по поступающим данным и создание АСУ ТП. Реализация моделей даже типовых элементов на VB или на уровне DLL-библиотек – процесс трудоемкий и не универсальный. Решения с использованием универсальных пакетов визуального моделирования Simulink (MathWorks) и VisSim 32 (Visual Solution), информационно связанных со SCADA–системами через интерфейс DDE, эффективны для создания тренажеров, но не решают всех задач полноценного тестирования ПО АСУ ТП. Это связано с тем, что из объектов тестирования исключаются как программы обслуживания устройств связи с объектом (УСО), так и сами УСО. Отмеченное выше приводит к тому, что тестирование высокоэффективных и сложных алгоритмов управления, обеспечивающих оптимальное управление объектами с изменяющимися коэффициентами, а также тестирование всей системы в целом на корректность функционирования в ситуациях временного изменения параметров и аварий на ТП приходится выполнять на этапе проведения пусконаладочных работ непосредственно на объекте управления. Проведение таких работ требует отклонения функционирования АСУ ТП от нормального режима, а зачастую и полной остановки ТП. Вынужденный простой промышленного оборудования приводит к удорожанию проекта и увеличению сроков его внедрения. В ряде случаев ТП не допускает вывода его в аварийный или даже предаварийный режим для необходимого тестирования ПО, что приводит к возможной эксплуатации АСУ ТП с ПО, от которого "неизвестно, что ожидать" в экстренных ситуациях. Очевидно, что такая эксплуатация потенциальна экономическими и экологическими потерями. В этой связи, на этапе проектирования, необходимо иметь в наличии математические модели технологических процессов, на базе которых возможно решать задачи ситуационного моделирования процессов для отладки алгоритмов контроля, управления и интеллектуального сопровождения операторов на этапе принятия решений. Особенно актуальны эти задачи на предприятиях теплоэнергетики, где процессы протекающие в элементах систем носят случайный, нестационарный характер. Это, прежде всего, отбор тепловой энергии потребителями в зависимости от температуры окружающей среды, времени работы предприятий, а также параметров котлоагрегата: качество горения топливной смеси в топке, содержания солей в котловой воде, режимов работы основного и вспомогательного оборудования и других. Эффективное и оптимальное решение отмеченных выше задач возможно с использованием интеллектуальных методов построения систем ситуационного управления в классе: ситуация – стратегия – действие на базе методов нечеткой логики.

Однако, несмотря на новые технические возможности, имеющиеся опыт и результаты ранее выполненных исследований и разработок такого рода систем, при модернизации и развитии АСУ ТП тепловых станций

(ТС) по-прежнему нет надлежащего представления функций, ориентированных на усиление интеллектуальной составляющей деятельности оперативного персонала ТС (прежде всего, начальника смены ТС, диспетчера тепловых сетей). Большинство таких систем ограничивается функциями получения, предварительной обработки и визуализации информации, то есть исключительно информационными, а обобщающие оценки возникающих ситуаций и принятие решений, выражающихся, в конечном итоге, в определении соответствующих планов дальнейших действий, по-прежнему остаются уделом персонала. Следует заметить, что установка на ТС новых информационных систем и отсутствие систем интеллектуальной поддержки дежурного персонала – это та реальность, которая реализуется в проектах реконструкции АСУ ТП ТС. Это связано с тем, что требует от разработчиков АСУ ТП не только знаний своей предметной области, но также и знаний об особенностях технологических процессов ТС и управления ими, то есть знаний, относящихся к иной предметной области. Следовательно, оперативный персонал, используя предоставляемую ему информацию, будет действовать по старинке при оценке ситуаций и принятии решений, то есть без интеллектуальной поддержки со стороны таких систем. В противном случае указанные задачи должны решаться с помощью других (новых) компонентов этих систем.

В этой связи, при разработке проектов модернизации АСУ ТП ТС, решение задач интеллектуальной поддержки оперативного персонала необходимо решать с использованием методов нечёткой логики, а так же методов нейронных сетей с использованием концепций интегрированных АСУ ТП.

Использование комплекса для отладки проектов АСУ ТП, имеющего в своем составе полный имитатор технологических процессов, позволяет реализовывать в составе АСУ ТП не только высокоэффективные алгоритмы управления и контроля (оптимальное управление, адаптивное управление, диагностика технического состояния, оценивание и идентификация параметров объекта), но и реализовать эффективные алгоритмы интеллектуальной поддержки операторов, а следовательно-создавать высоконадёжное ПО АСУ ТП, сокращая при этом сроки внедрения разработок.

Разработка автоматизированной системы распределённого управления теплоэнергетическим предприятием

Прохоренков А.М., Алексеев С.В., Глухих В.Г.¹, Сабуров И.В.² (МГТУ, ¹кафедра Автоматики и вычислительной техники, ²Государственное областное унитарное теплоэнергетическое предприятие "ТЭКОС", e-mail: prohorenkovam@mstu.edu.ru , e-mail: saburov@tekos.ru)

Abstract. The purpose for the design of automatized industrial control system is broadening of functional abilities, reconstruction of the existent control system and based on the realization of highly reliable, functionally – full control system. The designed control system is aimed to provide continuons and safe functioning of the plant boiler eguipment, to increase guality of monitoring and control by a technological process and to improve work conditions for the staff.

Автоматизация котлоагрегатов Северной котельной ГОУТЭП «ТЭКОС» на базе современных аппаратно- программных средств информационно-управляющего комплекса ТДС 3000, первичных измерительных преобразователей и статических частотных векторных преобразователей позволила повысить экономическую эффективность работы не только его оборудования, но и установок потребляющих пар, а также электродвигателей приводов дымососов и вентиляторов.

Внедренные новые способы регулирования процессов горения, поддержания уровня в барабане котла, разряжения в топке котла, а также продувки циклонов котлоагрегата, обеспечивают сокращение расхода топлива. Это было достигнуто путем поддержания оптимальных параметров процессов горения, содержания котловой воды, разряжения в топке котла, а также путем поддержания максимально возможного КПД котла как в установившихся, так и в переходных режимах, исключая потери топлива за счет перерегулирования. Комплекс отмеченных выше мероприятий позволил увеличить производительность котлов путем быстрого управления агрегатом и сохранения аккумулированной в нем энергии на максимальном уровне.

С целью расширения функций и реконструкции существующей системы управления предлагаются несколько вариантов проектных решений построения АСУ ТП предприятия. Целью создания АСУ ТП является замена существующего морально устаревшего оборудования современными средствами автоматизации и создание на их базе высоконадежной, функционально-насыщенной системы, обеспечивающей непрерывную и безопасную работу котельного оборудования, повышение качества контроля и управления технологическим процессом и улучшение условий труда технологического персонала. Объектом автоматизации

является технологический процесс на паровых котлах, вспомогательном и общекотельном оборудовании.

Характерными особенностями технологического процесса являются:

- непрерывность технологического процесса в период эксплуатации и наличие элементов дублирования;
- пожаро- и взрывоопасность, обусловленные применением горючих материалов (мазут) и наличием находящейся под высоким давлением пара;
- наличие независимых технологических узлов.

Требования к структуре и функционированию системы – система должна состоять из двух целевых подсистем:

- информационно-управляющей (СМА);
- местного управления.

Информационно-управляющая подсистема должна обеспечивать: управление объектами котельной во всех эксплуатационных режимах, централизованный контроль за состоянием объектов, сигнализацию отклонения параметров от нормы, регулирование параметров процесса по стандартным законам, управление отдельными узлами процесса по специальным алгоритмам, ручное и дистанционное управление процессом, формирование технологических и аварийных сообщений, протоколирование действий оператора, контроль исполнения команд, дифференцированный допуск операторов к отдельным операциям, защиту системы от случайного или несанкционированного воздействия, расчет технико-экономических показателей, формирование отчетных документов о производственной деятельности котельного хозяйства, архивирование данных о состоянии технологического оборудования и о параметрах технологического процесса, действиях персонала по управлению оборудованием котельной, а также о несанкционированном допуске к управлению и информации.

Подсистема местного управления должна обеспечивать защиту технологического оборудования и персонала в аварийных ситуациях, сигнализацию срабатывания подсистемы защиты, фиксирование порядка срабатывания системы защиты, возможность ручного инициирования срабатывания системы защиты.

В узлах технологического процесса, требуемых по СНиП, подсистемы должны функционировать как две независимые структуры, имеющие отдельные каналы получения информации и выхода на исполнительные механизмы.

Комплекс технических средств системы должен быть построен по двухуровневой схеме. На нижнем уровне должны быть реализованы все функции регулирования, автоматического управления и защиты. На верхнем уровне должны быть реализованы централизованный контроль и дистанционное управление технологическим процессом, формирование и выдача отчетных документов. Обмен между верхним и нижним уровнями системы должен осуществляться автоматически. Для работы с системой

должно быть организовано рабочие места оператора (АРМ оператора) на базе ПЭВМ с периферийными устройствами.

Система должна иметь аппаратную и программную самодиагностику, а также сигнализацию и печать ее результатов.

АСУ ТП должна выполнять комплекс информационных, управляющих и вспомогательных (сервисных) функций.

Информационные функции:

- сбор и первичная обработка аналоговых сигналов,
- сбор и обработка дискретных сигналов,
- архивация (наполнение данных в архиве),
- отображение информации оператору-технологу,
- технологическая сигнализация,
- протоколирование информации (составление отчетов),
- расчет и анализ технико-экономических показателей,
- регистрация событий,
- регистрация аварийных ситуаций.

Управляющие функции:

- дистанционное управление,
- автоматическое регулирование,
- автоматическое логическое управление и технологические блокировки,
- технологические защиты.

Вспомогательные (сервисные) функции:

- обеспечение точности информации,
- обеспечение единого времени системы,
- тестирование и самодиагностика,
- защита от разрушения программного обеспечения и несанкционированного доступа к информации.

Современные микропроцессорные системы распределённого управления позволяют реализовать два уровня управления: локальный и централизованный.

На локальном уровне осуществляется автоматическое регулирование технологических процессов в отдельных контурах агрегатов котельной: поддержание разряжения в топках котлов, уровня воды в барабанах котлов, регулирование подачи топлива и воздуха в топку котлов, поддержание уровней, давлений и температур в агрегатах общекотельного оборудования. Вместо использования регулятора расхода воздуха, который работает от сигналов с датчиков расхода и газоанализатора и отражает работу теплоэнергетических установок в целом, не учитывая возможные отклонения в работе отдельных горелочных устройств, число которых на крупных котлоагрегатах может достигать нескольких десятков, предлагается использовать управление на основе раздельного управления подачей воздуха в каждую горелку, то есть, управление коэффициентом избытка воздуха.

Уровень централизованного управления решает задачи включения и отключения узлов технологического оборудования, распределения нагрузки между агрегатами котельной, выполнения заданного теплового графика.

Для решения задач управления необходимо предусмотреть два уровня управляющего оборудования: "нижний", на котором осуществляется ввод/вывод технологической информации, ее обработка и локальное управление технологическим оборудованием, и "верхний", на котором осуществляется отображение технологической информации и ввод управляющих воздействий. Это обеспечивается структурой системы, изображённой на рис.1.

Модули станций распределённого ввода/вывода предназначены для построения распределённых систем сбора данных и управления и представляют собой компактные и интеллектуальные устройства обработки сигналов датчиков, специально разработанные для применения в промышленности. Наличие встроенных микропроцессоров позволяет им осуществлять как реализацию регуляторов, так и нормализацию сигналов, операции аналогового и дискретного ввода/вывода, отображение данных и их передачу (или прием) по интерфейсу RS-485.

Преимуществом распределённой СУ является то, что даже при «зависании» управляющего компьютера система не потеряет работоспособность, так как локальные контроллеры будут продолжать работать по заранее заложенной в них программе. Программы закладываются в них с управляющего компьютера в начале работы. Сам управляющий компьютер предназначен, помимо того, что он загружает программы в регуляторы, для:

- приема информации о контролируемых технологических параметрах от контроллеров нижних уровней и датчиков;
- сохранения принятой информации в архивах;
- вторичной обработки принятой информации;
- изменения уставок регуляторов;
- графического представления хода технологического процесса, а также принятой и архивной информации в удобной для восприятия форме;
- оповещения персонала об обнаруженных аварийных событиях;
- формирования сводок и других отчетных документов на основе архивной информации, обмена информацией с АСУ предприятием (или, как ее принято называть сейчас, комплексной информационной системой).

Учитывая непрерывность технологического процесса, а также необходимость отказоустойчивости работы управляющего оборудования, "нижний" уровень управления должен иметь горячее резервирование.

Данная конфигурация позволяет неограниченно наращивать систему управления и реализовывать любые алгоритмы управления. Внедрение

системы требует разработки нового программного обеспечения под PLC и SCADA системы. Для использования и обслуживания требуется переподготовка персонала отдела КИП и автоматики.

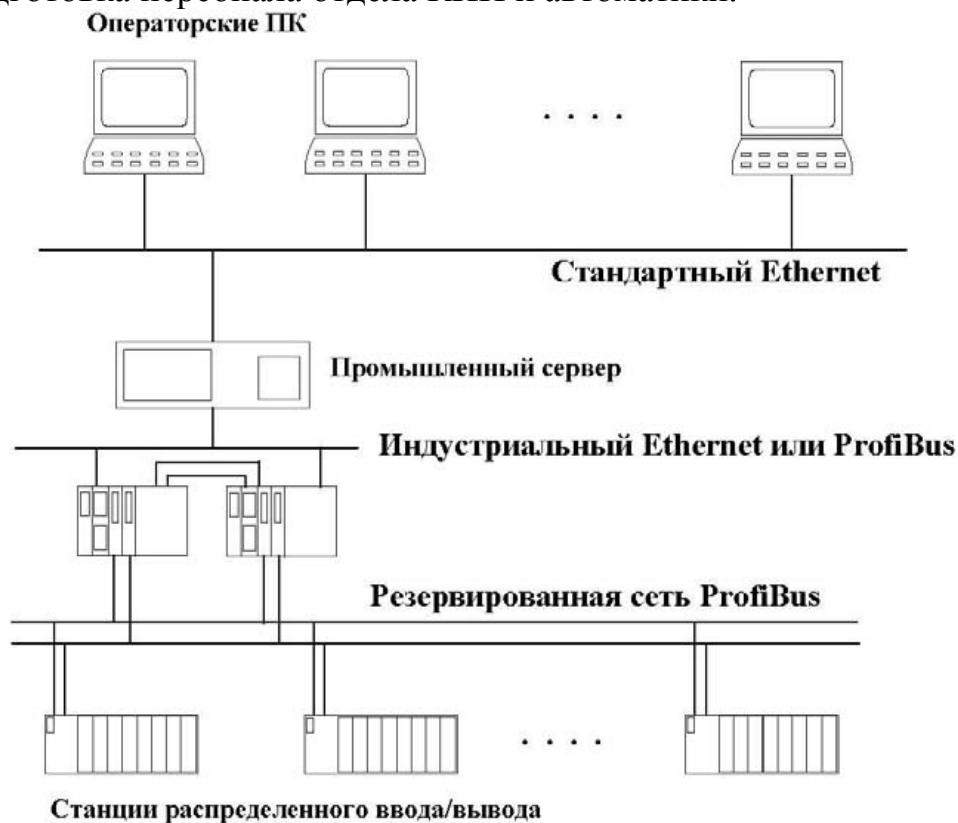


Рис.1. Структура АСУ ТП распределённого управления

В докладе представлены структуры предлагаемых вариантов проектных решений построения АСУ ТП предприятия.

Определения характеристик случайных процессов с использованием методов нечеткой логики

Прохоренков А.М., Совлуков А.С.¹, Качала Н.М.² (МГТУ, ¹кафедра Автоматики и вычислительной техники, ²кафедра информационных систем, e-mail: prohorenkovam@mstu.edu.ru)

Abstract. Needs for a classification of random processes in industrial control systems are considered. Informative signs and existent methods for the classification are analyzed. The new approach is suggested. According to it process type (stationary or non-stationary), process kind (additive, multiplicative or additive-multiplicative) and deterministic constituent's kind are classification signs. One realization-based algorithm for classification of random processes is proposed. It implies application of non-parametric criteria, Hurst items, Bayesian classifying procedure and fuzzy logic.

Случайные процессы, протекающие в системах управления, можно представить как результат совместного действия детерминированного полезного сигнала и стационарной помехи. В общем случае влияние помехи на полезный сигнал может быть выражено оператором $X(t) = V(\varphi(t), \varepsilon(t))$, где $\varphi(t)$ – полезный сигнал (сигналы), $\varepsilon(t)$ – стационарная помеха. В зависимости от вида оператора V различают следующие модели сигналов:

$$\text{аддитивная модель } X(t) = \varphi_1(t) + \varepsilon(t); \quad (1)$$

$$\text{мультипликативная модель } X(t) = \varphi_2(t)\varepsilon(t); \quad (2)$$

$$\text{аддитивно-мультипликативная модель } X(t) = \varphi_1(t) + \varphi_2(t)\varepsilon(t), \quad (3)$$

где $\varphi_1(t)$, $\varphi_2(t)$ – детерминированные функции времени, $\varepsilon(t)$ – стационарный случайный процесс с нулевым математическим ожиданием $m_\varepsilon = 0$ и постоянной дисперсией D_ε .

В инженерной практике обычно рассматриваются стационарные в широком смысле процессы, при этом оценивается во времени поведение математического ожидания, дисперсии и корреляционной функции. Поэтому и при классификации нестационарных процессов следует исходить из анализа этих же характеристик.

С учетом принятых допущений математическое ожидание m_X , дисперсия D_X и корреляционная функция R_X случайных процессов, представленных моделями (1-3), имеют следующий вид:

аддитивная модель:

$$m_X(t) = \varphi_1(t); D_X(t) = D_\varepsilon; R_X(t_1, t_2) = R_\varepsilon(t_1, t_2); \quad (4)$$

мультипликативная модель:

$$m_X(t) = 0; D_X(t) = \varphi_2^2(t)D_\varepsilon; R_X(t_1, t_2) = \varphi_2(t_1)\varphi_2(t_2)R_\varepsilon(t_1, t_2); \quad (5)$$

аддитивно-мультипликативная модель:

$$m_X(t) = \varphi_1(t); D_X(t) = \varphi_2^2(t)D_\varepsilon; R_X(t_1, t_2) = \varphi_2(t_1)\varphi_2(t_2)R_\varepsilon(t_1, t_2). \quad (6)$$

Из приведенных соотношений следует, что математическое ожидание для аддитивной и аддитивно-мультипликативной моделей

зависит от детерминированной составляющей $\varphi_1(t)$. Дисперсия и корреляционная функция аддитивной модели полностью характеризуются свойствами стационарной помехи. В то время как для мультипликативной и аддитивно-мультипликативной моделей эти вероятностные характеристики определяются также и детерминированной составляющей $\varphi_2(t)$.

Выражения (4) и (6) показывают, что для процессов, представленных аддитивной и аддитивно-мультипликативной моделями, математическое ожидание можно оценить по одной реализации с помощью той или иной операции, эквивалентной фильтрации низких частот.

В общем случае под классификацией понимается разделение рассматриваемой совокупности объектов или явлений на однородные, в определенном смысле, группы либо отнесение каждого из заданного множества объектов к одному из заранее известных классов. Во втором случае имеем задачу классификации при наличии обучающих выборок («классификация с обучением»). В классическом виде решение данной задачи заключается в выполнении отображения вида:

$$R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\} \rightarrow y \in \{d_1, d_2, \dots, d_m\},$$

т.е. отнесение объекта, заданного вектором информативных признаков $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$, к одному из наперед определенных классов $\{d_1, d_2, \dots, d_m\}$.

Процессы, представленные моделями вида (1)-(3), относятся к классу нестационарных случайных процессов. Для выявления нестационарных свойств предлагается использовать непараметрические критерии, показатель Херста и коррелограммы, по результатам применения которых будет формироваться вектор информативных признаков R .

В основном, отмеченные выше проблемы связаны с зависимостью значений выделенных классификационных признаков от длины реализации и параметров исследуемого процесса, последние на этапе классификации процесса неизвестны. В силу такой постановки вопроса для классификации процессов предлагается использовать методы нечеткой логики. С этой целью требуется выполнить классификацию процесса $X(t)$ на основе наличия или отсутствия n событий. Количество событий (признаков) равно количеству рассматриваемых непараметрических критериев. Определим для каждого j -го события, $j = 1, 2, \dots, n$, случайную величину:

$$r_j = \begin{cases} 1, & \text{если событие } j \text{ имеет место,} \\ 0, & \text{если событие } j \text{ отсутствует.} \end{cases}$$

В нашем случае $r_j = 1$, если в исследуемом процессе $X(t)$ по критерию j выявлена тенденция изменения математического ожидания, $r_j = 0$ – в противном случае.

Вероятность принадлежности объекта к классу d_i при условии равенства значения признака r_j единице обозначим как $p_{ij} = \Pr(r_j = 1 | d_i)$,

тогда $\Pr(r_j = 0 | d_i) = 1 - p_{ij}$ для $i=1,2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$. Поскольку непараметрические критерии позволяют разбить множество исследуемых процессов на стационарные и нестационарные процессы, то в данном случае $m = 2$.

Закон распределения r_j для класса d_i имеет вид:

$$f_i(r_j) = p_{ij}^{r_j} (1 - p_{ij})^{1-r_j}.$$

Результаты r_j применения непараметрических критериев являются независимыми, поэтому совместный закон распределения $f_i(\mathbf{r})$ для класса d_i можно записать в виде

$$f_i(\mathbf{r}) = \prod_{j=1}^n f_i(r_j).$$

Предположим, что априорные вероятности одинаковы $q_1 = q_2 = 0,5$ и стоимости ошибочной классификации равны. Условная вероятность $\Pr(d_i | \mathbf{r})$ того, что исследуемый процесс принадлежит классу d_i при данном векторе наблюдений (апостериорная вероятность), определяется по формуле:

$$\Pr(d_i | \mathbf{r}) = \frac{q_i \prod_{j=1}^n p_{ij}^{r_j} (1 - p_{ij})^{1-r_j}}{\sum_{k=1}^m q_k \left[\prod_{j=1}^n p_{kj}^{r_j} (1 - p_{kj})^{1-r_j} \right]}.$$

Процесс $X(t)$ относится к тому классу d_i , для которого величина $\Pr(d_i | \mathbf{r})$ максимальна.

Величины p_{ij} оцениваются по обучающей выборке из S процессов, принадлежащих всем рассматриваемым моделям (1-3) и содержащих различные типы детерминированных составляющих. В предлагаемом подходе каждый классификационный признак R_j задается лингвистической переменной, характеризующейся тройкой элементов $\langle R_j, T_j, U_j \rangle$, где R_j – имя переменной; T_j – терм-множество, каждый элемент которого представляется как нечеткое множество на универсальном множестве U_j .

Универсальное множество значений показателя Херста – $U_H = [0, 1]$. Значения H в окрестности $0,4 < H < 0,6$ определяют собой область белого шума в нечетком смысле. Значения H в окрестности $0,3 \pm 0,1$ говорят о наличии в рассматриваемом временном ряду периодической компоненты. Значения H , близкие к единице характеризуют наличие монотонной компоненты в исследуемом процессе.

Определим терм-множество как имена возможных составляющих нестационарных случайных процессов: «периодическая», «стационарная», «монотонная». Функции принадлежности зададим в виде разности двух гауссовых функций, определяемых соотношением:

$$\mu(x, \sigma_1, c_1, \sigma_2, c_2) = e^{-\frac{(x-c_1)^2}{\sigma_1^2}} - e^{-\frac{(x-c_2)^2}{\sigma_2^2}}.$$

Данная функция принадлежности позволяет отразить тот факт, что для каждого типа процесса характерен некоторый диапазон значений показателя Херста – ядро нечеткого множества непустое. Функции

принадлежности лингвистической переменной «показатель Херста» до настройки нечеткой модели приведены на рис.2.а.

Терм-множество переменной «непараметрические критерии» определим как {«стационарный», «нестационарный»}. Формализацию термов осуществим с помощью двойной гауссовой функции принадлежности (рис. 2.б).

Третью лингвистическую переменную назовем «коррелограмма». Универсальное множество значений этой переменной $U_R = [0, \infty)$. Терм-множество переменной «коррелограмма» определим как {«мало», «много»}. Формализацию термов осуществим с помощью двойной гауссовой функции принадлежности (рис. 2.в).

Классификация на основе нечеткого логического вывода осуществляется по базе знаний правил, которая может быть представлены в виде системы уравнений:

$$\bigcup_{p=1}^{k_i} w_{ip} \left[\bigcap_{j=1}^n x_j = r_j^{ip} \right] \rightarrow y = d_i, i = \overline{1, m},$$

или через функции принадлежности:

$$\mu_{d_i}(X) = \bigcup_{p=1}^{k_i} w_{ip} \left[\bigcap_{j=1}^n \mu_{ip}(x_j) \right], i = \overline{1, m},$$

где d_i – классы; r_j^{ip} – нечеткий терм, которым оценивается переменная x_j в строке с номером ip

($p = 1, 2, \dots, k_i$); k_i – количество строчек-конъюнкций, в которых выход y оценивается значением d_i ; $w_{ij} \in [0,1]$ – весовой коэффициент правила с номером ip .

В качестве решения выбирают класс с максимальной степенью принадлежности:

$$y^* = \arg \max_{\{d_1, d_2, \dots, d_m\}} (\mu_{d_1}(X^*), \mu_{d_2}(X^*), \dots, \mu_{d_m}(X^*)),$$

где символом * обозначен вектор значений классификационных признаков исследуемого процесса.

Задача классификации случайных процессов решалась в среде Matlab с использованием пакетов Fuzzy Logic Toolbox и Optimization Toolbox.

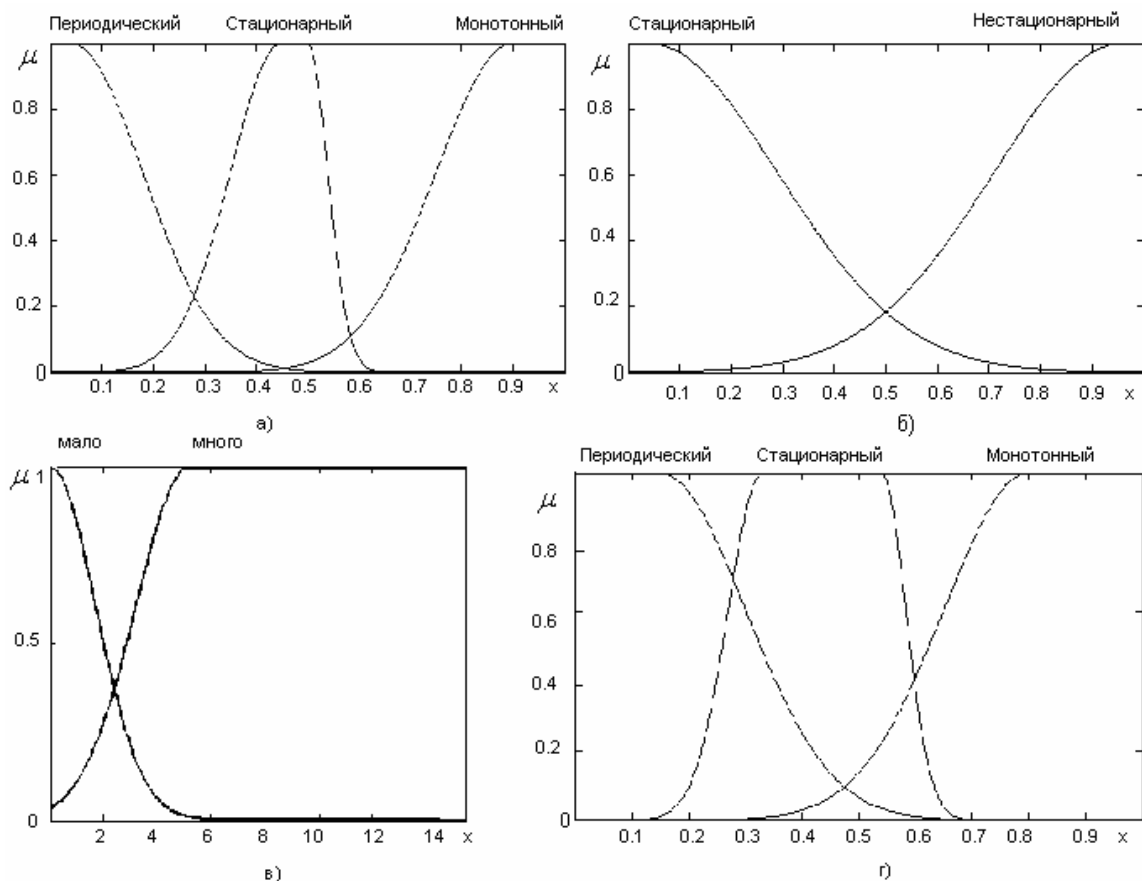


Рис. 2. Функции принадлежности лингвистических переменных

В качестве решения выбирают класс с максимальной степенью принадлежности:

В результате настройки нечеткой модели по обучающей выборке, содержащей 100 различных случайных процессов, параметры функций принадлежности изменились, что иллюстрируется на примере функций принадлежности лингвистической переменной «показатель Херста», рис. 2.г. Качество нечеткой модели классификации было проверено на тестирующей выборке.

Данная классификация позволила определить последовательность этапов анализа случайных процессов, предложить процедуру обработки случайных процессов, а также разработать алгоритм автоматической классификации по совокупности признаков. Это дает возможность оперативно в САУ перестраивать измерительную процедуру, включая в зависимости от класса и типа процесса блок, реализующий алгоритм центрирования, или блок нормирования, или выполнить последовательно обе эти операции. Знание типа детерминированных составляющих процесса повышает точность идентификации параметров этих составляющих.

Централизованное управление теплоснабжением города

Алексеев С.В.¹, Прохоренков А.М.¹, Сабуров Е.И.², Сабуров И.В.²
(МГТУ, ¹кафедра Автоматики и вычислительной техники, ²
Государственное областное теплоэнергетическое предприятие "ТЭКОС",
e-mail: prohorenkovam@mstu.edu.ru, e-mail: saburov@tekos.ru)

Design results for centralized control system of urban heat supply operating parallel to common heat system of district heating stations are presented. Such approach is shown to save fuel, to increase reliability and operability of urban heat supply systems.

Современные системы централизованного теплоснабжения городов сложились как очень сложные, пространственно распределённые системы снабжения потребителей энергией с замкнутой циркуляцией [1]. Свойство саморегулирования у потребителей, как правило, отсутствует, распределение теплоносителя производится предварительной установкой специально рассчитанных (на один из режимов) постоянных гидравлических сопротивлений. В этой связи, случайный характер отбора тепловой энергии потребителями пара и горячей воды приводит к сложным в динамическом отношении переходным процессам во всех элементах теплоэнергетической системы (ТЭС).

Поэтому одной из актуальных проблем на сегодняшний день является задача управления потоками тепловой энергии с учетом гидравлических характеристик как самих тепловых сетей, так и потребителей энергии. Решение этих проблем связано с решением задач создания теплоснабжающих систем с параллельной работой нескольких источников тепла (тепловых станций) на общую тепловую сеть города и на общий график тепловой нагрузки. Такие системы позволяют решать проблемы экономии топлива от теплофикации, увеличивать степень загрузки основного оборудования, осуществлять эксплуатацию котлоагрегатов в режимах с оптимальными КПД. Такой подход позволяет повысить надёжность и маневренность системы теплоснабжения, а также создавать необходимый, научно обоснованный резерв. Оптимальная загрузка источников теплоты определяется исходя из оптимальной загрузки котлоагрегатов и перераспределения нагрузки между тепловыми станциями в течение отопительного периода. Решение этой проблемы стало возможным только после реконструкции отопительных котельных [2]. Основа реконструкции состояла в замене морально устаревших средств автоматизации на современные, реализованные на базе микропроцессорных информационно-управляющих комплексов [3].

Специфическая особенность города Мурманска состоит в том, что он расположен на холмистой местности. Минимальная высотная отметка 10 м, максимальная – 150 м. В связи с этим, теплосети имеют тяжелый

пьезометрический график. Из-за повышенного давления воды на начальных участках увеличивается аварийность (разрывы труб).

Для оперативного контроля за состоянием удаленных объектов и управления оборудованием, находящимся на контролируемых пунктах (КП) разработана автоматизированная система диспетчерского контроля и управления центральными тепловыми пунктами и насосными станциями города Мурманска. Контролируемые пункты, на которых в процессе реконструкционных работ установлено оборудование телемеханики, расположены на удалении до 20 км от головного предприятия ГОУТП «ТЭКОС». Связь с существующими на них КП телемеханики осуществляется по выделенной телефонной линии связи. Центральные бойлерные и насосные станции представляют из себя отдельно стоящие здания, в которых установлено технологическое оборудование. Данные с КП поступают на диспетчерский пункт, находящийся на территории предприятия «ТЭКОС», в его сервер и доступны пользователям локальной вычислительной сети предприятия для решения своих задач.

Задачи, решаемые системой:

- сбор информации от центральных тепловых пунктов, насосных станций и бойлерных;
- формирование заданий на управление режимами параллельной работы тепловых станций города на общую тепловую сеть;
- контроль параметров о выходе за границы допусковых зон на контролируемых пунктах (КП);
- гидравлический расчёт сложных разветвлённых цепей тепловых сетей;
- обработка и архивация собранной информации;
- регистрация аварийных ситуаций с выдачей сигнала “тревоги” оперативному персоналу;
- обеспечение доступа к собранной информации по локальной вычислительной сети (ЛВС) предприятия отделам и службам;
- дистанционное управление исполнительными механизмами КП;
- осуществление конфигурирования системы;
- редактирование параметров КП;
- наблюдение имеющихся и создание новых экранных мнемосхем на вводимых КП с отображением измеряемых параметров;
- ведение электронного журнала событий;
- подготовка и распечатка отчетов;
- создание автоматизированной системы контроля и учёта электроэнергии.

В соответствии с задачами, решаемыми автоматизированной системой диспетчерского контроля и управления центральными тепловыми пунктами и насосными станциями, комплекс имеет двухуровневую структуру (рис.1).

1. уровень (верхний, групповой) – пульт диспетчера. На этом уровне реализовано выполнение следующих функций: централизованный контроль и дистанционное управление технологическими процессами, отображение данных на дисплее пульта управления, формирование и выдача отчетной документации, формирование заданий на управление режимами параллельной работы тепловых станций города на общую тепловую сеть, доступ пользователей локальной сети предприятия к базе данных технологического процесса.

2. уровень (локальный, местный) – оборудование КП с размещенными на них датчиками сигнализации, измерения и оконечными исполнительными устройствами. На этом уровне реализованы функции сбора и первичной обработки информации, выдача управляющих воздействий на исполнительные механизмы объектов управления.

Функции, выполняемые системой

Информационные функции:

- контроль показаний с датчиков давления; контроль показаний с датчиков температуры; контроль показаний с датчиков расхода воды; контроль состояния исполнительных механизмов (вкл/выкл, откр/закр).

Функции сигнализации:

- отключение электроэнергии на КП; срабатывание датчика затопления на КП; срабатывание датчиков охраны на КП; сигнализация с датчиков предельного (высокого/низкого) давления в трубопроводах; сигнализация аварийного
- изменения состояния исполнительных механизмов (вкл/выкл, откр/закр).

Управляющие функции:

- управление сетевыми насосами;
- управление насосами горячей воды;
- управление прочим технологическим оборудованием КП.

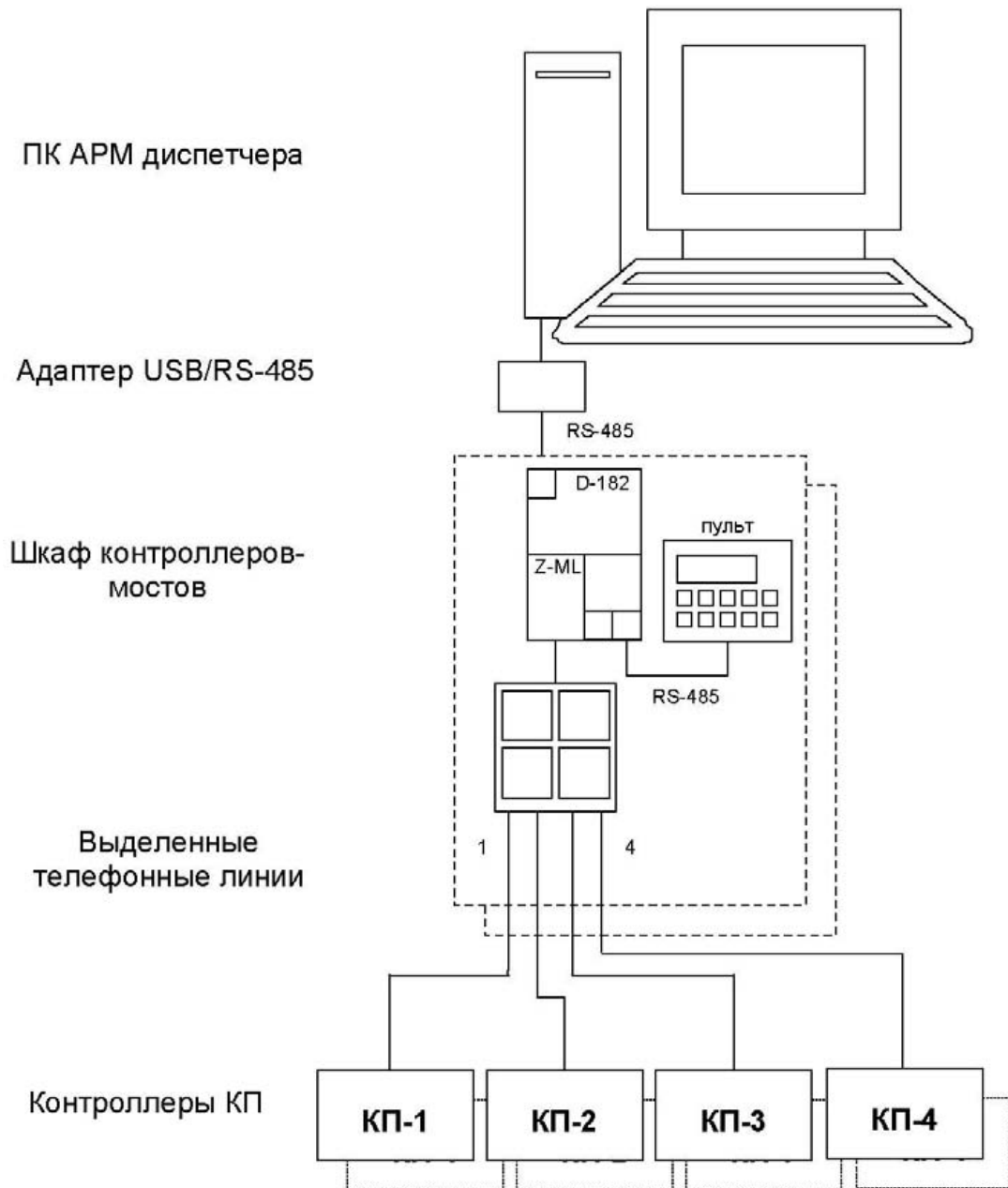


Рис 1. Структурная схема комплекса.

Функции визуализации и регистрации:

- все информационные параметры и параметры сигнализации отображаются на трендах и мнемосхемах операторской станции;
- все информационные параметры, параметры сигнализации, команды управления регистрируются в базе данных периодически и в случаях изменения состояния.

Выводы

Внедрение данной системы управления позволяет решать задачи не только оперативного управления теплоснабжением города, но и снижать удельные нормы расхода топлива на котлах. Все применяемые модули, реализующие отмеченные выше функции, имеют унифицированное

конструктивное исполнение, напряжение питания и сетевой интерфейс. Для взаимодействия контроллера Descont-182 с модулями ввода/вывода применяется локальная технологическая сеть SYBUS на физическом интерфейсе RS 485.

Список литературы

1. Шубин Е.П. Основные вопросы проектирования систем теплоснабжения городов. – М.: Энергия, 1979. – 360с.
2. Прохоренков А.М. Реконструкция отопительных котельных на базе информационно-управляющих комплексов. // Наука производству - 2000. - № 2.- с.51-54.
3. Prokhorenkov A.M., A.S. Sovlukov. Fuzzy models in control systems of boiler aggregate technological processes. // Computer Standarts & Interfaces, 24 (2002). - p.151-159.

Преодоление методологической разобщенности электротехнических дисциплин средствами компьютерного моделирования

Саватеев Д.А., Шиян А.Ф. (МГТУ, кафедра ЭОС)

Abstract. The paper contains the pedagogical expediency substantiation of computer models application in electromagnetic phenomena and processes study, and examples of new computer technologies using in electro-technical subjects teaching.

Опыт подготовки студентов электротехнических специальностей показывает, что понимание физической сущности явлений, происходящих в асинхронном двигателе при меняющейся нагрузке на валу, представляет собой сложную, зачастую неразрешимую для студента задачу. И это при том, что решению данной задачи должно служить последовательное изучение электромагнитных взаимодействий в нескольких курсах вуза – общей физики, теоретической электротехники, электрических машин и электрического привода. Сила Лоренца, вращающая ротор и вводимая еще курсом школьной физики, рассматривается перечисленными дисциплинами с разных точек зрения, под разным углом, в различных проявлениях и т. д. и т. п., но, несмотря на это, объяснить *физику* явлений, происходящих в самой распространенной и востребованной электрической машине, значительное число старшекурсников не в состоянии. В чем тут дело и как исправить положение – ответам на эти вопросы посвящается статья.

Зависимость момента от тока проста, известна из курса общей физики и должна быть достаточной для объяснения поведения электрической машины. Момент пропорционален потоку магнитной индукции, активному току проводников ротора, а также длине этих проводников и плечу действия силы Лоренца, которые постоянны и включены в коэффициент C_M : $M = \Phi \cdot (I_2 \cdot \cos\psi_2) \cdot C_M$. Таким образом, зависимость выглядит простой – все величины, кроме активной составляющей роторного тока постоянны. Но сложность использования формулы все же существует и объясняется тем, что возрастание потребляемого тока при увеличении нагрузки на валу не означает возрастание активной составляющей этого тока. Изменение произведения $I_2 \cdot \cos\psi_2$ имеет более сложный, неочевидный характер, в результате чего знания студентов о силе Лоренца остаются невостребованными, а зависимость электромагнитного момента от частоты вращения – непонятной и непонятой. Выполнение лабораторных исследований асинхронной машины не проясняет ситуации, поскольку традиционный измерительный прибор – амперметр, предоставляет информацию о токе I_2 ,

а не о его активной составляющей $I_2 \cdot \cos \psi_2$. Даже использование фазометра не меняет ситуацию – установление связи между током асинхронной машины и ее электромагнитным моментом по показаниям стрелочных приборов по силам лишь подготовленным специалистам, но не учащимся.

Мы отдаем должное традиции преподавания данного материала, сложившейся в вузе. Например, в курсе электрических машин студентам предлагается другая формула электромагнитного момента,

$$M = \frac{m_1}{\omega_1} \cdot \frac{U_1^2 \cdot \frac{r_2'}{s}}{\left(r_1 + c_1 \cdot \frac{r_2'}{s}\right)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x_2')^2},$$

но физической сущности процессов она не раскрывает, а напротив, готовит почву для формализации построения кривой электромагнитного момента с использованием формулы Клосса.

В то же время, учебные планы и программы дисциплин предусматривают возможность обучения физическим основам электромагнитных явлений, рассматриваемых специальными дисциплинами. Теоретическая электротехника должна учить умению устанавливать взаимосвязь между мгновенными значениями электрических величин и их интегральными характеристиками. Векторные и круговые диаграммы обладают хорошей наглядностью и большой информационной емкостью, позволяя мгновенно оценивать амплитуду и фазу сигнала, которые так необходимо иметь в виду при использовании простой формулы момента асинхронной машины. Но такого рода диаграммы используются недостаточно, или не служат своему

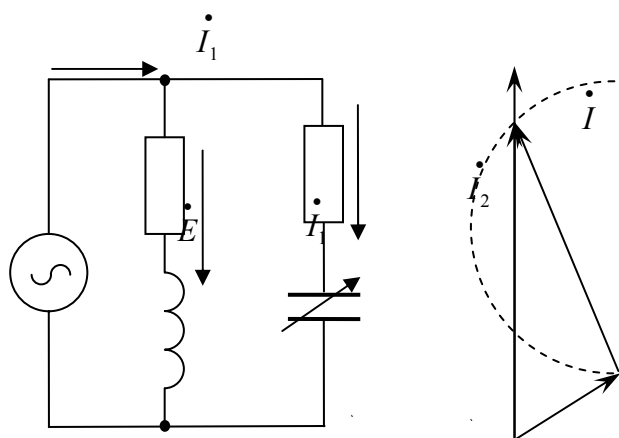


Рис. 1. Схема цепи при исследовании явления резонанса токов (а), круговая векторная диаграмма тока I_2 при изменении емкости конденсатора от нуля до бесконечности (б).

на этапе электрических измерений (1).

назначению, являясь для студентов лишь отдельным классом учебных задач. Причина в сложности их построений, а также в том, что до сегодняшнего дня не существовало измерительного прибора, представляющего синусоидальные электрические величины в векторном виде. Применение микропроцессорных технологий и компьютерного моделирования позволили создать прибор, рабочее название которого – векторограф, позволяющий использовать векторную модель электромагнитных процессов уже

О преодолении методологической разобщенности электротехнических дисциплин можно будет говорить в том случае, если использование векторной модели взаимодействующих электрических величин будет активным и неформальным на всех этапах изучения электромагнетизма. Векторограф может быть включен в процесс исследования цепей переменного тока уже в курсе общей физики с последующим активным применением в курсах специальных дисциплин. Примером его использования в рамках курса физики может служить исследование явления резонанса при неизменной частоте питающего напряжения (рис. 1). Существующая методика исследования, предусматривающая применение традиционных измерительных приборов, имеет два недостатка, которые, в ряде случаев, являются существенными. Первый недостаток проявляется, когда электрические измерения и обработка результатов оказываются разнесены во времени. В этом случае осознание студентом факта наблюдения резонанса происходит уже после натурального эксперимента, а сам эксперимент приобретает формальный характер. Второй недостаток заключается в том, что на этапе натурального эксперимента не используется символическая модель электрической цепи, а послеопытные построения векторных диаграмм имеют статичный характер и не отражают динамики эксперимента. Разработанное компьютерное средство не отменяет существующей методики, а дополняет ее, предоставляя возможность преодоления обозначенных недостатков. При изменении емкости конденсатора в цепи, изображенной на рисунке 1.а, вектор тока второй ветви описывает характерную дугу (рис. 1.б) и это перемещение можно наблюдать при помощи векторографа. Возможно ли наступление резонанса при данных параметрах цепи, сколько резонансов будет наблюдаться, какой должна быть тенденция изменения емкости для получения требуемого эффекта – ответы на эти вопросы могут быть даны сразу, без предварительной обработки данных, получаемых с использованием традиционных приборов, а электромагнитное явление становится наблюдаемо с недоступной ранее позиции.

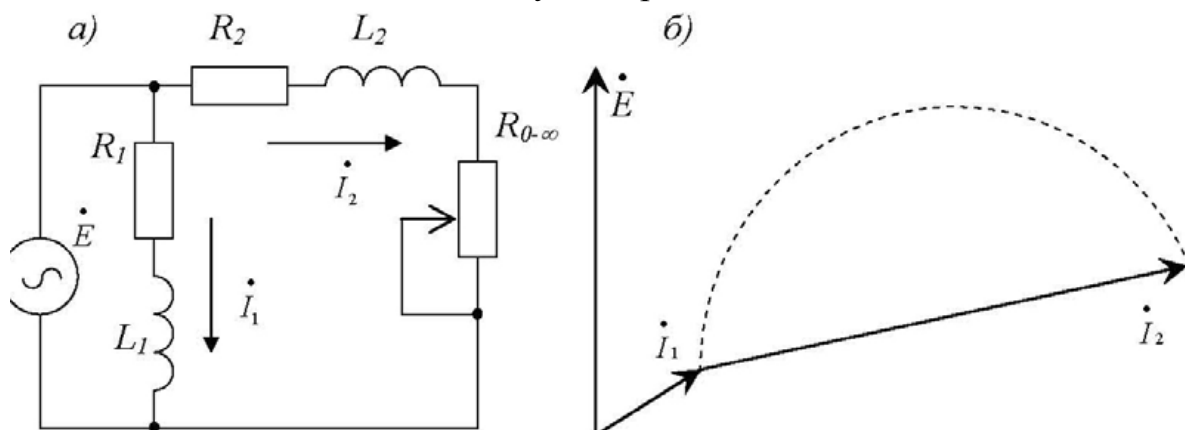


Рис. 2. Схема цепи замещения асинхронной машины (а), круговая векторная диаграмма тока I_2 при изменении сопротивления R_0 от нуля до бесконечности (б).

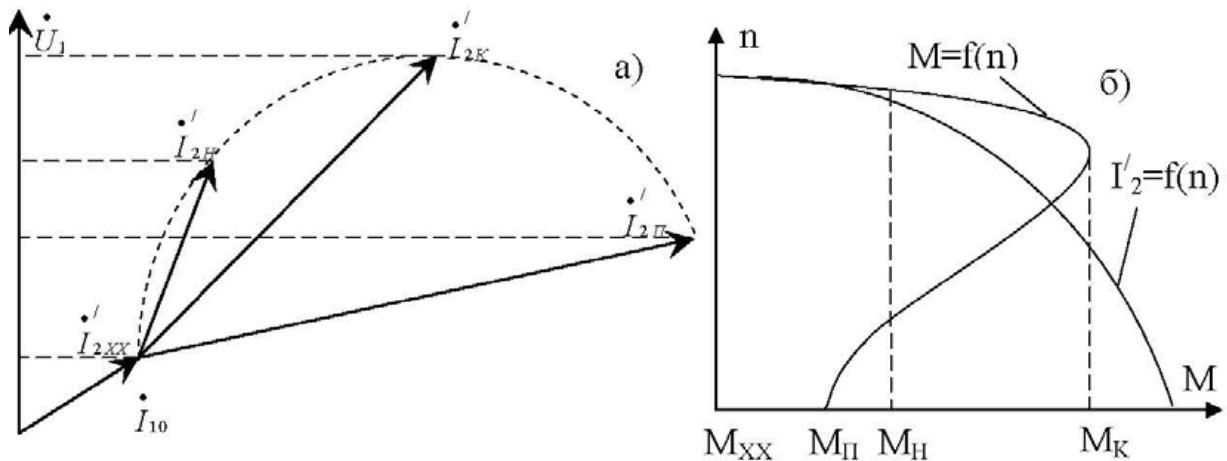


Рис. 3. Токи асинхронной машины, измеренные и представленные при помощи векторографа (а), механическая характеристика асинхронного двигателя (б).

В курсе теоретических основ электротехники, развивающем положения раздела общей физики "Электродинамика" и предшествующем курсу электрических машин, при помощи векторографа может и должна быть исследована электрическая цепь, являющаяся, по существу, цепью замещения асинхронной машины (рис. 2.а). При изменении сопротивления переменного резистора в широких пределах вектор тока I_2 описывает дугу окружности (рис. 2.б), аналогичную дуге, описываемой концом вектора роторного тока асинхронного двигателя при изменении частоты вращения ротора от нуля до синхронной частоты.

Применение векторографа во время исследования двигателя позволит получать информацию о токе ротора в виде, представленном на рисунке 3. При изменении нагрузки на валу двигателя от максимальной до нулевой, ток ротора равномерно уменьшается и принимает значения от пускового $I'_{2П}$ до холостого хода $I'_{2ХХ}$, а проекция вектора этого тока на ось вектора сетевого напряжения изменяется от некоторого значения до нуля, проходя максимум при значении роторного тока $I_{2К}$, соответствующем критическому моменту. Полученное представление электрических величин наглядно, информативно и позволяет использовать формулу силы Лоренца для объяснения формы механической характеристики асинхронной машины. Без него связь электромагнитного момента асинхронного двигателя с потребляемым обмоткой ротора током неочевидна (рис. 3.б).

Таким образом, методика исследования цепей переменного тока с использованием векторографа, дополняя традиционную методику исследования с помощью стрелочных приборов и осциллографа, будет способствовать обеспечению содержательной и методологической преемственности дисциплин технического вуза в изучении физических основ электромагнитных явлений.

Список литературы

1. Саватеев Д. А. Решение проблемы наглядности при исследовании электрических цепей синусоидального тока. – Материалы Международной научно-практической конференции "Наука и образование – 2006". – Мурманск, МГТУ, 2006. - С. 147 – 149. – 3с.

Определение выходной характеристики радиочастотного концентромера

Ершов А.М.¹, Маслов А.А.², Совлуков А.С.^{2,3}, Фатеев В.Я.³, Яценко В.В.² (МГТУ, каф. А и ВТ², каф. ТПП¹; г. Москва, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН³, e-mail: jacenkovv@rambler.ru)

Приведен вывод соотношений для расчета выходной характеристики радиочастотного концентромера. Он содержит датчик в виде отрезка коаксиальной длинной линии с U-образным внутренним проводником. Выходной характеристикой концентромера является зависимость резонансной частоты электромагнитных колебаний данного отрезка длинной линии от содержания компонентов в контролируемой жидкости.

Relationships for determination of response function of radiofrequency concentration measuring device are derived. The device contains sensor that is the section of coaxial TEM-transmission line with U-shaped inner conductor. The response function is the dependence of resonance frequency of electromagnetic oscillations of the sensor on the content of constituents in a monitored liquid.

Потребность измерения концентрации компонентов в смеси возникает очень часто как в различных отраслях производства, так и в научных исследованиях [1].

Приведем наиболее типичные примеры и области применения промышленных концентромеров: контроль качества питьевой воды на всех этапах ее подготовки; контроль физико-химических параметров сточных вод; контроль состояния различных фильтров; контроль качества подготовки обратной воды, закачиваемой в скважины на нефтепромыслах для подавливания нефтеносных пластов; контроль процессов в пищевой промышленности; контроль качества топлива и др.

В настоящее время, в связи с повышением требований к точности и надежности измерительных устройств, используемых в различных отраслях народного хозяйства, и расширением круга решаемых задач, актуален поиск новых методов построения измерителей концентрации: известные методы или не обеспечивают выполнение предъявляемых к ним требований, или вообще не применимы для решения поставленных задач.

Рассматриваемый в настоящей работе концентромер разработан на основе высокочастотного метода измерения неэлектрических величин, получившего в последние годы значительное развитие [2,3]. Высокочастотные (радиочастотные) измерительные устройства, построенные на основе этого метода, имеют в качестве первичных преобразователей (датчиков) отрезки однородной и неоднородной длинной

линии. Датчики на базе радиочастотных резонаторов являются работоспособными для концентратометрии многих технологических жидкостей [4].

Радиочастотный датчик концентратомера представляет собой отрезок коаксиальной длинной линии в виде полый металлической трубы с соосно расположенным внутри неё U-образным проводом, покрытым диэлектрической оболочкой (рис. 1). Выходной характеристикой концентратомера служит зависимость резонансной частоты f электромагнитных колебаний данного отрезка длинной линии от соотношения компонент (т.е. от концентрации) контролируемой жидкости. В свою очередь, концентрация является функцией электрофизических свойств жидкости, в частности, ее диэлектрической проницаемости ε . Эта жидкость заполняет полностью пространство между проводниками отрезка длинной линии по всей его длине.

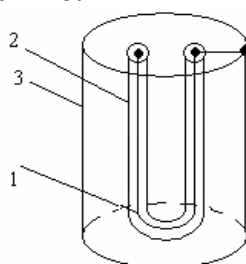


Рис. 1. Отрезок длинной линии с U-образным внутренним проводником

1 – внутренний проводник, 2 – диэлектрическая оболочка, 3 – металлическая труба

Одним из концов такой отрезок длинной линии подключен к электронному блоку, а на его другом конце может быть подключено реактивное сопротивление. В частности, отрезок линии может быть короткозамкнутым на этом конце, являясь при этом четвертьволновым. На рис. 2 показано его поперечное сечение.

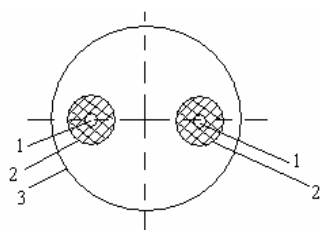


Рис. 2. Поперечное сечение отрезка длинной линии

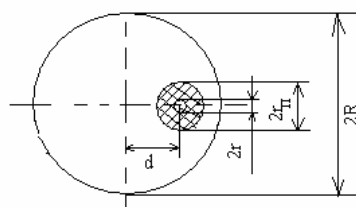


Рис. 3. Поперечное сечение коаксиальной линии с эксцентрично-расположенным внутренним проводником

Можно считать, что электромагнитное взаимодействие коллинеарных частей U-образного внутреннего проводника отрезка длинной линии отсутствует; при этом расчет зависимости f от влияющих величин можно производить для эквивалентного отрезка коаксиальной длинной линии с эксцентрично-расположенным внутренним проводником (рис. 3). Здесь r – радиус внутреннего проводника; r_{Π} – радиус наружного проводника (вместе с диэлектрической оболочкой); R – радиус металлической трубы; d – расстояние между центрами этих проводников.

Резонансная частота f четвертьволнового отрезка длинной линии при, соответственно, отсутствии и наличии двухслойного диэлектрика, образованного совокупностью оболочки и контролируемой жидкости, выражается формулами [2]:

$$f_0 = \frac{c}{4l\sqrt{\varepsilon_{\text{эфф}0}}}, \quad (1)$$

$$f = \frac{c}{4l\sqrt{\varepsilon_{\text{эфф}}}}, \quad (2)$$

где c – скорость света, l – длина отрезка длинной линии с U-образным проводником, равная сумме длин двух коллинеарных частей такого отрезка линии с эксцентрично-расположенным внутренним проводником; $\varepsilon_{\text{эфф}}$ и $\varepsilon_{\text{эфф}0}$ – эффективная диэлектрическая проницаемость двухслойного диэлектрика, образованного совокупностью оболочки и, соответственно, контролируемой жидкости и воздуха. Аналогичные формулы могут быть записаны при наличии иной нагрузки на конце отрезка длинной линии [2].

Следовательно,

$$\frac{f}{f_0} = \sqrt{\frac{\varepsilon_{\text{эфф}0}}{\varepsilon_{\text{эфф}}}} \quad (3)$$

В данной формуле отсутствует зависимость как от длины отрезка длинной линии, так и от его оконечной нагрузки, то есть значение f/f_0 характеризуется только электрофизическими и поперечными геометрическими параметрами совокупности эксцентрично-расположенных проводников отрезка длинной линии.

Для нахождения значений $\varepsilon_{\text{эфф}}$ и $\varepsilon_{\text{эфф}0}$ используем соотношения для определения электрической емкости коаксиально-расположенных проводников [5]. Значения погонной (т.е. на единицу длины) электрической емкости C_l для рассматриваемого отрезка длинной линии можно определить из следующих соотношений:

а) в отсутствие контролируемой жидкости

$$\frac{1}{C_l^0} = \frac{1}{C_l^0(r_{\Pi})} + \frac{1}{C_{l\Pi}} = \frac{1}{\varepsilon_{\text{эфф}0} C_0^0} \quad (4)$$

б) при наличии контролируемой жидкости

$$\frac{1}{C_l} = \frac{1}{C_l(r_{\Pi})} + \frac{1}{C_{l\Pi}} = \frac{1}{\varepsilon_{\text{эфф}} C_0^0}, \quad (5)$$

где C_0^0 – погонная емкость в отсутствие оболочки и контролируемой жидкости, $C_l(r_{\Pi})$, $C_l^0(r_{\Pi})$ и $C_{l\Pi}$ – частичная погонная емкость, соответственно,

для частей поперечного сечения такого отрезка длинной линии с двухслойным диэлектриком, занимаемым контролируемой жидкостью, воздухом и диэлектрической оболочкой.

Они выражаются, соответственно, следующими формулами:

$$C_0^0 = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \left[\frac{R^2 - d^2}{2rR} + \sqrt{\left(\frac{R^2 - d^2}{2rR} \right)^2 - 1} \right]} \quad (6)$$

$$C_l(r_{II}) = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0}{\ln \left[\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R} + \sqrt{\left(\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R} \right)^2 - 1} \right]} \quad (7)$$

$$C_l^0(r_{II}) = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \left[\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R} + \sqrt{\left(\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R} \right)^2 - 1} \right]} \quad (8)$$

$$C_{III} = \frac{2\pi\epsilon_{II}\epsilon_0}{\ln \frac{r_{II}}{r}} \quad (9)$$

Здесь ϵ_0 и ϵ_{II} – соответственно, абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума и относительная диэлектрическая проницаемость оболочки. Подставив (6), (7) и (9) в формулу (4), а (6), (8) и (9) в формулу (5), найдем значения C_l^0 и C_l и, следовательно, $\epsilon_{\Delta\phi\phi}$ и $\epsilon_{\Delta\phi\phi 0}$:

$$\epsilon_{\Delta\phi\phi} = \frac{\ln \left[\frac{R^2 - d^2}{2rR} + \sqrt{\left(\frac{R^2 - d^2}{2rR} \right)^2 - 1} \right]}{\frac{1}{\epsilon} \ln \left[\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R} + \sqrt{\left(\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R} \right)^2 - 1} \right] + \frac{1}{\epsilon_{II}} \ln \frac{r_{II}}{r}} \quad (10)$$

$$\epsilon_{\Delta\phi\phi 0} = \frac{\ln \left[\frac{R^2 - d^2}{2rR} + \sqrt{\left(\frac{R^2 - d^2}{2rR} \right)^2 - 1} \right]}{\ln \left[\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R} + \sqrt{\left(\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R} \right)^2 - 1} \right] + \frac{1}{\epsilon_{II}} \ln \frac{r_{II}}{r}} \quad (11)$$

Тогда, подставив (10) и (11) в формулы (1), (2) и (3), получим

$$f_0 = \frac{c}{4l\sqrt{\epsilon_{\Delta\phi\phi 0}}} = \frac{c}{4l} \left[\frac{\ln \left[\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R} + \sqrt{\left(\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R} \right)^2 - 1} + \frac{1}{\epsilon_{II}} \ln \frac{r_{II}}{r} \right]}{\ln \left[\frac{R^2 - d^2}{2rR} + \sqrt{\left(\frac{R^2 - d^2}{2rR} \right)^2 - 1} \right]} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (12)$$

$$f(\epsilon) = \frac{c}{4l\sqrt{\epsilon_{\Delta\phi\phi}(\epsilon)}} = \frac{c}{4l} \left[\frac{\frac{1}{\epsilon} \ln \left[\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R} + \sqrt{\left(\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R} \right)^2 - 1} + \frac{1}{\epsilon_{II}} \ln \frac{r_{II}}{r} \right]}{\ln \left[\frac{R^2 - d^2}{2rR} + \sqrt{\left(\frac{R^2 - d^2}{2rR} \right)^2 - 1} \right]} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

$$\frac{f(\varepsilon)}{f_0} = \left(\frac{\varepsilon_{эфф0}}{\varepsilon_{эфф}} \right)^{\frac{1}{2}} = \left[\frac{\frac{1}{\varepsilon} \ln \left[\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R} + \sqrt{\left(\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R} \right)^2 - 1} + \frac{1}{\varepsilon_{II}} \ln \frac{r_{II}}{r} \right]}{\ln \left[\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R} + \sqrt{\left(\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R} \right)^2 - 1} \right] + \frac{1}{\varepsilon_{II}} \ln \frac{r_{II}}{r}} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (14)$$

Формулы (13) и (14) выражают зависимость измеряемой резонансной частоты f радиочастотного датчика от диэлектрической проницаемости ε и, следовательно, от функционально связанного с ней соотношения компонент контролируемой жидкости. В частности, таким путем может быть определена концентрация бинарного раствора.

Эти формулы могут быть применены для расчета конструктивных параметров радиочастотного датчика применительно к измерениям физических свойств различных жидкостей и определения соответствующей выходной характеристики датчика. Дальнейшая работа будет включать, как этап, экспериментальное подтверждение полученных соотношений, а, в целом, будет направлена на решение актуальных задач промышленной концентратометрии с применением данного устройства, на усовершенствование его конструкции и улучшение метрологических характеристик.

Список литературы

1. Фетисов В.С. Принципы построения концентратометров для систем контроля параметров эмульсий и суспензий// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2004 № 11. С. 42-46
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.: Энергоатомиздат. 1980. 208 с.
4. Ершов А.М., Маслов А.А., Совлуков А.С., Фатеев В.Я., Фицнер А.О. Устройство для измерения физических свойств жидкости//Материалы Международной научно-технической конф. "Наука и образование-2005". Часть VII. Мурманск, МГТУ. С. 217-219.
5. Иоссель Ю.Я., Кочанов Э.С., Струнский М.Г. Расчет электрической емкости. Л., Энергоиздат, Ленинград. отделение. 1981. 288 с.

***СЕКЦИЯ:
«ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
ШЕЛЬФОВЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ»***

Методика работы с программой ANSYS на примере определения напряженно-деформированного состояния элемента трубопровода

Герасимова О.В. (МГТУ, кафедра МСС и МНГД, e-mail: ovger@mail.ru)

The problems of designing, building and maintenance of offshore pipelines in Russia are relevant. The designs of constructing of trunk pipelines must be given strict prove founded on special theoretical and experimental research.

Теории упругости и пластичности решают большое количество технических задач, связанных с исследованием напряженно-деформированного состояния твердых тел. Конструкции с простой геометрией могут быть решены аналитически, но многие практически важные технические задачи вследствие больших габаритов, сложности геометрии конструкции и граничных условий не могут быть решены аналитически и это делает трудным и дорогим осуществление натурного и полунатурного эксперимента, особенно если речь идет об установлении предельных (разрушающих) нагрузок.

Задачи со сложной геометрией обычно решаются численными методами, к которым относится, в частности, и метод конечных элементов.

Стремление рассмотреть всё более близкие к действительности форму и условия работы конструкции и учесть реальные особенности деформирования материала потребовало дальнейшего совершенствования численных методов расчета. ANSYS - это пакет программ конечно-элементного анализа, решающий задачи в различных областях инженерной деятельности (прочность конструкций, термодинамика, динамика жидкостей и газов, электромагнетизм), включая связанный многодисциплинарные задачи (термопрочность, магнитоупругость и т.п).

В данном докладе освещается методика работы с программой ANSYS на примере определения напряженно-деформированного состояния элемента трубопровода, находящегося под действием внутреннего давления.

На стадии предварительной подготовки численного исследования прочности конструкции выполняется выбор типа расчета, строится твердотельная модель, задаются упругие постоянные и физико-механические свойства материала, включая приложение нагрузок и граничные условия. На следующей стадии производится расчет. Результаты решения могут быть представлены как в графической, так и в текстовой форме.

Применение компьютерных программ Mathematica и AutoCAD для выполнения расчетов по креплению скважин при курсовом проектировании

Джамалова Э.Б. (МГТУ, кафедра механики сплошных сред и морского нефтегазового дела)

Учебным планом по дисциплинам «Бурение нефтяных и газовых скважин» и «Технология бурения морских нефтяных и газовых скважин» для студентов направления 130500 «Нефтегазовое дело» и специальности 130401 «Физические процессы нефтегазового производства» ЕТФ предусмотрено выполнение курсовых проектов, в состав которых входят комплекс технологических расчетов и графических работ.

Система компьютерной математики (СКМ) Mathematica, являющаяся мировым лидером среди программ символьной математики для ПК и созданная фирмой Wolfram Research, Inc. (на нашем рынке систему представляет фирма SoftLine) и используемая более, чем в 50 ведущих университетах мира, нашла применение и на нашем факультете.

Порядок такого применения системы компьютерной математики при выполнении курсовых проектов по вышеуказанным дисциплинам студентами позволяет производить сложные технологические расчеты по разработке конструкции скважины, выбору плотности буровой промывочной жидкости, градиентов давлений пластового и гидроразрыва горных пород, обсадных колонн, а также выполнять графические задания: построение совмещенного графика градиентов пластового давления и давления гидроразрыва горных пород, эпюр избыточных наружных и внутренних давлений и др.

Действующая «Инструкция по расчету обсадных колонн», которая является руководящим документом при выполнении расчетов, составлена без применения компьютерной программы.

Для выполнения перечисленных расчетов с помощью специальной компьютерной системы Mathematica студенты вводят исходные данные либо последовательно, либо в форме таблицы с присвоением значения каждой из величин, входящих в формулы и вычисляют их, а с применением различных символов и знаков производят различные графические задания.

Внедрение на кафедре МСС и МНГД AutoCAD способствовало применению этой программы при выполнении студентами чертежей, технологических схем и рисунков к курсовому проектированию (КП).

Проведение практических занятий с применением СКМ Mathematica и AutoCAD позволяет студентам точно производить все расчеты, чертежи и схемы и эффективно использовать время, отведенное для занятий и КП.

Разработка конструкции первой сверхглубокой скважины на морском месторождении в Арктике

Папуша А.Н., Джамалова Э.Б. (МГТУ, кафедра механики сплошных сред и морского нефтегазового дела), **Штрассер В.В.** (ЛГПУ, кафедра гидравлики)

Согласно фактическим промысловым данным, до настоящего времени на акватории Арктических морей России глубина скважин, пробуренных с плавучих буровых средств не превышает $\square 4500$ м.

Однако, как показывает выданная геологической службой ФГУП «Арктикморнефтегазразведка» литолого-стратиграфическая характеристика разреза месторождения, находящегося в Баренцевом море, на глубине в среднем порядка 7000м присутствуют газовые залежи. В связи с этим на кафедре механики сплошных сред и морского нефтегазового дела разрабатывается конструкция первой сверхглубокой скважины для строительства на акватории Арктики России при глубине моря порядка 240-260 м.

Ввиду того, что бурение скважины предполагается осуществлять с бурового судна (БС) (либо плавучей полупогружной буровой установки (ППБУ)) представляет интерес проектирование режима динамического позиционирования БС и забуривания скважины в геолого-технических и гидрологических условиях месторождения и его сопоставление с практически осуществленным режимом на данной площади. Известно, что особенностью крепления морских скважин являются повышенные требования к спуску и цементированию эксплуатационной колонны, а также направлению, которое служит основой для соединения водоизолирующей колонны – райзера, создающего рабочий канал от устья скважины на морском дне до ротора. Постоянные воздействия волн, течения и отклонения судна на райзер передаются направлению, раскачивая его, и могут привести к нарушению герметичности пространства за колонной и образованию каналов для ухода буровой промывочной жидкости из-под башмака направления в перекрываемые им пласты или в море. Очевидно, что необходима разработка технологии крепления скважины направлением и проектирование райзера.

Важное значение имеет выбор типа бурового раствора, который должен основываться на конкретных качественных и количественных показателях свойств разбуриваемых глинистых пород, так как одно геологическое описание их практически не дает информации для проектирования и управления технологическими процессами промывки. Буровой раствор для бурения в неустойчивых терригенных отложениях, кроме необходимой плотности, устойчивости, термостабильности и стойкости к полиминеральной агрессии, должен обладать достаточной степенью ингибирующего действия по отношению к проходным глинистым породам, предупреждая нарушение целостности ствола скважины.

Совершенствование технологии крепления нефтяных и газовых скважин эксплуатационной колонной

Джамалова Э.Б. (МГТУ, кафедра механики сплошных сред и морского нефтегазового дела)

Понятие «крепление скважины» включает последовательность проведения технологических операций и процессов, связанных с подготовкой ствола, оснастки и обсадных труб, спуском в скважину обсадной колонны, ее цементированием и выполнением заключительных работ. На этапе крепления скважины особое место занимает дальнейшее совершенствование технологического процесса цементирования эксплуатационной обсадной колонны и надежной изоляции нефтегазоносных пластов, в том числе с точки зрения охраны окружающей среды. Для качественного выполнения данных операций необходимы: подготовка силового и подъемного оборудования вышки, обсадных труб, технологической оснастки и цементировочного оборудования в соответствии с требованиями соответствующих инструкций; точное знание конфигурации и размеров поперечного сечения ствола скважины, на основании которых определяется количество тампонажного раствора и буферной жидкости; подготовка ствола скважины к спуску колонны; спуск, цементирование и опрессовка эксплуатационной колонны.

В состав технологической оснастки входит набор устройств, которыми оснащается эксплуатационная колонна для обеспечения качественного проведения процессов спуска и цементирования, и в которую рекомендуется включить источник вибрации. Создание в обсадной колонне вибрации во время продавливания тампонажного раствора с целью воздействия на него способствует повышению качества разобщения пластов. Это направление заимствовано из строительной практики.

Для получения однородного тампонажного раствора необходима гидратация всех частиц тампонажного материала. Для этого необходимо разрушать флоккулы и комки за счет передачи системе «тампонажный материал-вода» дополнительной энергии. Вибрационная обработка тампонажного раствора полностью решает эту задачу и способствует повышению надежности сцепления тампонажного камня как с обсадной колонной, так и с горными породами.

Основное требование к подготовке ствола скважины к спуску эксплуатационной колонны - это обеспечение успешного спуска ее до забоя, которое достигается выполнением ряда подготовительных работ. Ствол скважины считается подготовленным к спуску эксплуатационной колонны, если при подъеме бурильного инструмента после шаблонировки (проработки) отсутствуют затяжки.

О преподавании дисциплины «Инженерные расчеты в НГД»

Киреева О.И. (МГТУ, кафедра МСС и МНГД)

Современные методы инженерных расчетов охватывают важнейшие вопросы технологии и техники бурения глубоких скважин (в т.ч. морских) нефтяных и газовых скважин.

Инженерно-технические работники нефтегазодобывающих и геологоразведочных предприятий в своей деятельности постоянно решают практические задачи, связанные с выбором породоразрушающих инструментов, проектированием профилей скважин, расчетами бурового оборудования и т. п. В практике работ приходится также решать вопросы по расчету бурильных и обсадных колонн, цементированию и освоению скважин, по ликвидации осложнений и аварий, и все эти вопросы связаны с необходимостью выполнения инженерных расчетов.

Студенты нефтегазового профиля (групп с индексами Н и Фп) должны в процессе обучения в МГТУ научиться решать конкретные инженерные задачи. Преподавание дисциплины «Инженерные расчеты» (ИР) фактически началось с 2005 года.

Первый опыт преподавания ИР показал, что и преподавателям, и студентам пришлось столкнуться с определенными трудностями.

Прежде всего это недостаток, либо отсутствие необходимых учебных пособий с соответствующими технологическими задачами по программе обучения ИР.

В настоящее время для этих целей используются типовые инструкции по проведению того или иного вида работ, действующие на производственных предприятиях. Эти инструкции предназначены для опытных специалистов, и использование их для обучения студентов, особенно 2 и 3 курсов, весьма проблематично, а подчас и невозможно без существенной переработки и адаптации. Другого учебного материала для решения многих задач по курсу ИР в настоящее время нет.

На кафедре МСС и МНГД ведется соответствующая работа по созданию для студентов новых учебных пособий с конкретными задачами в соответствии с ГОС и на основе некоторых инструкций, действующих на производственных предприятиях. Хотелось бы, чтобы эта работа была более целенаправленной и принесла свои плоды в ближайшем будущем.

Следует отметить, что многие студенты не имеют достаточного представления о действующих в нефтегазовой отрасли технологических процессах, таких как СПО, бурение, цементирование и т.д. Эту недоработку необходимо решить во время производственной практики, т. к. без этих знаний невозможна грамотная постановка технологических задач и их решение при проводке скважины. Мне кажется, что необходимо уделить особое внимание прохождению производственной практики студентов, и особенно со стороны производственных организаций.

Необходимо назначать руководителей практики из числа производственного персонала, вменяя им в обязанность осуществление контроля за выполнением программы практики. В МГТУ необходимо также обратить внимание на этот вопрос. Одним из решений проблемы мог бы стать «Дневник прохождения практик» студента, который студент должен будет вести во время всего обучения в МГТУ. В этот дневник должны заноситься все практики, ход их ведения, ознакомление с оборудованием, технологическими процессами и т. д. Разработкой формы такого документа следует заняться безотлагательно.

Определение порового давления в процессе морского разведочного бурения на нефть и газ

Коротаев Б.А. (МГТУ, кафедра МСС и МНГД) e-mail: korotaevba@mstu.edu.ru

Как известно, наиболее перспективные нефтегазоносные месторождения на Арктическом шельфе открыты специалистами ФГУП «Арктикморнефтегазразведка».

Глубина моря, удаленность от берега и климатические условия - короткое лето, ледовая обстановка - осложняют условия проведения разведочных работ на нефть и газ в акватории арктических морей.

Кроме того, анализ осложнений показывает, что в отечественной и зарубежной практике морского разведочного бурения существуют и общие проблемы, связанные с горно-геологическими условиями. Такие проблемы показаны на рис.1 [6], [7].

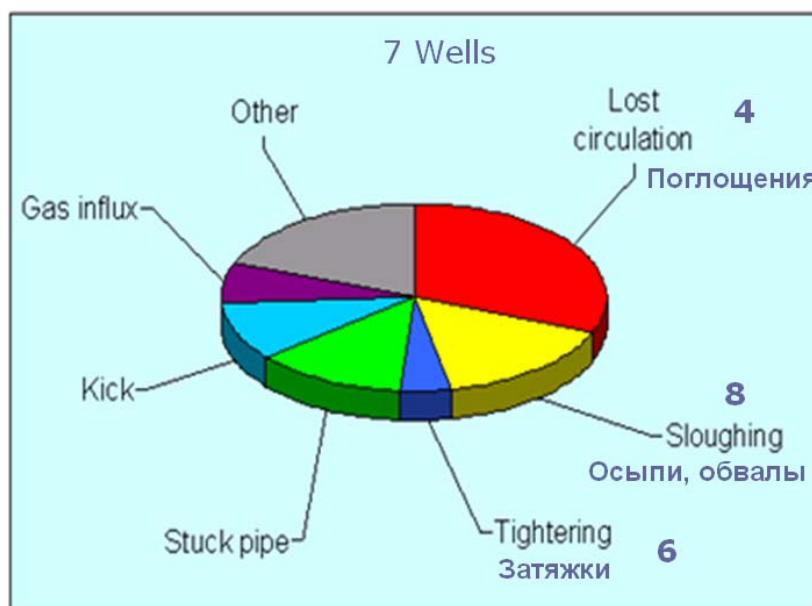


Рис.1. Проблематика разведочного бурения.

Как видно, характерными осложнениями при разведочном бурении на нефть и газ являются:

- а) поглощения бурового раствора в процессе бурения;
- б) осыпи, обвалы стенок скважины;
- в) затяжки бурового инструмента;
- г) прихваты инструмента;
- д) газоводонефтепроявления (ГНВП).

На рис. 2 показаны процентные соотношения производимых на буровой операций на момент ГНВП по данным IWCF.



Рис. 2. Доля производимых операций на момент ГНВП.

В этом контексте в процессе морского разведочного бурения актуальным является прогнозирование и определение порового давления по устьевой информации, который представляет интерес и показан в [1], [2], [3], [4], [5] и [7].

Кроме этого, в [8] отмечается и отсутствие временной оперативности в вопросах своевременного распознавания ГНВП при спускоподъемных операциях (СПО).

Для решения данной проблематики разработана методика раннего распознавания ситуации в кольцевом заколонном пространстве (КЗП), направленная на принятие решений при проводке морской разведочной нефтегазовой скважины с целью предотвращения осложнений.

Список литературы

1. Мовсумов А.А. Гидродинамические основы совершенствования технологии проводки глубоких скважин. М.: Недра. 1976.
2. Мирзаджанзаде А.Х. Гидравлика глинистых и цементных растворов. М.: Недра. 1966.
3. Гасанов Г.Т. Постановка некоторых обратных задач буровой гидродинамики на основе нестационарных исследований.- Доклады АН. АзССР, т. XXVI, 1970, №5, с. 12-16.
4. Мехтиев В.М. Определение гидравлических характеристик вязкопластичных сред на основе решения обратных задач. Нефть и Газ. 1976. №1, с. 33-36.
5. Обзор европейских технологий 2005, часть 2. Визуализация значений давления при бурении глубоководных скважин в условиях НТНР. Нефтегазовые технологии №10 2005, стр. 47-48.
6. Стурейерде Д. (Гидро, Норвегия). Трудности, связанные с бурением в российской Арктике. Международная конференция Нефть и Газ Арктического Шельфа 2006. 16 ноября 2006. Мурманск.
7. Коротаяев Б.А. О необходимости оценки количества шлама. Международная конференция Нефть и Газ Арктического Шельфа 2006. 17 ноября 2006. Мурманск.

8. Басарыгин Ю.М., Будников В.Ф., Булатов А.И. Теория и практика предупреждения осложнений и ремонта скважин при их строительстве и эксплуатации: Справ. пособие: в 6 т. - М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2001. - Т. 3. - 399 с.

МОРЖ – экологическая малоопасная смазочная добавка для бурения на шельфе арктических морей

Мотылева Т.А., Петров Б.Ф. (МГТУ, кафедра механики сплошных сред и морского нефтегазового дела, кафедра технологии пищевых производств)

В последние годы смазочные добавки для буровых растворов из разряда вспомогательных веществ специального назначения, как они ранее классифицировались, уверенно переходят в состав основных реагентов. В первую очередь это вызвано тем, что для бурения наклонных, сильно искривленных и горизонтальных скважин, где потенциально велики энергозатраты на преодоление силы трения колонны труб о стенки скважины, огромное значение придается смазывающей способности буровых растворов.

Повышенным требованиям экологической безопасности материалов, используемых в бурении, особенно при освоении морских месторождений, в большей степени соответствуют смазочные добавки на основе природных веществ – растительных масел, животных жиров, жиросодержащих отходов. Объемы потребления экологически безопасных добавок постоянно растут и требуют расширения сырьевой базы для их производства.

Разработана смазочная добавка МОРЖ, представляющая собой модифицированный отход производства рыбного жира – жиропеномассу (ЖПМ), образующуюся на стадии очистки объединенного стока жиропроизводства рыбоперерабатывающих предприятий Северного бассейна. В жиропеномассе содержится порядка 60% липидов, из которых 30% представлены свободными жирными кислотами. Исследование жирокислотного состава показало, что на 3/4 он представлен высокомолекулярными ненасыщенными карбоновыми кислотами, которые обладают более высокой смазочной способностью по сравнению с насыщенными углеводородами.

Для оптимального распределения жирных кислот в водной среде бурового раствора необходима их нейтрализация с образованием солей карбоновых кислот (мыл). Чем выше степень нейтрализации жирных кислот, тем легче они эмульгируются в растворе, но тем ниже их эффективность как смазывающего компонента.

Чтобы сохранить высокую смазывающую способность и одновременно обеспечить достаточную эмульгируемость жирового компонента в водных растворах, необходимо определить оптимальное соотношение омыляющего агента и жиропеномассы.

В качестве омыляющих агентов использовали гидрофобизирующие кремнийорганические жидкости (Петросил-2М и ГКЖ-10). Перечисленные реагенты содержат свободную щелочь и используются при бурении

скважин для регулирования реологических параметров буровых растворов и снижения прихватоопасности бурильного инструмента.

Модифицирование жиропенномассы кремнийорганическими жидкостями осуществляли следующим образом: для удаления избытка воды и стабилизации химического состава ЖПМ нагревали до 90...95⁰С, выдерживали 30 мин., отделяли жировую фазу от водной, затем вносили в жировую фазу омыляющий агент и перемешивали до получения однородной массы в течение 10...15 мин.

С целью определения оптимального состава смеси готовили ряд композиций при соотношениях «омыляющий агент: ЖПМ» от 0,5:10 до 3:10. Модифицированную ЖПМ в количестве 1,0% вводили в модель бурового раствора – 10%-ную глинистую суспензию. Триботехнические свойства полученных дисперсных систем оценивали по изменению коэффициента трения фильтрационной корки, коэффициента трения пары «сталь-сталь», скорости износа стали.

Анализ полученных результатов показывает, что наиболее высокими антифрикционными и противоизносными свойствами обладают дисперсные системы с соотношением «омыляющий агент: ЖПМ» в пределах от 1:10 до 2:10. Указанные композиции в 3,7 раза снижают коэффициент трения фильтрационной корки, в 9 раз коэффициент трения пары «сталь – сталь», предотвращают задир стали и снижают скорость износа до 1 мм/ч.

Также была проведена оценка триботехнических и технологических свойств глинистой суспензии, обработанной МОРЖ, в сравнении с аналогичными свойствами глинистых суспензий, обработанных традиционными смазочными добавками: СПРИНТ-2 (на основе синтетических жирных кислот); РАМБС (на основе растительных масел и жидкого стекла) и СДЭБ (на основе растительных масел с присадкой соединений бора) (рис. 1,2).

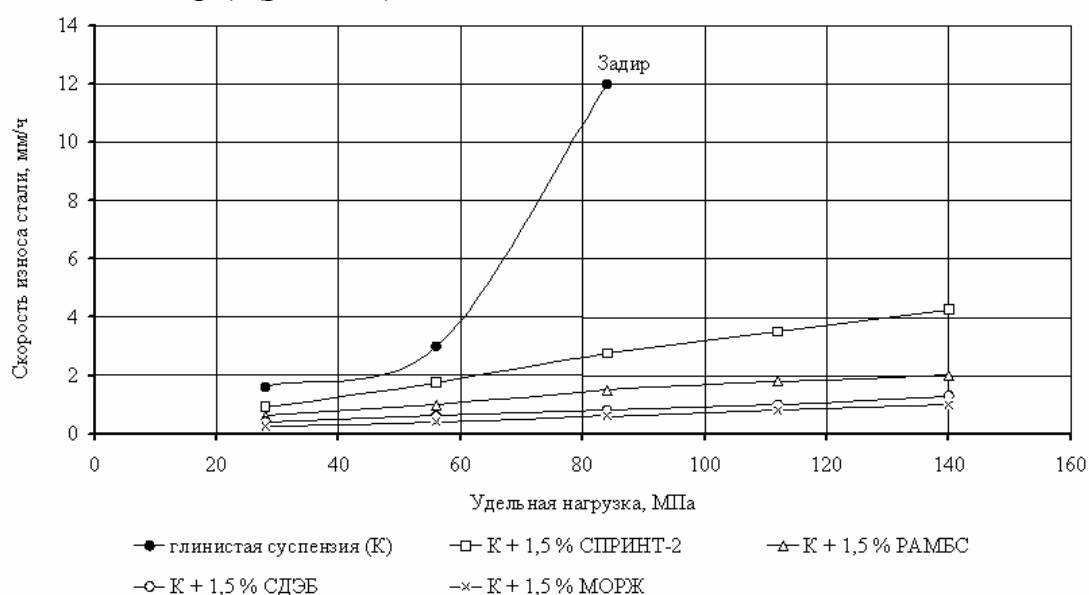


Рис. 1. Влияние МОРЖ и традиционных смазочных добавок на противоизносные свойства глинистой суспензии

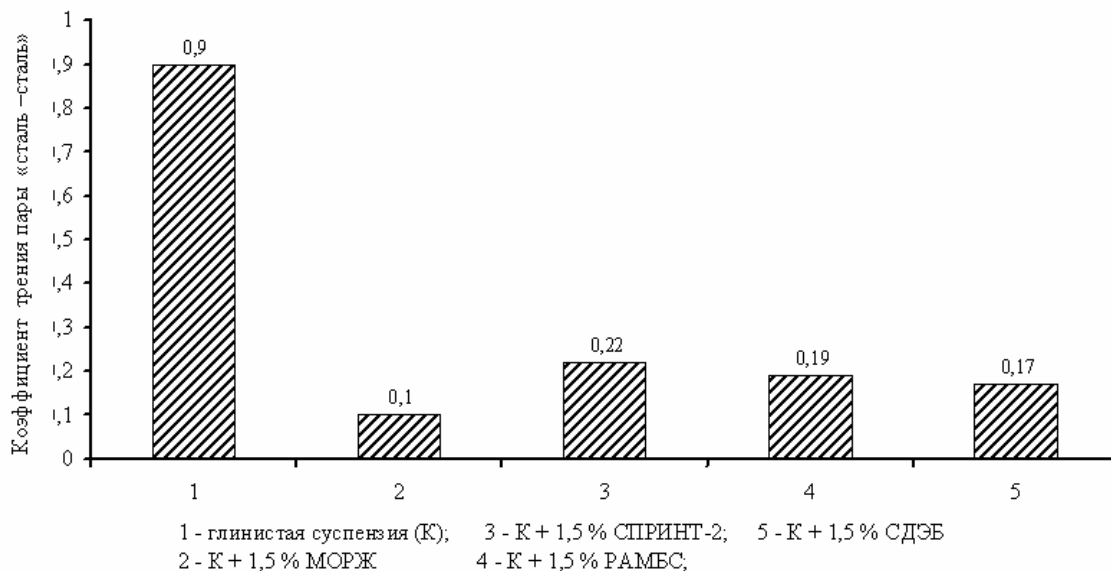


Рис. 2. Влияние МОРЖ и традиционных смазочных добавок на коэффициент трения пары "сталь-сталь" в среде глинистой суспензии

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что по эффективности МОРЖ превосходит остальные исследованные смазочные добавки. В частности скорость износа стали при удельной нагрузке 20 МПа в 4 раза ниже, а коэффициент трения пары «сталь-сталь» в 2 раза ниже, чем в случае использования СПРИНТ-2.

На технологические параметры глинистой суспензии МОРЖ оказывает стабилизирующее действие (снижается показатель фильтрации и толщина фильтрационной корки, при этом незначительно изменяются рН и УЭС (удельное электрическое сопротивление)).

Также исследованы поверхностно-активные свойства МОРЖ. Установлено, что МОРЖ обладает высокой поверхностной активностью и способен снижать:

- поверхностное натяжение водных растворов на границе с воздухом до 27 мН/м;
- межфазное натяжение фильтратов глинистых суспензий на границе с гептаном до 6 мН/м.

Таким образом, смазочная добавка МОРЖ может быть рекомендована не только для повышения триботехнических свойств буровых растворов, но и как поверхностно-активное вещество многофункционального действия, оказывающее положительное влияние на процессы бурения и освоения скважин.

Использование МОРЖ в качестве смазочного компонента бурового раствора при освоении морских нефтегазовых месторождений требует оценки его экологической безопасности.

Совместно с ГОСНИОРХ были проведены исследования по разработке эколого-рыбохозяйственного норматива (ПДК) МОРЖ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение.

Исследовано влияние МОРЖ на водные биологические объекты различного систематического положения: низшие ракообразные, одноклеточные зеленые водоросли, бактерии сапрофиты и рыбы – годовики радужной форели.

Проведен широкий спектр исследований влияния МОРЖ на гидрохимический режим модельных водоемов и процессов самоочищения водной среды.

На основании результатов комплексных исследований разработана и утверждена ПДК МОРЖ – 0,2 мг/л, установлены класс опасности – 4 – ый и лимитирующий показатель вредности – санитарный.

После оценки экологической безопасности были проведены промышленные испытания, результаты которых позволили рекомендовать МОРЖ в качестве смазочной добавки к буровым растворам на водной основе.

Разработана нормативная документация: ТУ и ТИ на новый технический продукт «Модифицированные отходы рыбного жира» (МОРЖ), инструкция по применению и приготовлению МОРЖ.

Цена на смазочную добавку МОРЖ конкурентоспособна по отношению к ценам на аналогичные реагенты и составляет порядка 17 тысяч рублей за тонну, сроки окупаемости капитальных вложений по внедрению технологии производства МОРЖ составили 0,2 года, что отвечает требованиям современных экономических условий.

Таким образом, разработанная технология утилизации жировых отходов (жиропеномассы) в смазочный компонент бурового раствора позволяет решить экологические проблемы рыбоперерабатывающих предприятий и использовать отходы основного производства в качестве вторичных ресурсов, а также снизить нагрузку на экосистему северных морей при освоении морских месторождений.

Трубоукладочная баржа «МРТС Defender»

Мохов Г.В. (МГТУ, кафедра механики сплошных сред и морского нефтегазового дела), Явный Ю.П. (МРТС)

The paper contains some technical data of new pipe lay barge. This barge was constructed in Murmansk in summer 2006.

Одной из актуальных проблем, которые непременно возникнут при освоении Штокмановского газоконденсатного месторождения, станет проблема строительства подводных трубопроводов от месторождения до береговых терминалов на Кольском полуострове. Дело в том, что отечественная промышленность до настоящего времени не имела практического опыта прокладки подобных трубопроводов в северных широтах.

Первой попыткой приобретения подобного опыта следует считать прокладку подводного трубопровода диаметром 28 дюймов в Печорском море в районе поселка Варандей. Первая очередь трубопровода общей протяженностью 20 км была уложена ОАО Межрегионтрубопроводстрой (МРТС) с трубоукладочной баржи «МРТС Defender» в 2006г.

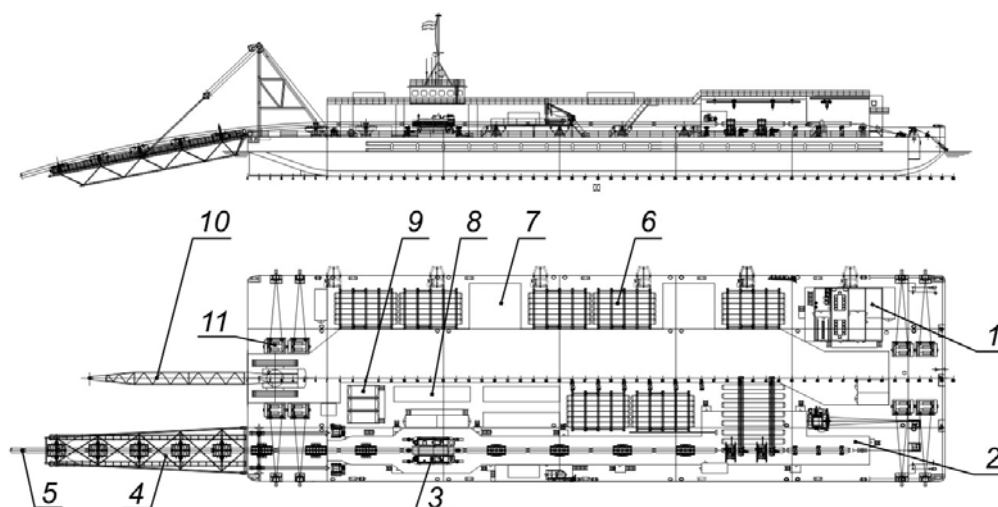


Рис. 1 Трубоукладочная баржа «МРТС Defender»

Трубоукладочная баржа «МРТС Defender» (рис.1) - якорная баржа для строительства морских подводных трубопроводов диаметром от 150 до 1500 мм на глубинах до 150 м - была смонтирована в Мурманске за относительно короткий период лета 2006 г. Первоначально в Мурманск была доставлена морским путем понтонная площадка габаритными размерами 135 x 35 x 7,5 м, затем эта площадка была оснащена полным комплексом оборудования для сборки трубопровода и его укладки на морское дно, а также жилым комплексом.

Жилой комплекс размещен на левом борту и представляет собой четырехъярусную рубку 1 с жилыми и бытовыми помещениями для обслуживающего персонала и всеми системами для обеспечения жизнедеятельности.

На правом борту сооружен производственный цех 2, где осуществляются операции по подготовке труб к монтажу, их центровке, сварке, контролю качества сварных швов и нанесению изоляционного покрытия в районах стыковых швов. Здесь же установлен агрегат натяжения труб 3 (рис.2) и подачи их на стингер 4 (рис.3). Со стингера плеть труб 5 опускается на морское дно, при этом форма плети повторяет латинскую букву S. Стингер представляет собой консольную сварную металлоконструкцию длиной около 40 м, поддерживаемую и регулируемую специальной тросовой системой. Стингер снабжен подвижными роликами для облегчения продвижения плети труб (рис.4). На крыше цеха расположена рубка, откуда осуществляется управление трубоукладочными операциями.

Запас труб хранится в специальных стеллажах 6, расположенных на палубе. Перегрузка труб для подачи их со стеллажей в производственный цех на сварку осуществляется краном 10 на гусеничном ходу, имеющим возможность передвижения по всей длине баржи.

На борту баржи размещается телеуправляемая подводная фрезерная машина 7, которая в месте работ опускается на морское дно и прокладывает траншею для укладываемого трубопровода.

Для обеспечения потребителей энергией на борту баржи установлена электростанция, состоящая из трех дизель – генераторов 8 контейнерного типа. Запас топлива и масла хранится в шести цистернах 9, установленных попарно в три яруса в непосредственной близости от контейнеров.

Баржа снабжена мощными швартовными лебедками 11 и прочими устройствами, необходимыми для безопасности мореплавания и охраны окружающей среды, что подтверждается соответствующими документами РМРС.

Большая часть установленного оборудования – импортного производства. Технические характеристики оборудования и фирмы-производители являются на данный момент коммерческой тайной и огласке не подлежат.

К месту работ баржа ушла под проводкой ТБС «Арктикморнефтегазразведки» в середине августа 2006, а возвратилась в Мурманск с появлением льдов в районе проведения работ, успев проложить около 16 км подводного трубопровода.

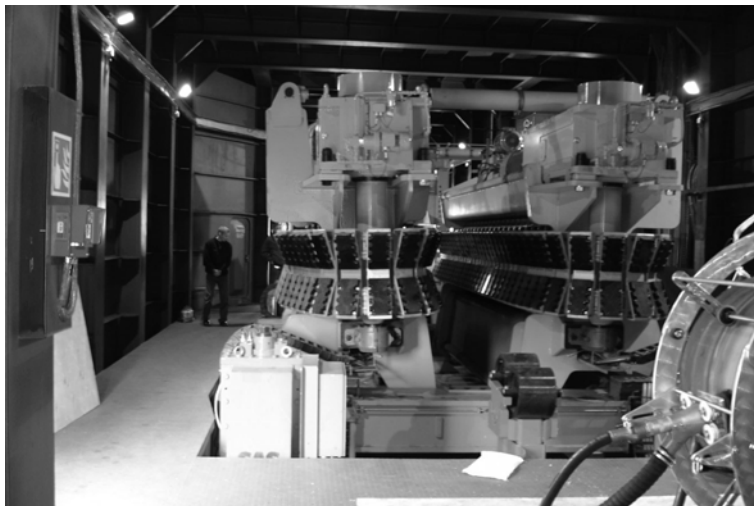


Рис. 2. Агрегат для натяжения труб



Рис. 3. Стингер



Рис. 4. Стингер. На переднем плане – ролики для облегчения продвижения плети труб.

Техника и технология строительства наклонно - направленных и горизонтальных скважин с большим отходом ствола от вертикали

Шишко А. Л. (*МГТУ, кафедра МСС и МНГД*)

The papers presents some aspects of the gas and oil drilling by directional, horizontal and multilateral wells with large borehole deviation from vertical.

В настоящее время для разработки месторождений и залежей, расположенных на определенном удалении от существующих платформ, бурят скважины с большим отходом ствола от вертикали. Оптимальная схема размещения скважин при минимальном числе платформ, позволяет снизить стоимость разработки месторождения, повысить его текущую производительность и конечную отдачу продуктивных пластов.

По достигнутой глубине скважины разделены на три категории: мелкие, средней глубины и глубокие. Глубины скважин по вертикали изменяются от 290 до 3900 м, а отходы от вертикали - от 1485 до 7 290 м.

Современная концепция повышения текущей производительности и отдачи пластов тоже основывается на экономических интересах. Многие добывающие компании используют достижения технологии проводки скважин с большими отходами от вертикали, чтобы охватить разработкой максимум принадлежащих им продуктивных площадей. Другие компании стараются за счет оптимального размещения скважин с большими отходами от вертикали сократить до минимума число платформ на морских месторождениях. В ряде случаев местные административные порядки и правила охраны окружающей среды не позволяют строить новые платформы на действующих месторождениях, поэтому для их дальнейшей разработки можно использовать только существующие платформы. В настоящее время большим отходом ствола скважины от вертикали считается отход, в 2 и более раз превышающий глубину скважины. Когда отход превышает глубину в 3 раза и более, говорят, что скважина имеет сверхбольшой отход от вертикали.

Глубины и отходы стволов от вертикали при бурении наклонно направленных скважин могут изменяться в широких пределах. Ранее разработку многих морских месторождений или их участков можно было осуществить только после установки дополнительных платформ или методом подводного заканчивания с выводом трубопроводов к существующим платформам. Последние достижения в области наклонно направленного бурения позволяют вводить в разработку указанные месторождения или их участки с помощью скважин, пробуренных с существующих платформ. Чтобы пробурить скважину с отходом от вертикали более 9100 м требуются относительно небольшие усовершенствования современного бурового оборудования и инструментов. Наиболее важные

условия успешного бурения наклонно направленных скважин с большими отходами от вертикали приводятся ниже.

Тщательная и обстоятельная подготовка проектной документации.

- Надлежащая очистка скважины от выбуренной породы во всех интервалах бурения.
- Устойчивость стенок скважины в необсаженных интервалах.
- Моделирование сопротивлений вращению и продольным перемещениям для компоновок низа бурильной колонны, обсадных колонн и хвостовиков.
- Применение методов облегчения обсадных колонн за счет плавучести (в случае необходимости).
- Модификация комплекта бурового оборудования и верхнего вращателя перед проводкой скважин средней и большой глубины.
- Переоборудование силового вертлюга перед проводкой скважин небольшой глубины.
- Применение протекторных резиновых колец на бурильных трубах или других средств защиты обсадных колонн от истирания, если предусматриваются продолжительные периоды вращения бурильной колонны.
- Установка толстостенных обсадных труб в интервалах интенсивного износа обсадной колонны.
- Точность и достаточная частота проведения геофизических исследований в скважине.
- Творческий и основанный на здравом смысле подход к вопросам бурения и достижения поставленных целей.

Сейчас внедряются новые технологии, и при этом зенитные углы увеличились до 85° , а отклонения превысили 5000 м.

На месторождениях Северной Америке используют скважины преимущественно среднего радиуса кривизны. Обычно скважину бурят без тангенциальной секции. Выбор такого радиуса объясняется сокращением числа осложнений и наиболее простым вхождением в наклонную часть ствола имеющегося в наличии оборудования. Сводятся к минимуму усталость металла и износ бурильных труб, упрощается спуск обсадных колонн.

В Европе бурят в основном скважины с большим радиусом кривизны ствола, средний и малый радиусы используют редко. Различный опыт частично зависит от местных условий. В США и Канаде чаще применяют более тесную сетку скважин, форма и размеры нефтеносных участков допускают бурение скважин только с малыми и средними радиусами кривизны.

В Европе новая технология используется преимущественно в Северном море. Главная цель бурения со стационарных оснований - достичь залежей, находящихся далеко от места установки основания, сократить число скважин или использовать их наиболее эффективно.

В общем случае определение точек, в которых начинается отклонение ствола скважины, не представляет сложности. Однако в тех случаях, когда определение таких точек становится проблемой, буровики отмечают возникновение и других осложнений при бурении. Если точка отклонения расположена на большой глубине, то в ходе бурения необходимо обследовать скважину. Если траектория значительно отклонилась от намеченной, а существует необходимость ее выдержать, то может потребоваться перепроектирование траектории. Поскольку в скважинах с малым и средним радиусами угол наклона набирается в быстром темпе, очень важно представлять, как расположена траектория.

Следует избегать расположения точки отклонения от вертикали в мягких породах. Проблемы возникают при отклонении в осыпающихся сланцевых глинах, ангидритах и слабосцементированных пластах. Отмечено также, что расположение точки отклонения ствола на большой глубине для глубоких горизонтальных скважин позволяет уменьшить момент и силу трения.

Если угол наклона по отношению к плоскости напластования достигает 45° в начальной точке наклонного участка, то необходимо модернизировать забойную компоновку.

При смене пластов вдоль траектории скважины, сдвиге пород или неожиданном резком изменении их свойств отмечаются сложности с поддержанием заданного угла искривления или ошибочный темп набора кривизны. К ударным нагрузкам на забойную компоновку приводят взаимодействие долота с забоем и расширение ствола скважины.

На протяженность горизонтального участка скважины существенно влияют силы трения инструмента о стенки скважины, являющиеся ограничительным фактором. Обычно чем круче траектория наклонного участка, тем больше силы трения и тем короче горизонтальный участок, который может быть пробурен. Чтобы увеличить его протяженность, следует точнее спроектировать траекторию, уменьшить резкие изменения ствола скважины, повысить качество буровых растворов. Отмечается, что на горизонтальном участке любые изменения траектории необходимо производить медленно и постепенно.

Влияние резких перегибов ствола на забойную компоновку обычно компенсируется регулированием угла наклона корпуса винтового забойного двигателя. Этот процесс сводит к минимуму влияние резкого перегиба или кривизны на малом участке на коррекцию.

Для бурения горизонтальных участков используют два принципиальных подхода – геонаведение в стволе скважины большого диаметра или использование геологической информации и данных, полученных по пилотной скважине, для проектирования геометрии траектории. Смысл второго метода состоит в том, что при этом используется менее сложная забойная компоновка и можно уменьшить диаметр ствола.

Кустовое бурение, в отличие от одиночных наклонных скважин, весьма ужесточает требования к достоверности проектного профиля, фактически прогнозирующего закон, по которому произойдет искривление ствола скважины.

Для увеличения зенитного угла наилучшие результаты показывают турбинные отклонители, которые обеспечивают постоянную интенсивность увеличения, однако значительный объем остается на долю односекционных турбобуров с кривыми переводниками. Стабилизация зенитного угла осуществляется многосекционными турбобурами с одним центратором. На участке уменьшения зенитного угла никакие центрирующие устройства, как правило, не применяются. В связи с отсутствием сменных центраторов, управляемый спад не осуществляется.

В настоящее время при бурении наклонных скважин для достижения необходимого зенитного угла используется несколько отклоняющих компоновок. В зависимости от типа используемых отклонителей компоновки можно подразделить на две группы: компоновки, включающие турбобур с кривым переводником и компоновки с турбинными отклонителями типа ОТС.

В практике бурения наклонных скважин важное значение имеет вопрос оперативного контроля за величиной зенитного угла при работе с отклоняющими приспособлениями. Качественный оперативный контроль возможен только при известной закономерности изменения зенитного угла с глубиной для каждого конкретного отклонителя.

Принципы выбора параметров забойных компоновок, включающих центратор и калибратор, следующие: параметры компоновки должны быть таковы, чтобы калибратор был наименее нагружен поперечными силами; диаметр и место установки центратора должны обеспечивать требуемую величину отклоняющей силы и в то же время, обеспечивать работу калибратора в режиме наименьшего истирания его боковой поверхности. Выполнение этих требований будет способствовать формированию качественного ствола наклонной скважины и эффективной работе центрирующего приспособления.

Несмотря на значительные успехи, достигнутые в технике и технологии бурения наклонно направленных и горизонтальных скважин, на сегодняшний день в нашей стране число скважин, пробуренных с большим отклонением от вертикали (свыше 2000 м), незначительно.

Технология анаэробной герметизации композиционных труб

Ягубов Э.З. (г. Находка, филиал ДВГТУ, кафедра проектирования, сооружения и эксплуатации нефтегазопроводов, e-mail: em13@bk.ru)

The issues of encapsulating fiberglass plastic oil and gas pipes are being discussed in the given article. The technology of anaerobic encapsulating by means of structuring compositions is regarded as a basic one).

Известным недостатком стеклопластиковых труб нефтегазового назначения является их низкая трещиностойкость при действии давления поперек волокон, что приводит к разгерметизации трубы и делает дальнейшую ее эксплуатацию невозможной. Одним из способов решения этой проблемы композиционной трубы является ее герметизация на базе анаэробной технологии.

Автором было установлено в ходе исследований, что в трубопроводных системах возможно использование только структурирующихся неотверждающихся анаэробиков. Очевидно, процесс герметизации должен начинаться в момент образования микротрещин в стенке трубы под действием внутреннего давления и продолжаться в течение всего периода нахождения ее в НДС. При этом технологически процесс герметизации должен носить спонтанный характер организации и быть авторегулируемым.

Исходя из указанных предпосылок, можно предложить две оригинальные конструкции труб из КВМ, постулирующие анаэробную технологию герметизации жидким нетвердеющим анаэробиком (рис. 1 и 2).

На рисунке 1 приведено конструктивно-технологическое решение трубы, реализующее внешнюю схему (центростремительную) герметизации стенки.

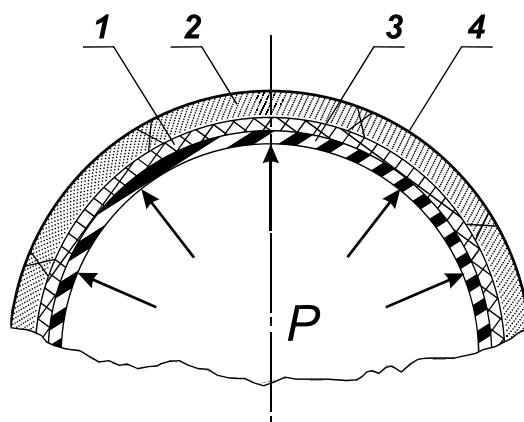


Рисунок 1. Конструкция трубы с центростремительной анаэробной герметизацией:

1- стенка трубы из КВМ; 2 – пористый материал, заполненный жидким анаэробиком; 3 – герметизирующий слой; 4 – внешний герметизирующий слой из металлической ленты

Сущность предлагаемой конструкции состоит в следующем: при нарастании внутреннего давления в трубопроводе его стенка и следящий за ней герметизирующий слой (ГС) деформируются, увеличиваясь в диаметре. При этом ячеистая упруго-эластичная прокладка сжимается и из ее пор выдавливается жидкий анаэробик, который под действием капиллярных сил лиофильной поверхности стенки и образующихся в ней микротрещин, а также под возникающим в зазоре между стенкой и наружным непроницаемым слоем давления задавливается в образовавшиеся в структуре стенки из КВМ трансверсальные микротрещины, заполняя и герметизируя их. Вязкость анаэробика между створками микротрещин существенно возрастает за счет его структурирования, блокируя фазовое проникание через нее и микротрещины стенки транспортируемой среды (нефти, попутного нефтяного газа и природного газа), проникшей через ГС в течение некоторого времени под рабочим давлением. Диффузионное же проникновение транспортируемой среды через заполняемые анаэробиком капилляры сильно растянуто во времени, а проникшая через структуру стенки среда растворена или рассеяна в ячеистой, заполненной анаэробиком структуре под непроницаемой наружной оболочкой и не представляет для окружающей среды никакой экологической опасности. При сбросе внутреннего давления НДС стенки трубы уменьшается, створки микротрещин сужаются, выдавливая жидкий анаэробик обратно в ячеистую структуру упруго-эластичной прослойки под проницаемым наружным слоем. Этому процессу способствует и возникающее в ячеистой структуре разрежение (вакуум) при уменьшении внешнего диаметра стенки.

На рисунке 2 приведена другая конструкция трубы, у которой упруго-эластичная ячеистая прослойка, заполненная жидким нетвердеющим анаэробиком размещена между стенкой трубы и ГС.

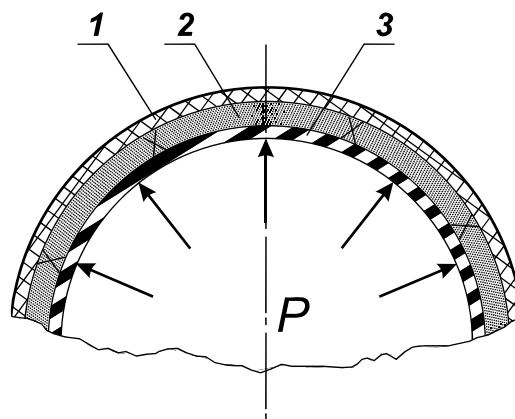


Рисунок 2. Конструкция трубы с межслойной анаэробной герметизацией:

1 – стенка трубы из КВМ; 2 – пороэластичный губчатый слой, наполненный жидким анаэробиком; 3 – эластичный герметизирующий слой

Таким образом, при нарастании внутреннего давления рабочей среды в трубопроводе, ее давление на стенку через ГС на ячеистую анаэробно-заполненную прослойку. При образовании в структуре стенки микротрещин, в них задавливаются (как и в предыдущем варианте) жидкий анаэробик, герметизирующий образующиеся трансверсальные капилляры проникания, блокируя проникание в них как изнутри транспортируемой среды, так и снаружи внешней атмосферы и влаги. Более того, образующиеся «окна» (зоны) повышенной проницаемости в структурирующейся в плоском НДС полимерной основе ГС также герметизируются задавливаемым в них жидким анаэробиком, блокирующим фазовый механизм миграции различных сред через ГС.

На оба рассмотренных конструктивно-технологических решения подготовлены заявки в патентное ведомство РФ на предмет признания их изобретениями.

***СЕКЦИЯ:
«ВОЕННАЯ ПОДГОТОВКА В
ВУЗЕ»***

Пути формирования педагогического мастерства военного педагога

Вокуев С. Л. (МГТУ, военно-морская кафедра)

В настоящее время в условиях реформирования Вооруженных Сил в целом и военного образования в частности на профессорско-преподавательский состав военных учебных заведений возлагается особая роль в формировании личности будущего офицера. Поэтому преподавательскому составу предстоит не только сохранить преемственность и традиции российской и советской военной школы, но и перестраивать систему подготовки офицерских кадров в зависимости от современных условий. В военные учебные заведения, на военные кафедры и факультеты военного обучения гражданских вузов на преподавательскую работу приходят не выпускники педагогических институтов и университетов, а обычные офицеры, имеющие достаточный опыт службы в частях, на кораблях и соединениях Вооруженных Сил РФ. Конечно же нельзя отрицать, что военная служба дает не только опыт военной службы по специальности, но и какие то основы педагогического мастерства, так как любой офицер занимается подготовкой и воспитанием подчиненного личного состава. Однако, придя в сферу образовательной деятельности, перед молодым педагогом встает множество вопросов, которые необходимо разрешить в самое ближайшее время.

Формирование офицера как педагога включает в себя несколько этапов, каждый из которых может вызвать как положительные тенденции педагогического развития, так и определенные кризисные ситуации.

На первом этапе офицер определяется с дальнейшим своим предназначением, т. е. делает определенный выбор между устоявшимся, привычным военным бытом и совершенно новой для него педагогической деятельностью. Важно чтобы в этот период сложились благоприятные отношения в педагогическом коллективе, чтобы офицер почувствовал поддержку старших товарищей. Очень полезна опека опытного преподавателя, который на своем богатом опыте помог бы становлению молодого преподавателя, направил бы его деятельность в нужное, правильное русло. Чем больше внимания будет оказано молодому педагогу, тем быстрее и безболезненней пройдет период адаптации.

На втором этапе происходит профессиональное становление, итогом которого становится новое состояние, связанное с формированием профессиональной педагогической компетентности. Но основа для формирования компетентности закладывается в периоды профессиональной переподготовки на различных курсах повышения квалификации в области педагогической деятельности на основе имеющегося высшего профессионального образования. В период профессионального становления преподаватель осваивает практические

приемы профессионального ориентированного обучения, методики организации обучения и проведения всех видов занятий, изучает методику проведения научных исследований, правовую базу системы военного образования, учится овладевать возможностями новых информационных технологий, вести профессионально ориентированную дискуссию и общение, развивает в себе риторические навыки и культуру речи. В дальнейшем преподаватель учит других тому и так, чему и как учили его самого.

На третьем этапе осуществляется профессиональное развитие, которое предполагает вхождение преподавателя в профессиональную среду. Этот этап сопряжен с особенностями и опасностями, так как в этот период преподаватель выбирает путь дальнейшего существования как педагога. Преподаватель может выбрать путь наименьшего сопротивления, т.е. использует в своей деятельности готовые шаблоны и наработки и это неминуемо приведет к пику профессионального роста и угасанию динамики профессионального развития. Человек достигает самоудовлетворения и затем наступает стадия профессиональной стагнации, когда педагог свои способности подстраивает под требования профессиональной среды и работает только за счет достигнутых результатов прошлого и это неизбежно ведет к снижению активности и приостановлению профессионального роста. Его лекции становятся неинтересны ни ему самому, ни аудитории курсантов.

В другом случае преподаватель постоянно живет чем-то новым и прогрессивным, старается внедрить в учебный процесс новые технологии, проводит научные исследования, работает над кандидатской диссертацией, пишет новые учебные пособия и т.д. В этом случае преподавателю тоже нужна помощь, необходима его дополнительная профессиональная переподготовка, включающая в себя дополнительные дисциплины кандидатского минимума со сдачей кандидатских экзаменов и т. д.

На четвертом этапе уже происходит формирование педагогического мастерства, т.е. высшего уровня педагогической деятельности, который проявляется в творчестве преподавателя, имеющего свой стиль проведения занятий, направленный на совершенствование обучения и воспитания.

Потребность в постоянном саморазвитии, самовоспитании является характерной чертой данного этапа развития преподавателя.

Итак, процесс профессионального развития преподавателя сложен, но в то же время очень интересен. На его формирование оказывает влияние множество факторов, которые либо помогают становлению и развитию, либо могут помешать. Важно в самом начале педагогического пути правильно определить основные параметры своего развития, чему может помочь процесс переподготовки и повышения квалификации. Такие преподаватели смогут сохранить преемственность в образовательной деятельности и продолжить ее развитие и совершенствование.

Подводные силы ВМФ России на защите рубежей государства

Исаев А. А. (МГТУ, военно-морская кафедра)

За последние сто лет подводные силы Военно-морского флота России принимали участие во всех войнах, в которых действовал флот. В Русско-японской и Первой мировой, гражданских войнах в России и Испании, в Советско-финляндской и Великой Отечественной; они были также одним из основных родов сил сдерживания в период «холодной войны».

Боевую деятельность подводные лодки Российского ВМФ начали во время Русско-японской войны 1904—1905 гг. Предполагалось их участие в обороне Порт-Артура, однако ко времени их прибытия на Дальний Восток Порт-Артур капитулировал, и подводные лодки были направлены во Владивосток, куда и прибыли в декабре 1904 г. К этому времени там оказалось семь подводных лодок, объединенных в Отдельный отряд миноносцев Владивостокского порта.

К началу Первой мировой войны подводные лодки имелись в составе Балтийского, Черноморского флотов и Сибирской флотилии. Наиболее подготовлены были подводные лодки Балтийского флота. Бригада подводных лодок Балтийского флота имела 8 боевых и 3 учебные лодки. Однако только одна из них — «Акула» — по-настоящему могла считаться боеспособной. Первую атаку кораблей противника 8 сентября 1914 г. выполнила подводная лодка «Акула» под командованием лейтенанта Н.Гудима. Одной торпедой с расстояния около 7 каб ПЛ выстрелила по немецким эсминцам. Немцы, заметив пенную дорожку, отвернули. На Черноморском флоте активно использовался минный заградитель «Краб», вошедший в состав действующего флота в 1915 г. За 1915—1916 гг. подводный минзаг трижды успешно выполнил минные постановки в районе Босфора и Варны. На минах, выставленных у Босфора, подорвался германский крейсер "Бреслау". В общей сложности во время Первой мировой войны русскими подводниками на Балтийском и Черном морях было потоплено и захвачено 225 судов и плавучих средств противника (216 турецких и 9 немецких) общим тоннажем около 50 тыс. брутто-тонн. С окончанием Первой мировой войны завершился первый этап военной и боевой деятельности подводных сил ВМФ России — этап признания подводных лодок в качестве рода сил Военно-морского флота, способного решать особые, свойственные только им, задачи.

В годы Гражданской войны в России подводные лодки воевали на Каспийском море («Минога» и «Макрель») и на Балтике (здесь в действующем флоте было оставлено 7 ПЛ). На Балтийском море наибольшего успеха добилась подводная лодка «Пантера», которой командовал А.Бахтин, бывший старший офицер «Волка». Он открыл счет

побед советских подводников: 31 августа 1919 г. атакой со стороны солнца Бахтин потопил английский эсминец «Виттория» двухторпедным залпом.

Упадок в промышленности, вызванный Октябрьской революцией и Гражданской войной, привел к десятилетнему перерыву в отечественном подводном судостроении. Только в ноябре 1926 г. была принята первая советская программа военного судостроения, предусматривавшая постройку 12 подводных лодок. Первые три — «Декабрист», «Народоволец» и «Красноармеец» — были заложены 5 марта 1927 г. в Ленинграде. Первая из них вступила в строй Балтийского флота в ноябре 1930 г. Для подводных сил готовились кадры в Краснознаменном учебном отряде подводного плавания им. С.Кирова (КУОПП), при котором действовали также Курсы командного состава подводных лодок и противолодочной обороны. Свой боевой опыт командиры подводных лодок приобретали в «горячих точках». Среди моряков-добровольцев, сражавшихся на стороне республиканцев в Испании, было шесть командиров подводных лодок — И.Бурмистров, И.Грачев, Н.Египко, В.Егоров, Г.Кузьмин, С.Лисин. Двум из этой шестерки были присвоены звания Героев Советского Союза. Первым подводником — Героем Советского Союза в ноябре 1938 г. стал капитан-лейтенант Иван Алексеевич Бурмистров; через три месяца высокое звание получил капитан 2 ранга Николай Павлович Египко.

В ходе Советско-финляндской войны 1939—1940 гг. подводные лодки Краснознаменного Балтийского флота действовали в Ботническом заливе, а Северного флота — в Баренцевом море. Они блокировали финские базы и порты, через которые осуществлялись перевозки стратегического сырья, вооружения и боеприпасов. Боевые действия подводные лодки вели в сложных условиях ледовой обстановки и низких температур. Уже 3 декабря 1939 г. в Боткинский залив прорвались подводные лодки С-1 (командир капитан-лейтенант А.Трипольский) и Щ-319 (командир капитан-лейтенант Н.Агашин). Кроме них в заливе вели боевые действия подводные лодки Щ-311 (командир Ф.Вершинин), Щ-324 (командир капитан-лейтенант А.Коняев). Боевые действия велись в основном с применением артиллерии. Л-1 впервые в советском флоте выставила минные заграждения двумя банками в районе Аландских островов. Всего в войне участвовало 36 подводных лодок (23 — КБФ, 13 — СФ). Подводные лодки С-1, Щ-311 и Щ-324 добились наибольшего успеха, совершив по два боевых похода. Эти лодки первыми стали краснознаменными, а их командиры — Героями Советского Союза.

Таким образом, к началу Великой Отечественной войны определились задачи и способы действий подводных сил, проведена их апробация в условиях боевых действий. В составе ВМФ СССР к 22 июня 1941 г. подводные лодки по численности (211 ед.) занимали второе место после торпедных катеров. Боевую деятельность подводные силы начали еще до 22 июня 1941 г. Так, С-7 и М-96 (КБФ) несли дозорную службу с середины июня в Ирбенском проливе и устье Финского залива. 21 июня

командир М-96 капитан-лейтенант А. Маринеско донес на КП флота о массовом движении германских судов на запад. С началом Великой Отечественной войны подводные лодки всех флотов начали развертывание в районы боевого предназначения. Первой победы добилась подводная лодка Северного флота Щ-402 (командир старший лейтенант Н. Столбов), потопив в гавани Хоннингсвог крупный транспорт. Всего за 1941 г. подводники СФ совершили 10 прорывов в порты и базы противника. Действия подводников трех флотов привели к потере противником 48 судов, в том числе двух из пяти итальянских танкеров, что привело к сбоям поставок нефти из Румынии.

В годы войны помимо действий на коммуникациях противника подводники Северного флота решали задачу обеспечения собственных внешних и внутренних морских перевозок. Ярким примером эффективного прикрытия союзных конвоев подводными лодками является атака ПЛ К-21 под командованием Героя Советского Союза капитана 2 ранга Н. Лунина 5 июля 1942 г. Германская эскадра в составе линейного корабля «Тирпиц», тяжелого крейсера «Адмирал Шеер» и восьми эсминцев выходила в море для разгрома конвоя RQ-17. На выходе из Альтен-фьорда линкор был атакован подлодкой. Об атаке Н. Лунин донес по радио. Донесение было перехвачено и расшифровано, и германское командование, опасаясь потери крупного корабля, вернуло эскадру в базу. В ходе войны подводные силы Северного флота были усилены за счет Балтийского и Тихоокеанского флотов и Каспийской военной флотилии. Основные боевые действия подводные лодки вели на коммуникациях противника. По числу пораженных судов противника и их тоннажу в период Великой Отечественной войны подводные лодки занимают второе место после авиации. На их долю приходится 22,6 % уничтоженных судов противника (27,5 % уничтоженного тоннажа). Подлодки были родом сил ВМФ, наносившим основные потери морским перевозкам противника в первые два года войны. По итогам боевых действий в годы Великой Отечественной войны 21 подводник был удостоен звания Героя Советского Союза.

С окончанием Великой Отечественной войны завершился второй этап деятельности подводных сил ВМФ СССР. Вместе с тем появилась необходимость в создании подводных лодок, обладающих большой автономностью, скрытностью действий, вооруженных мощным оружием, что было обусловлено рядом внешних и внутренних — экономических — факторов. В 1950-е гг. было построено 215 единиц подводных лодок 613-го проекта. Значимым событием стал пуск баллистической ракеты Р-11ФМ 16 сентября 1955 г. с подводной лодки Б-67 из надводного положения. В сентябре 1960 г. с нее же был осуществлен запуск баллистической ракеты из подводного положения. В это же время идет вооружение подводных лодок крылатыми ракетами. В октябре 1957 г. экипаж ПЛ Б-64 проекта 611-П (командир — капитан 2 ранга В. Евдокимов) выполнил первые пуски крылатых ракет. В 1952 г. начато проектирование подводных лодок с

атомной энергетикой. Первая атомная подводная лодка К-3 проекта 627 была заложена в Советском Союзе 24 сентября 1954 г., Военно-морской флаг на которой был поднят 1 июля 1958 г. Первым командиром отечественной атомной подводной лодки стал капитан 2 ранга Л.Осипенко. На базе атомной энергетике первого поколения создаются подводные лодки пр. 675, имеющие на вооружении 8 противокорабельных крылатых ракетах средней дальности П-6 и подводные лодки проекта 658 с тремя баллистическими ракетами на борту. В 1961 г. в составе ВМФ СССР имелось 9 атомных подводных лодок, из них 4 ракетных и 5 торпедных. Подводный флот становился атомным ракетноносным.

Первые два послевоенных десятилетия прошли под флагом активного применения дизельных подводных лодок и накопления опыта эксплуатации подводных лодок с атомной энергетикой. В 1950-е гг. дизельные подводные лодки действовали достаточно эффективно. Так, в декабре 1959 г. одна из подводных лодок проекта 613, базировавшихся в Албании (командир — капитан 2 ранга В.Козлов), находясь в море, проникла внутрь ордера отряда боевых кораблей США во главе с флагманским крейсером «Де-Мойн».

Появление атомной энергетике позволило решить еще одну важную задачу — подледное плавание. Атомоходы Северного флота начали осваивать акваторию Северного Ледовитого океана с первых лет вступления в боевой состав. Летом 1962 г. подводная лодка К-3 «Ленинский комсомол» (командир — капитан 2 ранга Л.Жильцов) совершила первый в истории ВМФ поход к Северному полюсу и осуществила там всплытие. В 1963 г. впервые в истории нашего флота атомные подводные лодки К-115 (командир — капитан 2 ранга И.Дубяга) и К-178 (командир — капитан 1 ранга А.Михайловский) выполнили межфлотский переход с Северного на Тихоокеанский флот, пройдя подо льдами Арктики 1600 миль. В то же время пришло понимание роли Военно-морского флота в политике государства. Появилось понятие «боевая служба», которая является в настоящее время основным видом деятельности сил флота в мирное время, высшей формой поддержания сил в заданной боевой готовности. В 1970 г. в Индийский океан впервые на боевую службу вышла атомная подводная лодка пр. 675 К-7 (командир — капитан 2 ранга Г.Хватов), которая в ходе боевой службы выполнила ракетную стрельбу по морской цели.

В конце 1970-х гг. идет активное строительство атомных подводных лодок второго поколения (РПКСН пр. 667А, 667АУ, 667Б, 667БД, 667БДР, многоцелевые АПЛ пр. 670, 671, 661, 705) и дизельных подводных лодок третьего поколения (пр. 641 Б, 877). Качественно изменились тактико-технические характеристики кораблей. Ракетно-ядерный потенциал морского базирования по сравнению с началом 1960-х гг. увеличился более чем в 200 раз; дальность стрельбы БР — в 5 раз. Подводные лодки стали активно участвовать в маневрах Военно-морского флота. Так, в маневрах «Океан» (1970) участвовало 40 подводных лодок (из них 13

атомных) Северного и 28 подводных лодок (из них 9 атомных) Тихоокеанского флотов; на учениях «Океан-80» в Атлантику вышло более 50 дизельных и атомных подводных лодок, в том числе 21 РПКСН.

В конце 1980-х гг. на флот стали поступать атомные подводные лодки третьего поколения — РПКСН пр. 941, АПРК пр. 949, 949А, АПЛ пр. 971. Их принципиальное отличие — значительное снижение акустической заметности, качественное изменение возможностей оружия. Менялась и организационная структура подводных сил. К началу 1990-х гг. в ВМФ имелось пять флотилий атомных подводных лодок. Кроме того на СФ было две эскадры дизельных подводных лодок и одна — на ТОФ. За 30 лет подводными лодками ВМФ СССР выполнено более 3500 походов на боевую службу. В общей сложности подводники провели в гидрокосмосе почти 1000 лет. Рекордсменами по числу боевых служб и времени, проведенному под водой, стали на Северном флоте вице-адмирал М.Моцак (24 БС), на Тихоокеанском — контр-адмирал В.Довженко (26 БС). За свой подвиг 58 подводников после войны были удостоены звания Героя Советского Союза.

В 1991 г. подводные силы вступили в четвертый и самый сложный период своего развития. Изменилась оргструктура подводных сил. Резко сократилось число поступающих от промышленности новых кораблей. Если в конце 1980-х гг. ВМФ ежегодно получал в среднем до 10 подводных лодок, то за последние 10 лет Северный флот получил одну подводную лодку (2001 г., АПЛ пр. 971); остальные флоты — ни одной новой. Такое катастрофическое положение сохранялось до 2000 г., после которого начался некоторый подъем ВМФ. Сформулировалось основное содержание четвертого этапа развития подводных сил России: разумная достаточность, суть которого состоит в том, чтобы в составе ВМФ находилось такое количество подводных лодок, которое достаточно для нанесения неприемлемого ущерба любому противнику, а их строительство и содержание не стали бы чрезмерным бременем для государства.

Несмотря на трудности, даже в самых сложных условиях подводники продолжали решать поставленные задачи. Так, в августе 1991 г. была выполнена успешная ракетная стрельба 16-ю ракетами из подводного положения РПКСН пр. 667БДРМ К-407 (командир — капитан 2 ранга В.Богомазов). В июле 1992 г. РПКСН К-523 (командир — капитан 1 ранга Е.Мокано) успешно выполнил ракетную стрельбу, находясь на боевой службе, подтвердив высокую степень готовности МСЯС к нанесению удара. В 1994 г. РПКСН К-18 (командир — капитан 1 ранга Ю.Юрченко) и многоцелевая АПЛ Б-414 (командир — капитан 1 ранга С.Кузьмин) совершили поход на Северный полюс, водрузили там Андреевский флаг и Государственный флаг России, РПКСН К-18 произвел пуск баллистической ракеты с Северного полюса. В период с 1993 г. по настоящее время 30 подводников были удостоены звания Героя России.

Сегодня количество и качество подводных сил ВМФ таково, что многие стоящие перед нами задачи становятся трудновыполнимыми. Флот

крайне нуждается в пополнении корабельного состава, в развитии собственной судостроительной базы и инфраструктуры. Несмотря ни на что на всех этапах своей деятельности подводники России вносили и вносят существенный вклад в обеспечение безопасности своей Родины.

Особенности оплаты воинского труда

Кондратенко А.С. (МГТУ, военно-морская кафедра)

Военная служба – особый вид федеральной государственной службы.

Денежное довольствие является основным источником обеспечения военнослужащих и состоит из месячных окладов по воинской должности и по воинскому званию, которые составляют оклад денежного содержания, ежемесячных и иных повышений, надбавок и других дополнительных денежных выплат.

Размеры окладов военнослужащих определяются Правительством Российской Федерации по представлению Министерства обороны Российской Федерации.

Сущность денежного довольствия. Потребность общества в услуге вооруженной защиты ее интересов заложена в функционировании государства и требует отвлечения части трудоспособного населения для оказания этой услуги. Эта потребность и формирует понятие "рабочая сила военнослужащих" – часть трудовых ресурсов общества занятых профессиональной воинской деятельностью.

Основные направления, характеризующие особенности воинского труда:

1) особенности служебной деятельности, исходя из характера воинского труда:

- внешняя политика государства;
- развитие военного дела;

2) особенности, связанные с источниками формирования бюджета семьи профессио-нального военнослужащего;

3) особенности служебной деятельности, связанные с риском для жизни;

4) особенности, связанные с географическими и природно-климатическими условиями;

5) особенности, учитывающие мобильность в прохождении военной службы;

6) особенности, связанные с возрастными ограничениями в праве заниматься определенными видами деятельности;

7) особенности служебной деятельности, ограничивающие права военнослужащих;

8) специфические особенности по сравнению с заработной платой.

Принципы построения денежного довольствия:

1) один из главных принципов, на основе которого построено денежное довольствие военнослужащих - это установление величины денежного довольствия военнослужащих в зависимости от количества и качества их воинского труда;

2) установление величины денежного довольствия с учетом особенностей воинской службы;

3) установление размера денежного довольствия с учетом порядка прохождения службы различными категориями военнослужащих;

4) размеры денежного довольствия должны обеспечить социальную значимость воинской службы;

5) всеобщность, обязательность и своевременность выплаты денежного довольствия;

6) законность в установлении размеров денежного довольствия, выплата в размерах бесспорно причитающихся военнослужащим, строгая нормированность видов денежного довольствия.

Функции денежного довольствия:

- воспроизводственная;
- стимулирующая;
- регулирующая.

Средства информатизации учебного процесса в вузах

Магаков М.Ю. (МГТУ, военно-морская кафедра)

В настоящее время развития человечества характеризуется созданием и внедрением во все сферы жизнедеятельности новых информационных технологий. Не может оставаться в стороне и военная сфера включающая в себя военные вузы, военные кафедры при гражданских вузах, НИИ разрабатывающие новые образцы вооружения и военной техники. Одним из направлений использования средств информатизации являются обучающие программы, которые могут сопровождать учебный процесс по всем разделам подготовки слушателей и курсантов военных учебных заведений, а также студентов факультетов военного обучения (военных кафедр) высших образовательных учреждений.

Создание электронных учебных пособий одно из направлений внедрения в процесс обучения современных компьютерных технологий. Примерами типовых образцов таких средств могут служить электронные пособия, разработанные, на факультете военного обучения Тамбовского ГТУ к ним относятся: «Основы общей тактики для подготовки офицеров запаса», «Теоретико-вероятностные основы стрельбы и управления огнем артиллерии», «Программно-методическая решения огневых задач стрельбы и управления огнем артиллерии». Электронный помощник Замполит-2000 скомпонованный выпускником факультета Военно-социальной работы Военного университета Мазур Г.Г. в котором заключены электронные версии по ОГП и информированию, морально-психологическому обеспечению, воспитательной работе ВС, Приказы и директивы МО законы РФ, пособие в помощь воспитателю, военно-социальная работа, справочник военного психолога, профилактика наркомании суицидов и конфликтов.

Учебные пособия в электронном виде представляют собой обучающую среду, созданную на основе современного программного обеспечения и включают дидактические, методические и информационно-справочные материалы по соответствующим дисциплинам обучения. Они предназначены в основном для оказания учебно-методической помощи курсантам (студентам) при подготовке к занятиям. Применение данных средств в учебном процессе позволяет более глубоко и всесторонне раскрыть тему посредством демонстрации изучаемых вопросов в статике и динамике, сопровождая их различными видео изображениями и аудио эффектами. Это существенно активизирует познавательную деятельность обучаемых, ускоряет формирование навыков в изучении дисциплин по программам подготовки офицеров запаса на военных кафедрах.

Отличительной особенностью учебных пособий в электронном виде является: структурная форма представления материала и его военно-

научное изложение, возможность индивидуального просмотра необходимого материала, изучать или повторять учебно-методический и информационно-справочный материал. Все пособия снабжены большим количеством специализированных схем, наглядных иллюстраций, демонстрационных эффектов анимации, таблиц, текста и т.п. Для усвоения материала (собственного кон-троля знаний), по изучаемым дисциплинам предусматривается вариант экзаменационных вопросов с иллюстрированными подсказками.

Таким образом, внедрение компьютерного представления дисциплин в учебный процесс военных вузов и военных кафедр позволяет поднять интерес обучаемых к изучению предметов и в итоге способствует более качественному усвоению ими учебного материала. Кроме того, существенно изменяет технологию преподавания дисциплин, но и создает определенные условия для привлечения, как преподавателей, так и будущих воен-ных специалистов в творческие процессы по созданию новых обучающих средств информатизации.

Малоизвестные имена и сражения Русского ВМФ. (Русско-шведская война 1788-1790 гг.)

Павлюк И.Н. *(МГТУ, военно-морская кафедра)*

В августе 1789 года (второй год войны), Шведы сосредоточили на Роченсальмском рейде значительные силы. 62 боевых корабля, 24 транспортных, общая огневая мощь 783 орудия, 10000 человек л/с.

Шведской эскадре противостояла русская Эскадра в составе 66 боевых кораблей, 879 орудий, около 13000 человек л/с, командовал эскадрой принц Нассау-Зиген.

Накануне сражения принц Нассау-Зиген писал Екатерине II: «Смею уверить Ваше Величество, что мы можем захватить всю шведскую гребную флотилию, если бы эскадра вице-адмирала Круза или несколько фрегатов из нашего флота, к которым могут присоединиться и мои шебеки, могли быть поставлены между островами Муссало и Лехма. Как только будет занята эта позиция, то я сейчас начну бомбардирование со своей эскадры. Я поставил уже восемь пудовых мортир на канонерские лодки, с которых снял пушки. Можно было бы также прислать две имеющиеся там бомбарды. Имея у себя все это, мы в состоянии будем принудить неприятеля оставить охраняемый им проход. Если он обратится на вице-адмирала Круза, то я последую за ним по пятам, а если он обратится на меня, то вице-адмирал будет его преследовать и ни одно его судно от нас не спасется».

Рано утром 4 августа шведский отряд из гребных судов севернее Роченсальма все же попытался первым атаковать эскадру Нассау-Зигена, но был отброшен. Против 23 шведских судов Нассау-Зиген ввел в бой сразу 35 гребных судов, которые успели выпустить по неприятелю до двух тысяч ядер, и шведы, держась на большом расстоянии, отступили. Они, видимо, хотели заманить русских в устроенную ими ловушку. Но из этого ничего не получилось. Преследуя шведов, русские потеряли шесть человек убитыми и четырнадцать ранеными. Инициатива шведов не понравилась Нассау-Зигену. Он хотел первым развязать сражение и опасался, что шведы покинут рейд и лишат его славы победителя.

Прорваться же на Роченсальмский рейд без серьезных потерь было трудно. Северный, или, как его еще называли, Королевский пролив, как выяснилось позже, был перекрыт затопленными транспортными судами, а более широкий южный проход являлся сложным в навигационном отношении, да еще и простреливался батареями с островов Муссала и Кутцала. Шведы знали об этих географических особенностях Роченсальмского рейда и решили их использовать. Они выстроили свой галерный флот в две линии прямо у входа на рейд с южного направления. Оба фланга упирались в острова, что исключало возможность обходного маневра. Атаковать противника в лоб могли лишь более сильные корабли

Круза, однако вице-адмирал был против применения в этом малоизученном и мелководном районе крупных кораблей. Нассау-Зиген же придерживался другого мнения: именно эти корабли он и планировал первыми ввести в сражение.

Между адмиралами возник спор. В конце концов в первый день сражения Екатерина II вместо Круза назначила генерал-майора Ивана Петровича Балле.

К ночи 13 августа все приготовления к сражению были в основном завершены. На рейде было тихо: разъезжали дозорные шлюпки, а командир авангарда капитан 1 ранга Андрей Иванович Денисов на своем катере делал промеры в шхерах и обозначал проходы навигационными вехами. Шведы же всю ночь трудились над заграждением Королевских ворот. За ночь в самом узком месте фарватера они затопили три транспортных судна.

План Нассау-Зигена заключался в том, чтобы эскадра Балле прорвалась через южный проход и, завязав сражение, оттянула бы на себя главные силы противника. Тем временем через Королевский проход на рейд должен был прорваться галерный флот Нассау-Зигена и всей мощью орудийного огня обрушиться на неприятеля с тыла. Принимая это решение, принц не знал, что путь на Роченсальмский рейд преградят затопленные суда. Утром 13 августа эскадра Балле снялась с якоря и начала втягиваться на Роченсальмский рейд. Дул тихий южный ветер. Впереди шел пакетбот «Поспешный», с его борта для подстраховки лотовые вели промеры глубин. За ним следовали бомбардирские суда «Перун» и «Гром», которых буксировали гребные кайки. Следом шли шебеки «Летучая», «Минерва» и «Быстрая». Построением руководил сам Денисов. Все эти суда составляли авангард эскадры Круза. На флагманском судне в положенное время не забыли поднять молебственный флаг, а в восемь часов утра дали сигнал: «Приготовиться к бою!». За авангардом следовали остальные суда эскадры.

Для шведов атака оказалась неожиданной, тем не менее, эскадру Балле они встретили организованным и достаточно мощным огнем. По всей линии почти сразу же завязалось ожесточенное сражение. Шведский вице-адмирал Эренсверд вводил в сражение все новые и новые силы. Через два часа на русских судах все мачты и реи были сбиты, в бортах зияли пробоины, на исходе были боеприпасы,

Когда положение эскадры Балле стало действительно угрожающим, Нассау-Зиген решил, наконец, вступить в сражение. Однако передовой отряд графа Юлия Литта, подойдя к Королевским воротам, натолкнулся на затопленные транспорты. Русские суда рассыпались между многочисленными островками в поисках проходов на Роченсальмский рейд, но безуспешно. Тогда Литта принял, казалось бы, безумное решение — он приступил к расчистке прохода. Осыпаясь градом снарядов и картечи, солдаты и матросы с помощью топоров, ломов и гандшпугов расчищали путь галерам. Офицеры, матросы и гвардейские солдаты, стоя

по пояс в воде более четырех часов, делали свое дело. Между тем отряд Балле вел сражение на последнем издыхании. Шведы наседали все более и более.

Не выдержав огня, Балле вынужден был дать сигнал к отходу. Шведы пошли на абордаж. Им удалось овладеть бомбардой «Перун» и пакетботом «Поспешный». К этому моменту на русских судах не осталось ни одного заряда, не было даже пуль, все весла были сломаны, а паруса и мачты сбиты. Казалось, шведы вот-вот одержат общую победу. Но около семи часов вечера на рейд с криками «Ура!» ворвался передовой отряд Литта. Предвкушавшие победу шведы пришли в смятение. Удар со стороны Королевских ворот для них оказался полнейшей неожиданностью. Шведы в беспорядке стали отступать. Теперь Нассау-Зиген вводил все новые и новые силы. Вначале были отбиты «Перун» и «Поспешный», затем пленены фрегат «Автрооле», восемь гребно-парусных судов, а также турума «Рогвальд» с подполковником Розенштейном. Ночью русские захватили еще и адмиральскую туруму «Бьерн-Иернсида», на которой последовательно погибли все четыре командира, сменявшие друг друга в ходе сражения. Свои прижатые к берегу транспортные суда шведы подожгли. По докладу майора Камнео, их было до тридцати, в том числе несколько канонерских лодок. Немногим шведским судам удалось скрыться в шхерах.

К двум часам ночи сражение закончилось. Трофеи были немалые: 214 пушек, 330 ружей, 12 пистолетов, 200 тесаков, 1050 шпажных клинков, 1000 ядер.

Полная победа Русского флота.

Анализ отдельных направлений реформы системы военного образования

Розганов С.М. *(МГТУ, военно-морская кафедра)*

С июня 2005 года во исполнение решения Совета безопасности Российской Федерации по вопросу о перспективах развития военной организации РФ до 2015 года Министерство обороны проводит плановые мероприятия по реформированию системы военного образования. Первым шагом явилось прекращение набора (зачисления) на все военные кафедры высших учебных заведений с 15 июня 2005 года. Затем, 8 сентября 2005 года, в средствах массовой информации был опубликован перечень 35-ти «элитных» вузов, где военные кафедры продолжают подготовку офицеров запаса и 33-х вузов, где на базе существующих военных кафедр будут созданы учебные военные центры (увц) для подготовки офицеров по контракту. Механизм формирования перечня этих вузов, критерии отбора скрыты в глубинах военного ведомства и, скорее всего, никогда не станут достоянием гласности. Решение принято и подлежит исполнению. С сентября 2006 года военные кафедры, не вошедшие в перечень, приступили к выполнению Планов по завершению обучения..., то есть планов ликвидации кафедр.

Уже более 10 лет оптимизируется общая структура, организация Вооруженных Сил РФ, сокращается их численность. Принято очень непростое решение о сокращении срока службы по призыву до одного года. И система подготовки военных кадров (командных, инженерных) приводится к современным требованиям. В этой связи необходимость уменьшения числа военных кафедр при вузах в целом не вызывает споров и сомнений. При этом уже сегодня формируется правовая основа деятельности тех, кто останется после 2008 года в сфере подготовки офицеров запаса и военнослужащих по контракту.

С 3 по 6 июля 2006г. несколькими Федеральными законами (№96-ФЗ, №103-ФЗ, №104-ФЗ, №105-ФЗ) внесены изменения в Федеральный закон от 28 марта 1998г. №53-ФЗ «О воинской обязанности и военной службе» (Закон). Эти изменения определили новую организацию обучения граждан по программам военной подготовки в федеральных государственных образовательных учреждениях высшего профессионального образования (ФГОУ ВПО) и новую организацию комплектования военных кафедр преподавательским составом.

1. По содержанию только обновленных статей Закона, без последующих Постановлений Правительства РФ и приказов Министра обороны РФ, нельзя сказать будут ли все должности преподавательского состава невоинскими, или только какая-то их часть. И тот, и другой вариант комплектования военных кафедр представляется проигрышным. Дисциплинированный, исполнительный военнослужащий, прослуживший

на офицерских должностях 10 лет и более, а именно такой ценз установлен новыми поправками, как правило, выходит на достаточно высокий уровень военной карьеры. Это этап старших офицерских званий, получения высшего военного образования в академии, этап самостоятельных командных должностей. И по достижении такого уровня профессиональной карьеры перспективному офицеру предлагается приостановление военной службы со всеми вытекающими негативными последствиями. Можно с большой долей уверенности предположить, что с комплектованием военных кафедр преподавательским составом в самое ближайшее время возникнут значительные проблемы. В лучшем случае преподавателями будут офицеры запаса, перевалившие за предельные возрасты пребывания на военной службе. В худшем, те, кто не имеет перспектив в военной службе из-за недостаточных (отрицательных) личных качеств. Эффективность учебной и воспитательной работы таких преподавателей, мягко говоря, будет невысокой.

В новой редакции ст.20 Закона появилось новое определение «программа военной подготовки офицеров запаса», очевидно, призванное максимально конкретизировать направленность процесса обучения на военных кафедрах. И этой же статьей определены невоенные должности преподавателей военной подготовки! То есть, совсем скоро нормой учебного процесса на военных кафедрах станет следующая картина: занятиями по тактической или строевой подготовке руководит преподаватель в джинсах, кроссовках, бейсболке и свитере. Конечно, форма сама по себе не является абсолютной основой качества военного обучения. Но сегодняшнему «не реформированному» офицеру-преподавателю такая организация представляется неприемлемой и противоречащей определению «военное обучение». В недавнем прошлом в системе патриотического воспитания школьников была очень увлекательная и очень полезная военно-спортивная игра «Зарница». Возрождение данной воспитательной формы (игры) в школах, бесспорно, дало бы положительные результаты. Но применимы ли те же организационные принципы для военной подготовки офицеров? Очевидно, нет.

2. Принципиально новой структурой в системе военного образования заявлены учебные военные центры при ФГОУ ВПО. Их задача – готовить офицеров для военной службы по контракту. Начало учебной работы увц назначено на 2008 год. Следовательно, качество профессиональной подготовки их выпускников можно будет оценить не раньше, чем лет через пять-шесть. Но уже сегодня можно прогнозировать проблемы набора граждан в увц. Даже сегодняшние программы подготовки офицеров запаса (450 аудиторных часов) являются очень серьезной дополнительной нагрузкой на студентов вузов. Подготовка офицера для службы по контракту потребует, как минимум, удвоения этой нагрузки. Гражданин, поступивший в вуз, прежде всего, нацелен на освоение своей будущей гражданской специальности и видит свою перспективу никак не в военной

службе по контракту, престижность которой и по сей день остается крайне низкой. Дополнительным препятствием, отталкивающим фактором для потенциальных курсантов увц явится пункт договора о возмещении средств, затраченных на обучение, в случае отчисления из увц или досрочного увольнения с военной службы. Конечно, для взвешенной оценки необходимо знать численные значения «дифференцированной дополнительной стипендии и других выплат», которые предполагается выплачивать обучающимся в увц, а также размер возмещаемых средств. Но в общем случае дополнительные финансовые обязательства не являются привлекающим фактором.

При принятии студентом решения по данному вопросу на одной чаше весов будут: учебная нагрузка только по основной гражданской специальности и 12 месяцев службы по призыву, на другой – значительная дополнительная учебная нагрузка, мешающая освоению основной специальности, ограничения в следствие допуска к секретным сведениям, материальная ответственность в случае отчисления, три года военной службы по контракту, возможная потеря профессиональных знаний и навыков за время военной службы, дополнительные проблемы с трудоустройством после увольнения в запас.

Российская (советская) система подготовки офицерских кадров имеет вековую историю, прекрасные традиции. И в мирное время и в периоды военных действий офицеры Российских Вооруженных Сил многократно проявили свою высокую профессиональную и психологическую подготовку, боевую выучку и тем самым показали превосходство российской военной школы. Сегодняшние реформы военного образования проводятся без прогнозирования результатов, авось что-то путное получится. Не получится – начнем новые реформы.

Морская болезнь и ее профилактика

Филатов Н.В. (МГТУ, военно-морская кафедра)

Хотя морская болезнь и не является смертельно опасной, но вызывает весьма неприятные ощущения, лишая работоспособности полностью или значительно ее снижая.

Проявления морской болезни весьма разнообразны, но основные – это тошнота, рвота, головокружение, общая слабость, повышенная потливость, помрачение сознания, резкая бледность кожных покровов, учащение пульса и т.п. Помимо неприятных субъективных ощущений морская болезнь чревата еще одной опасностью: рвота и повышенное потоотделение значительно обезвоживают организм.

Основной, но не единственной причиной заболевания является раздражение вестибулярного (отолитового) аппарата, расположенного во внутреннем ухе, положительными или отрицательными угловыми ускорениями. Этот аппарат нервными путями связан также с внутренними органами, со зрительными анализаторами, а также с мышцами туловища и конечностей. Поэтому, помимо прямого его раздражения, имеет значение и рефлекторное влияние от зрительного восприятия или от раздражения внутренних органов, прежде всего рецепторов области брюшной полости. Для возникновения морской болезни большое значение имеет не столько бортовая, сколько килевая качка. К заболеванию предрасполагает переутомление, обильный прием пищи или обильное питье, состояние алкогольного опьянения. С другой стороны, сильное эмоциональное напряжение, а также состояние общего охлаждения, оказывающие влияние на центральную нервную систему, во многом способствуют предупреждению укачивания. С этим, вероятно, во многом связано незначительное количество подвергающихся морской болезни среди терпящих бедствие на море. Целеустремленной деятельностью и самовнушением также можно в какой-то мере предупредить болезнь. Следует заметить, что укачивание особенно опасно в тропической зоне океана, поскольку частая рвота ведет к значительному обезвоживанию организма, восполнить которое в полной мере не всегда возможно, и, как одно из следствий такого состояния, наступает тепловое истощение.

Симптомы морской болезни обычно прекращаются без какого-либо дополнительного лечения с улучшением гидрометеорологических условий плавания. А в разгар болезни прежде всего надо занять удобное положение по отношению к испытываемым угловым ускорениям. В зависимости от индивидуальной особенности пострадавшего, а также от характера качки это положение может быть вертикальным или, что чаще, лежа, но с учетом индивидуальной чувствительности, вдоль или перпендикулярно продольной оси судна и, по возможности, ближе к его центру, где амплитуда бортовой качки минимальна. Следует воздержаться от приема

пищи, что, однако, не исключает употребление острых и соленых продуктов, особенно соленой рыбы (воблы и др.). Некоторым помогает тугое бинтование (бандаж) живота или запрокидывание головы с закрытыми глазами, отвлечение внимания от неприятных ощущений, фиксация взгляда на неподвижных точках горизонта, облаков. Из лекарственных средств применяют бонин, кинедрил, драмина, а также антигистаминные препараты, которые лучше принимать до начала качки.

Особенности применения подсистемы шумопеленгования гидроакустического комплекса при плавании подо льдом

Чирков В.Н. (МГТУ, военно-морская кафедра, e-mail: chirkof@mail.ru)

В условиях вероятной войны главную роль в расстановке сил будет играть, в основном, ядерная мощь того или иного государства. В частности, применительно к военно-морским силам, основным сдерживающим фактором являются морские стратегические ядерные силы (МСЯС). В России МСЯС представлены отдельным классом подводных кораблей – подводными лодками стратегического назначения, главной задачей которых можно считать готовность к пуску межконтинентальных баллистических ракет. Следовательно, при выполнении задач необходимо правильно выбрать район Мирового океана для достижения максимальной скрытности и эффективности. Для этой цели одним из наиболее подходящих мест является Северный ледовитый океан.

Но в условиях Северного ледовитого океана возникает ряд трудностей, связанных с плаванием подо льдами. Толщина льда в Арктике порой достигает 8-10 метров. А ледяные кили достигают порой глубины 150 метров. Сплоченность льда даже в летние месяцы может достигать 9-10 баллов. Все эти факторы значительно затрудняют деятельность подводных кораблей. Во-первых, осложнен пуск баллистических ракет, что делает порой невыполнимой основную задачу. А во-вторых, в случае возникновения аварийной ситуации плотные слои пакового льда не дадут возможности всплытия в надводное положение для ведения борьбы за живучесть. Следовательно, при плавании подо льдами Арктики командир подводной лодки должен непрерывно вести ледовую разведку.

Нанесение результатов ледовой разведки на навигационные карты даст возможность командиру принять единственно правильное решение в любых условиях сложившейся обстановки. Но для того, чтобы правильно нанести ледовую обстановку на карту, необходимо правильно и всесторонне использовать средства ледовой разведки корабля.

Опыт подледного плавания показывает, что штатные средства ледовой разведки не позволяют заблаговременно оценивать ледовую обстановку. Так эхолот, навигационный круговой обнаружитель и телевизионный комплекс позволяют оценить только обстановку непосредственно над субмариной. А навигационный обнаружитель разведий и станция миноискания обозревают только курсовые углы в носовом секторе корабля и обладают малым радиусом действия. Возникает закономерный вопрос: что можно использовать для предварительной оценки ледовой обстановки на достаточно больших расстояниях? Ответ на этот вопрос дает возможность правильно выбрать направление движения корабля. И этот ответ есть. Подсистема шумопеленгования гидро-

акустического комплекса хоть и работает только в пассивном режиме, но может стать достаточно информативным источником.

Анализируя информацию на ленте самописца, на экране ИКО и на слух можно достоверно классифицировать источник шума в широком секторе курсовых углов. Такими источниками зачастую являются полыньи (разводья) и места торошения льда. Главная задача оператора подсистемы шумопеленгования - точно определить, какой из источников шума он видит и слышит. Для этого есть ряд рекомендаций, информация о которых не может быть опубликована в открытой печати.

Военно-морская кафедра МГТУ на современном этапе

Шалаев В.Н. (МГТУ, военно-морская кафедра)

В ноябре 2006 года военно-морская кафедра МГТУ отметила свой 55-летний юбилей. За время своего существования кафедра подготовила большое количество военных специалистов – офицеров запаса для военно-морского флота. Многие из них проходили военную службу на кораблях и в частях Северного флота. И сегодня наши выпускники находятся в действующем строю защитников отечества. Вот некоторые из них: старшие лейтенанты Ющик В.Б. и Мунин В.В., закончившие судомеханический факультет университета, старшие лейтенанты Седов М.А. и Кривенко О.И., закончившие судоводительский факультет, старшие лейтенанты Мишенин И.В. и Куклев А.Н., закончившие экономический факультет. От командования частей руководству кафедры приходят на выпускников только положительные отзывы. На флоте всегда существовала потребность в офицерах – выпускниках МГТУ. Эта потребность существует и сейчас.

Однако по решению Министерства обороны в 2005 году Мурманский государственный технический университет не был включен в перечень высших учебных заведений, в составе которых должна действовать военная кафедра для обучения курсантов по программам подготовки офицеров запаса. С июня 2005 года согласно этому решению было прекращено заключение контрактов с курсантами для обучения на военно-морской кафедре.

Это ни в коем случае не означает, что военно-морская кафедра МГТУ прекратила свое существование.

В настоящее время проводится реорганизация кафедры, предусматривающая сокращение части должностей преподавательского состава, что неизбежно при уменьшении числа курсантов, обучающихся на военно-морской кафедре, но эта реорганизация проводится таким образом, чтобы оставшиеся преподаватели смогли закончить обучение курсантов, заключивших контракты до июня 2005 года.

Двое из четырех преподавателей военно-морской кафедры, чьи должности были сокращены, остались сотрудниками университета и продолжают обучение и воспитание студентов в других структурных подразделениях. Доцент Кучеренко В.В. является заместителем декана политехнического факультета по воспитательной работе. Доцент Урванцев В.И. преподает на кафедре Электрооборудования судов.

Сейчас на военно-морской кафедре продолжают обучение по программам подготовки офицеров запаса 182 курсанта, из них: 54 – специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок», 19 – специальности «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики», 17 – специальности «Автоматизация технологических

процессов и производств», 27 – специальности «Энергообеспечение предприятий», 48 курсантов экономического факультета и 17 – технологического факультета.

В настоящее время 13 курсантов 5 курса политехнического факультета специальности «Энергообеспечение предприятий» проходят учебные сборы в соединении подводных лодок Северного флота.

Аттестованы в офицерский состав и представлены к присвоению звания «лейтенант» в марте 2007 года 65 курсантов университета, из них: 26 – специальности «Судовождение», 31 – специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок», 19 – специальности «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики».

Идет подготовка документов для аттестования в офицерский состав летом 2007 года еще на 63 курсантов, заканчивающих университет, из них: 5 – специальности «Автоматизация технологических процессов и производств», 13 – специальности «Энергообеспечение предприятий», 22 – технологического факультета и 23 – экономического факультета.

Учебный процесс на военно-морской кафедре будет завершён в июле 2008 года. Военно-морская кафедра в полной мере выполнит свои обязательства, и все курсанты, заключившие контракты для обучения по программам подготовки офицеров запаса, успешно прошедшие это обучение и закончившие университет, будут аттестованы в офицерский состав.