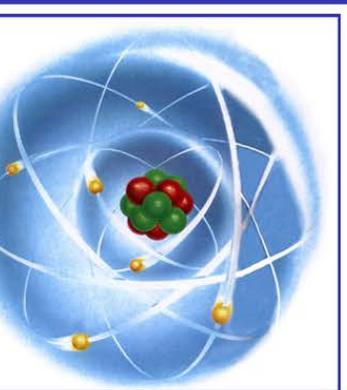


**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



## **НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ – 2014**

(24-28 марта 2014 г.)

материалы Международной  
научно-технической конференции

УДК 001:[60+50](08)(06)

ББК 95

НЗ4

- НЗ4 Наука и образование – 2014 [Электронный ресурс] : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 24–28 марта 2014 г. / Федер. агентство по рыболовству, Федер. гос. бюджетное образоват. учреждение высш. проф. образования «Мурм. гос. техн. ун-т». – Электрон. текст. дан. – Мурманск : ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2014. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: PC не ниже класса Pentium II; 128 Mb RAM; свободное место на HDD 100 Mb; Adobe Acrobat Reader; дисковод CD-ROM 2x и выше. – Загл. с титул. экрана. – Электрон. текст подг. ФГБОУ ВПО «МГТУ».

В сборнике опубликованы тезисы докладов участников Международной научно-технической конференции «Наука и образование – 2014», которая состоялась 24-28 марта 2014 г. в Мурманском государственном техническом университете. Тематика представленных докладов охватывает направления научных исследований университета в области технических и естественных наук.

Издание предназначено для научных, научно-педагогических работников, докторантов, аспирантов, специалистов, ведущих научные исследования по направлениям работы конференции.

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования: PC не ниже класса PentiumII  
128 Mb RAM ; свободное место на HDD 131 Мб ; привод для  
компакт дисков CD-ROM 2-х и выше.

Номер государственной регистрации электронного издания  
№ 0321401155

© Мурманский государственный  
технический университет, 2014 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

### АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ ..... 19

Анализ неравновесных процессов на основе количественной термографии.....	20
Власов А. Б., Бун-Ян-Тун В.	
Анализ спектральных характеристик светодиодов.....	24
Власов А. Б., Кореннов М. М.	
Разработка методики построения переходной характеристики объекта по АФЧХ.....	27
Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В., Селяков И. Ю., Маслов А. А.	
Реализация программы автоматического подбора параметров режима стерилизации консервной продукции.....	32
Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В., Селяков И. Ю., Маслов А. А., Прыгунов А. И.	
Разработка мобильной платформы для построения простейшего робота.....	36
Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В., Селяков И. Ю., Яценко В. В.	
Разработка управляющего модуля для построения простейшего робота.....	40
Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В., Селяков И. Ю., Яценко В. В.	
Автоматизация малогабаритной сушильной установки: экономический аспект.....	44
Вотинов М. В., Вотинова Е. М.	
Телематическое оснащение программно-аппаратного комплекса гибкого автоматического управления процессами термической обработки гидробионтов.....	48
Вотинов М. В.	
Мобильный телефон – помощник или вредитель? .....	51
Денисова Н. Г.	
Программно-аппаратный лабораторный комплекс на базе преобразователя частоты. Разработка программного обеспечения на базе SCADA-системы GENIE для имитатора нагрузки частотных преобразователей.....	54
Ерещенко В. В., Столянов А. В., Маслов А. А.	
Разработка опытного образца коптильно-сушильной установки роторного типа.....	58
Ильин А. Ю., Аминов В. А., Похольченко В. А.	
Эксергетическая эффективность котельных установок .....	62
Ильин Р. А., Куртынов С.Е.	
Технические и программные средства автоматизации «ОВЕН» в дипломном проектировании и научных исследованиях кафедры автоматике и вычислительной техники .....	67
Кайченев А. В., Власов А. В., Селяков И. Ю., Маслов А. А., Висков А. Ю.	
Разработка управляемой мобильной платформы в рамках учебной практики студентов направления «Автоматизация технологических процессов и производств».....	71
Кайченев А. В., Власов А. В., Яценко В. В., Власова А. Р., Селяков И. Ю.	
Опыт применения балльно-рейтинговой системы.....	75
Качала В. В.	
Анализ эффективности методов прогнозирования в системах управления теплоэнергетическими объектами.....	79
Качала Н. М., Прохоренков А. М.	
Моделирование теплопритоков при хранении продукции с помощью управляемых температур.....	84
Кобылянский И. Г.	

Применение программы SMath Studio в учебном процессе .....	87
Лейко Н. Н.	
Разработка программного обеспечения DataView для учебно-лабораторного стенда «АСР частоты вращения ДПТ».....	90
Маслов А. А., Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В., Селяков И. Ю.	
Радиочастотное термнезависимое устройство для индикации уровня и положения границы раздела веществ в емкостях .....	94
Прохоренков А.М., Совлуков А.С., Терешин В.И. , Яценко В. В.	
Модули управления вентиляторами для малогабаритной установки для поиска оптимальных технологических режимов.....	100
Селяков И. Ю., Власов А. В., Кайченев А. В., Власова А. Р., Маслов А. А., Ершов М. А.	
Современные системы управления коптильными и сушильными печами.....	104
Селяков И. Ю., Власов А. В., Кайченев А. В., Власова А. Р., Маслов А. А., Ершов М. А.	
Программно-аппаратный лабораторный комплекс на базе преобразователя частоты. Разработка программного обеспечения на базе SCADA-системы GENIE .....	108
Столянов А. В., Ерещенко В. В., Маслов А. А.	

## **АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ МНОГОУРОВНЕВОЙ ПОДГОТОВКИ.....112**

Использование современных микропроцессорных средств для модернизации натурального учебного эксперимента по электротехнике .....	113
Кичигин А. В., Мухалёв В. А., Гимбицкий А. И.	
Формирование профессиональной творческой активности студентов в рамках компетентностного подхода .....	117
Курляндская И. П.	
Особенности обеспечения безопасности работ при ведении действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ на радиационно-опасных объектах.....	122
Туник В. П., Кузнецов А. В.	

## **БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ.....128**

Критериальный выбор управлений операциями в рамках нечетких норм безопасной эксплуатации судна .....	129
Блажеев А. Ю., Сологубов В. В., Меньшиков В. И.	
Оценка безопасности судоходства на основе учета вероятностных показателей.....	138
Борисова Л. Ф.	
Применение ледокольной платформы на воздушной подушке для борьбы со льдами у шельфовых платформ на примере северного Каспия.....	138
Гасанов К. Г.	
Совершенствование системы информационной поддержки для управления технологическими процессами в морском порту.....	129
Истратов Р. А., Литун А. В., Прохоренков А. М.	
Размещение судовых специалистов по рабочим местам с согласованием портрета субъекта «человеческого элемента» и портрета его рабочего места.....	142
Карташов С. В., Меньшиков В. И.	
Вероятность появления ненамеренных угроз, связанных с нарушениями инструкций по эксплуатации судовых технических средств .....	150
Кулизнев И. А., Лохов С. С., Меньшиков В. И.	

Расчет силы гидродинамического сопротивления плоской рыболовной сети при продольном обтекании в автотельной области .....	153
Наумов В. А., Агиевич Н. А.	
Моделирование динамических процессов крыла ставного подвесного невода .....	157
Недоступ А. А., Ражев А. О.	
Исследование погружения нижней подборы кошельковых неводов в гидроканале ОАО «МариНПО» .....	162
Недоступ А. А., Макаров В. В.	
Политика Китая в Арктике .....	168
Орешкин М. В.	
Оценка функции готовности «человеческого элемента» при эксплуатации судна .....	170
Пеньковский Д. В., Зива И. И., Пеньковская К. В.	
Подводная геодезическая сеть территориальных вод морских государств. Обозначение границы территориальных вод на морских картах, в национальной геодезической системе .....	176
Санаев А. И.	
Способ управления судном при выполнении им швартовной операции к борту судна, лежащего в дрейфе .....	184
Юдин Ю. И., Петров С. О., Холичев С. Н.	
Способ определения поперечной гидродинамической силы образующейся на корпусе судна при выполнении сложного маневрирования .....	189
Юдин Ю. И., Холичев С. Н., Петров С. О.	
Развитие морского портового комплекса на арктическом направлении .....	194
Фофанова А. Ю.	
<b>БИОРЕСУРСЫ, УСТОЙЧИВОСТЬ И РАЗВИТИЕ ЭКОСИСТЕМ СУБАРКТИКИ .....</b>	<b>198</b>
Изменения структуры литорального сообщества бухты Белокаменная Кольского залива...	198
Афончева С. А., Губина Д. В.	
Оценка выедания треской сайки Баренцева моря с учетом пространственно-временного перекрытия ареалов на примере 2006 и 2013 гг. ....	203
Бензик А. Н. Кривошея П. В.	
Океанографические основы распространения техногенных радиоизотопов Баренцева моря на примере разреза «Кольский меридиан» .....	211
Валуйская Д. А.	
Бархатцы в условиях Мурманска .....	215
Горбунова С. И.	
Комнатные растения из семян .....	220
Горбунова С. И.	
Пряные растения для выращивания в Мурманске .....	220
Горбунова С. И.	
Способы определения возраста представителей отряда Rajiformes на примере звездчатого ската Баренцева моря .....	229
Деревщиков А. В.	
Гибридный индекс берёз города Мурманска в условиях аэротехногенного загрязнения ..	234
Ковалева Т. О., Приймак П. Г.	

Использование теплового насоса в качестве блока терморегуляции установки замкнутого водообеспечения аквакультуры .....	238
Маковская А. И., Суслов А. Э., Фатыхов Ю. А.	
Особенности макрофитобентоса Кольского залива .....	242
Малавенда С. В., Малавенда С. С., Комракова Д. Г.	
Использование отрывных зондирующих систем с борта судов ледового класса на акватории Севморпути .....	246
Моисеев Д. В.	
Различия в питании молоди семги <i>Salmo salar</i> L. в реке Умба .....	251
Николаев А. М.	
Особенности анатомического строения турионов рдеста альпийского (POTAMOGETON ALPINUS BULB.) .....	255
Приймак Е. В., Казакова Э. П.	
Многолетние изменения содержания тяжелых металлов в ассимилирующих органах растений на современном этапе исследования .....	259
Салтан Н. В.	
Перспективы использования вторичных сырьевых ресурсов тыквы сорта «Штирийская» в качестве ингредиента кормовой продукции .....	263
Садретдинова Л. И., Киричко Н. А.	
Разработка и использование нового белкового компонента в составе комбикорма для ранней молоди осетровых рыб .....	268
Сергазиева О. Д., Бахарева А. А., Грозеску Ю. Н.	
Структура поселения и рост двустворчатого моллюска <i>Mya Arenaria</i> на литорали губы Пала Кольского залива .....	272
Сергеева К. Э., Кравец П. П.	
Фитопланктонное сообщество бухты Девкина заводь Печенгской губы Баренцева моря в летний период 2013 г. ....	276
Тюкина О. С.	
Годовая динамика численности основных таксономических групп донных организмов в протоке Быстрая .....	280
Ульянова А. С.	
<b>БИОХИМИЯ И МЕДИЦИНА.....</b>	<b>284</b>
Заболееваемость инфекциями, передающимися половым путем, населения Мурманской области с 2008 по 2012 гг. ....	285
Быкова А. В., Огурченкова Т. Н.	
Исследование содержания каротиноидов в полевом эксперименте .....	293
Гридина Т. С.	
Биохимический анализ водорослей .....	297
Дубогрызова А. А., Овчинникова С. И.	
Характеристика показателей здорового образа жизни учащихся политехнического колледжа и курсантов морской академии МГТУ .....	300
Ключко Е. В., Кривенко О. Г.	
Атеросклероз – «Тихий убийца» 21 века .....	304
Кривенко О. Г.	
Остеопороз: виды, факторы риска, диагностика .....	308
Кривенко О. Г.	

Аминокислотный состав речной и заводской молоди атлантического лосося Кольского полуострова.....	313
Мишанина Л. А.	
Использование метода полимеразной цепной реакции в диагностике инфекционных заболеваний.....	316
Мишанина Л. А.	
Биохимические исследования мышечной ткани форели.....	318
Овчинникова С. И., Михнюк О. В., Шашкова Е. В.	
Разум в сохранении здоровья .....	320
Савоткин Н. А.	
Обзор состояния водных объектов бассейна Кольского залива по гидрохимическим показателям.....	324
Широкая Т. А.	
Анализ зависимости активности ферментного препарата гепатопанкреаса камчатского краба от температуры среды и времени инкубации.....	328
Шкуратова Е. Б.	
Распространенность внутриутробных инфекций среди беременных женщин города Мурманска.....	330
Янина А. М.	

## **ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В АРКТИКЕ .....337**

Высотные профили электронной концентрации: сравнение результатов теоретической и эмпирической моделей.....	338
Ботова М. Г., Романовская Ю. В., Намгаладзе А. А.	
Развитие авроральных возмущений в условиях ионосферной конвекции .....	344
Волков М. А.	
Вариации ПЭС ионосферы, наблюдавшиеся перед землетрясением 15 января 2009 г., М7.4, Курильские острова .....	351
Золотов О. В.	
Возмущения ионосферных квазистационарных электрических полей перед сильными землетрясениями по данным инструментальных средств наблюдений .....	355
Золотов О. В.	
О «наивной» оценке полного тока в глобальной электрической цепи.....	351
Золотов О. В.	
Об оценке величины электрических токов сейсмического происхождения .....	362
Золотов О. В.	

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРОГРАММНЫЕ РАЗРАБОТКИ.....367**

Разработка системы информационной поддержки радиологических измерений с блоком визуального анализа .....	372
Вицентий А. В., Шишаев М. Г.	
Управление бизнес – процессами транспортно – логистической компании с использованием имитационного моделирования.....	372
Григорьев О. В., Латыпова Э. А., Бондарева И. О.	
Исследование и анализ пассивных оптических сетей нового поколения.....	378
Джуманьязов Р. Н., Мальцева Н. С.	

Построение модели интересов пользователя Web-ресурсов.....	382
Диковицкий В. В., Ломов П.А., Федоров А. М.	
Кластеризация узлов планарной регулярной сетки в задаче прогноза временной изменчивости пространственного распределения физических характеристик .....	387
Запорожцев И. Ф., Серeda А.-В. И.	
Использование информационных технологий при проектировании «умного» города.	391
Квасников В. А.	
Применение интеллектуальных транспортных систем для организации дорожного движения и управления транспортными потоками.....	395
Кузнецова О. Б., Колбеев В. В., Сандалов А. С.	
Возможности системы дистанционного контроля знаний в МГТУ .....	399
Луковкин С. Б., Хохлова Л. И.	
Интегрированная имитационно-экспертная модель комплексной безопасности социально-экономического развития Арктических регионов.....	404
Маслобоев А. В.	
Структура и особенности программной реализации виртуальных когнитивных центров управления комплексной безопасностью региона.....	409
Маслобоев А. В.	
Проекционный метод параметрической идентификации объектов .....	414
Тин Зар Аунг, Со Нэй Лин Аунг, Акименко Д. А.	
Применение спектральной декомпозиции сейсмических временных разрезов при поисковых работах на нефть и газ .....	418
Трошин О. В., Серeda А.-В. И.	
Оценка остаточного ресурса для целей управления технологической безопасностью процесса подготовки питания флотации ОАО «Ковдорский ГОК» .....	423
Туз А. А., Богатиков В. Н.	
Имитационное моделирование кадровой потребности Мурманской области.....	428
Халиуллина Д. Н., Малыгина С. Н.	
<b>МИКРОБИОЛОГИЯ .....</b>	<b>433</b>
Гидролого-гидрохимическое исследование южного и среднего колен Кольского залива в зимний гидрологический сезон 2012-2013 .....	434
Гладченко А. В., Макаревич Е. В., Жекова А. А., Жекова Е. А.	
Влияние абиотических факторов на распространение бактериопланктона прибрежных вод Кольского залива .....	441
Жекова А. А., Макаревич Е. В., Жекова Е. А., Гладченко А. В.	
Трофическая структура гетеротрофного бактериобентоса литорали Кольского залива.....	447
Жекова Е. А., Макаревич Е. В., Жекова А. А., Гладченко А. В.	
Сравнение методов судебно-криминалистической экспертизы.....	452
Казеева Д. О., Ускова И. В.	
Углеводороды в донных осадках Баренцева моря.....	456
Литовская А. М., Жилин А. Ю., Плотицына Н. Ф.	
Микробиологические исследования перифитона прибрежной зоны Кольского залива .....	460
Луценко Е. С.	

Биологическая роль патогенных вирусов, обнаруживаемых в водных экосистемах и заболевания, вызываемые ими .....	465
Перетрухина А. Т., Блинова Е. И., Вахницкая Д. В.	
Современные методы исследования энтеровирусов в водных экосистемах.....	468
Перетрухина А. Т., Вахницкая Д. В.	
Распространение и ПЦР-диагностика вируса папилломы человека среди населения г. Мурманска.....	471
Полякова Ю. О., Перетрухина А. Т.	
Сравнительный анализ общей заболеваемости и заболеваемости гриппом населения Российской Федерации и Мурманской области .....	475
Рогачева И. Н.	
Исследование мидий <i>Mytilus Edulis</i> L. литорали бухты Белокаменки в зимний период по санитарно-микробиологическим показателям .....	479
Узбекова О. Р., Федотова О. И., Перетрухина А. Т.	

### **НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ ..483**

Проективные пространства минимальных левых идеалов групповой алгебры симметрической группы .....	484
Богомолов Р. А., Богомоллова И. В.	
Реализация идеалов левых тождеств идеалами групповой алгебры симметрической группы .....	484
Богомолов Р. А., Богомоллова И. В.	
Введение в проблему «задачи Останова» .....	488
Быковская Н. Е.	
О методах решения задачи с фиксированными доплатами.....	492
Верещагина С. А.	
Доказательства теорем о виде плотностей распределения вероятностей евклидовых расстояний между копиями множества точек плоскости, отличающимися случайными поворотами или отражениями.....	495
Жарких А. А., Лясникова С. М.	
Лабораторные работы в изучении численных методов .....	499
Жулина О. И., Малыгина А. В.	
Тест как одно из средств повышения мотивации.....	499
Жулина О. И., Максимова О. А.	
Функции, заданные параметрически, в задачах с физическим содержанием .....	505
Никонов О. А., Воробейчикова Е. С.	

### **ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ.....508**

Проведение практических занятий по теоретической механике с применением системы АРМ WinMachine.....	509
Ахтямов А. В., Колмыкова И. В.	
Перспективы реформирования отечественной системы образования .....	514
Васильева В. Н., Решетильникова Н. В., Торгунакова М. А.	
Проблемы экологического образования.....	518
Васильева Ж. В., Федорова О. А.	

Качество высшего технического образования в современных условиях.....	523
Власова С. В.	
Опыт внедрения метода CASE-STUDY в образовательный процесс по техническим направлениям.....	529
Гапоненков И. А., Третьякова С. Ю.	
Инженерная графика в техническом ВУЗе.....	533
Зыбин И. Н.	
Самостоятельная работа студентов в ходе решения поставленной задачи по физике .	537
Корнев К. П., Корнева И. П.	
От традиционного обучения к современным технологиям. Проблема оценивания на уроках, проводимых в активных и интерактивных формах.....	541
Кумов М. Г.	
Использование интерактивных форм обучения в организации аудиторной работы в вузе ..	546
Лазарева И. М.	
Практика использования Moodle – виртуальной системы управления обучением в вузе ...	549
Лукоянова Л. В.	
Использование ролевых игр в подготовке бакалавров торгового дела .....	554
Марченко И. С.	
Опыт преподавания в апатитских вузах дисциплин, связанных с радиационной безопасностью при использовании атомной энергии.....	558
Мельник Н. А.	
Анализ путей повышения мотивации к изучению математики студентов и курсантов технических направлений подготовки МГТУ .....	563
Ромахова О. А.	
Некоторые особенности преподавания естественных наук будущим инженерам.....	568
Хохлова Л. И.	
Использование исследовательской деятельности для создания малых инновационных предприятий.....	573
Челтыбашев А. А.	
Решение нелинейных уравнений средствами пакета Scilab.....	576
Шиян А. Ф., Шиян Н. В.	
<b>СТРОИТЕЛЬСТВО .....</b>	<b>581</b>
Исследование устойчивости армированных откосов .....	582
Антонов В. М. , Антонов М. В. , Евдокимцев О. В.	
Напряженно-деформированное состояние стальной рамы при жестком заземлении опор	587
Антонов М. В., Евдокимцев О. В.	
Золоотходы на основе модифицированного водоугольного топлива .....	591
Белогурова Т. П., Крашенинников О. Н., Цырятьева А. В.	
Прочностные характеристики клеедеревянных элементов .....	596
Глушко Е. Н.	
Разложение бадделеитового концентрата методом спекания с карбонатами кальция и натрия с применением предварительной механоактивации .....	604
Калинкин А. М., Балякин К. В., Калинкина Е. В.	

Применение механоактивации для получения вязущих из техногенного сырья Кольского региона ..... 608  
Калинкин А.М., Гуревич Б.И., Калинкина Е.В., Тюкавкина В.В., Мазухина С.И.

Техническое регулирование в строительстве  
Ермакова М. А. .... 612  
Жесткость железобетонного изгибаемого элемента в процессе образования первой трещины ..... 618  
Котов А. А.

Инженерно-геологическая характеристика Ловноозерского медно-никелевого месторождения и оценка вскрышных пород как сырья для производства строительных материалов ..... 623  
Лащук В. В., Горбачева С. А., Усачева Т. Т.

Гранулированный теплоизоляционный материал и способы улучшения его физико-технических характеристик..... 628  
Манакова Н. К., Суворова О. В.

Использование метода тепловизионной диагностики при анализе технического состояния здания ..... 632  
Мухина С. М., Мухин Е. А.

Преимущества и недостатки ячеистого бетона, пути улучшения его эксплуатационных свойств..... 636  
Пак А. А.

Спутниковые технологии в геодезических работах..... 640  
Рипачева Е. Н.

Моделирование организации и технологии строительного процесса цеха из облегченных металлоконструкций ..... 644  
Ханзин Г. Л.

Экспериментальные исследования деформирования поверхности песчаного основания переменной жесткости, нагруженного круглым штампом..... 648  
Худяков А. В., Куницын И. С.

## **ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ.....652**

О возможности использования малоценных видов рыб для изготовления солено-сушеных формованных фаршевых изделий..... 653  
Барышников А. В.

Исследование биологической ценности рыбных кулинарных изделий с использованием дикорастущего сырья Кольского полуострова..... 653  
Бражная И. Э., Недашковская А. Ю., Быкова А. Е.

Направления комплексного использования печени трески для производства комбинированных пищевых продуктов ..... 659  
Волченко В. И., Несвященко С. С., Швейкина К.С., Петрова М. О., Яцук К. А.

Основные проблемы и направления совершенствования процесса сушки гидробионтов... 662  
Вотинов М. В.

Проблема кризиса теплообмена I рода при выпаривании молока и её устранение .....653  
Голубева О. А., Федышена О. М.

Перспективы использования пищевых отходов, отделяемых при изготовлении клипфиской продукции из тресковых видов рыб ..... 669  
Гроховский В. А., Карачёва Д. А.

Разработка ресурсосберегающей технологии переработки отходов рыбообрабатывающих производств .....	672
Дровнева Е. А., Васильева Ж. В.	
Исследование процесса тузлучного посола мелкой рыбы во взвешенном слое .....	678
Дьяков А. В., Глазунов Е. А.	
Моделирование процессов обезвоживания с фазами релаксации влаги при вялении и холодном копчении рыбы .....	681
Ершов М. А., Ершов А. М.	
Подбор параметров режимов стерилизации консервной продукции с использованием средств вычислительной техники .....	686
Кайченев А. В., Власов А. В., Маслов А. А., Селяков И.Ю., Гроховский В.А. , Куранова Л. К.	
Оптимизация режимов стерилизации новых видов многокомпонентных консервов с использованием жира печени трески .....	691
Куранова Л. К., Швейкина К. С.	
Использование жира, полученного методом СВЧ-обработки печени трески, для расширения ассортиментного ряда консервов .....	693
Куранова Л. К., Швейкина К. С., Волченко В. И.	
Переработка сельскохозяйственного сырья на функциональные продукты .....	696
Мезенова О. Я., Байдалинова Л. С., Землякова Е. С., Мельникова В. А., Потапова В.А., Роина А. С., Радкевич О. А.	
Технология переработки вторичного рыбного сырья на пищевые и биологически активные продукты .....	700
Мезенова О. Я., Байдалинова Л. С., Ключко Н. Ю., Ташина Е. В., Андропова С. В., Мезенова Н. Ю., Потапова В. А.	
Разработка безглютеновых панированных полуфабрикатов на рыбной основе .....	705
Науменко Е. А., Анохина О. Н.	
Разработка технологии соуса на основе растительного масла с использованием фукусковых водорослей .....	709
Николаенко О. А., Куранова Л. К., Варзугина М. А.	
К вопросу расширения ассортимента рыбных консервов .....	713
Николаенко О. А., Куранова Л. К., Ходзинская Т. С.	
Сравнительная оценка качества молочных продуктов, реализуемых на потребительском рынке г. Мурманска .....	717
Николаенко О. А., Молчановский И. А.	
К вопросу о применении ультразвука при получении копильной жидкости .....	720
Никонова А. С., Иваней А. А.	
Изучение закономерностей процесса предварительной тепловой обработки продуктов бланшированием в масле .....	725
Похольченко В. А., Плясунова П. А., Шляхова А. В.	
Разработка программы управления сушильной установкой для создания линейно изменяющихся режимов релаксации сырья .....	729
Селяков И. Ю., Маслов А. А., Ершов М. А., Власов А. В., Кайченев А. В., Власова А. Р.	
Создание нового вида консервов из филе пикши с добавлением растительного масла и овощных ингредиентов .....	734
Сычёва Е. В., Гроховский В. А.	

Разработка оптимальных технологических параметров для очистки отработанных тузлуков .....	739
Тепляшина С. И., Иваней А. А.	
Исследование качества консервов «Печень трески натуральная» в процессе длительного хранения .....	742
Третьяк Н. А., Гроховский В. А.	
Повышение эффективности работы судовых рыбоохладителей .....	745
Шутов А. В., Глазунов Е. А., Голубев Б. В.	
<b>ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ФЛОТА .....</b>	<b>748</b>
Анализ функционирования и развития портовой инфраструктуры Мурманской области	750
Баева Л. С., Пархоменко И. В., Сафронов В. Е., Баев Г. В.	
Особенности профессиональной подготовки морских специалистов флота рыбной промышленности .....	755
Баева Л. С., Паршев Ю. В., Сафронов В. Е.	
Металлографический анализ, перспективы развития .....	760
Баева Л. С., Пашеева Т. Ю.	
О проблемах метрологического образования .....	765
Баева Л. С., Пашеева Т. Ю.	
Система качества подготовки профессионально компетентных специалистов для рыбопромыслового флота .....	750
Баева Л. С., Радионовская Т. И.	
Применение газопламенного напыления для защиты металлической поверхности корпусов турбин, подвергающегося коррозионно-эрозионному износу .....	776
Баева Л. С., Родиков Д. Н.	
Системный подход к продлению ресурса морского подводного флота .....	776
Баева Л. С., Ясковец Н. Э., Пронина Т. В.	
Экспертиза в области контроля качества .....	784
Бегунов А. С., Баева Л. С.	
Технический аудит судов на базе метода количественной термографии .....	789
Власов А. Б., Буев С. А.	
Техническое обслуживание надежности судового оборудования .....	793
Ефремов Л. В., Баева Л. С.	
Комплексная система методов контроля управления качеством в судоремонте .....	799
Кумова Ж. В., Ефремов Л. В., Баева Л. С.	
Решение инженерных задач современного сварочного производства с использованием компьютерных технологий .....	804
Пашеева Т. Ю.	
Обеспечение эксплуатационной надежности судна при обледенении .....	808
Петрова Н. Е.	
Проблемы и пути повышения качества судоремонта .....	811
Семенов В. П.	
Определение чувствительности метода диагностики подшипников качения по спектру огибающей .....	815
Сергеев К. О., Зарембицкий Ю. В.	

Нормы вибрации для диагностики ВРК..... 819  
Сергеев К. О., Жуков А. С.

## **ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ШЕЛЬФОВЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ.....822**

Трубопроводный транспорт газообразных углеводородов в состоянии плотной фазы «DENSE PHASE» ..... 823  
Вологдин Д. А.

К вопросу строительства резервуара для хранения сжиженного природного газа ..... 825  
Герасимова О. В.

Анализ моделей разрезов горных пород ..... 828  
Коротаев Б. А, Коновалов К. А

Проверка пригодности бурильных и обсадных труб метрологическими методами .... 831  
Мохов Г. В.

Определение в слоистой геологической среде тех участков в слоях, где плотность – линейно зависящая от горизонтальной координаты функция ..... 836  
Рожков А. С.

Условия формирования, распространения и залегания многолетнемерзлых отложений на шельфе Печорского и Карского морей ..... 839  
Рокос С. И.

## **ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ .....843**

Структуры срастаний титанита, рутила и ильменита в метаморфических породах западной части Кольского региона..... 844  
Бороздина С. В., Нерадовский Ю. Н.

Метасоматиты контактовых ореолов массивов девонской Кольской щелочной провинции 849  
Козлов Е. Н.

Некоторые черты петрогеохимической эволюции архейских metabазитов Кольского региона ..... 853  
Козлов Н. Е., Мартынов Е. В., Сорохтин Н. О., Марчук Т. С.

Сульфидная минерализация в титаномагнетитовых рудах Колвицкого месторождения (Кольский полуостров) ..... 858  
Нерадовский Ю. Н., Войтеховский Ю. Л., Гришин Н. Н., Касиков А. Г., Ракитина Е. Ю.

Исследование теплового состояния многолетнемерзлых горных пород на базе кода PORFLOW ..... 864  
Новожилова Н. В., Амосов П. В.

Петрохимическая характеристика и первичная природа супракрустальных пород Ёнского ЗКП и его обрамления..... 868  
Пожиленко В. И., Лосев А. В.

Изотопия пород Порьяташских интрузий (Печенгская структура) ..... 874  
Скуфьин П. К., Баянова Т. Б., Серов П. А.

Особенности микроклинов из осадочных пород разреза СГ-3 в сопоставлении с поверхностными ..... 874  
Скуфьин П. К., Лютоев В. П.

Магнезиальные вяжущие из доломита Титановского месторождения ..... 883  
Тюкавкина В. В., Гуревич Б. И.

О перспективах нефтегазоносности мезо- и неопротерозойских отложений полуостров Средний и Рыбачий (Кольский регион) .....	887
Чикирёв И. В., Сушков А. В.	
Рудные минералы риодацитовых порфириров в разрезе СГ-3 .....	891
Яковлев Ю. Н., Скуфьин П. К.	
Характеристика рудных минералов в разрезе СГ-3 .....	895
Яковлев Ю. Н., Скуфьин П. К.	
<b>ХИМИЯ.....</b>	<b>899</b>
Adsorbed layers of gelatin with surfactants at liquid interface .....	900
Derkach S. R., Petrova L.A., Dyakina T. A., Voronko N. G.	
Effect of pollution on the exoglycosidic activity of chondroitin sulfate-enzyme system .....	903
Portsel M. N., Novikov V. Yu., Konovalova I. N.	
Intervalence charge transfer of the sm(III)/sm(II) redox couple in molten lifcaf .....	907
Stulov Yu. V., Korenko M., Kubikova B., Kuznetsov S. A.	
Исследование термоокислительной стабильности моторных масел с использованием ИК-спектроскопии.....	911
Берестова Г. И., Кучина Ю. А.	
Реологические свойства водных гелей с комплексным структурообразователем (желатина/κ-каррагинан) .....	915
Деркач С. Р., Воронько Н. Г., Маклакова А. А.	
Синтез защитных тонкопленочных покрытий карбида тантала на сталях и углеродных волокнах .....	918
Долматов В. С., Кузнецов С. А.	
Применение механизма изоморфного замещения в магнийсодержащих силикатах для очищения сточных и природных вод.....	922
Макаров Д.В., Баюрова Ю.Л.	
Изучение радиационной стойкости легированных композиционных материалов на основе меди .....	926
Мельник Н. А., Кузьмич Ю. В., Икконен П. В.	
Пористость и кристалличность крабового и креветочного хитина и хитозана .....	930
Новиков В. Ю., Долгопятова Н. В., Сагайдачный В. А., Коновалова И. Н., Путинцев Н. М.	
Особенности построения градуировочной характеристики при использовании одного стандарта в ЛА-ИСП-МС .....	934
Новиков А. И., Дрогобужская С. В.	
Составляющие теплоемкости и теплового расширения воды и гелия.....	938
Путинцев Н. М., Путинцев Д. Н.	
<b>ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....</b>	<b>943</b>
Реагентная очистка сточных вод биофлокулянтами с утилизацией ценных компонентов ...	944
Воронкина Е. Ю., Васильева Ж. В.	
Сравнительный анализ CST .....	947
Гапоненков И. А., Федорова О.А.	
Тепловые методы кондиционирования осадков сточных вод .....	951
Крашевская А. А., Федорова О. А.	

Вопросы экологии и радиационной безопасности в содержании образования и подготовке студентов учебных заведений Государственной противопожарной службы МЧС России ..	955
Курляндская И. П., Яцык Р. И.	
К вопросу об оптимизации инженерно-экологических изысканий для проектируемых объектов горнорудных предприятий .....	961
Лескова О. Н., Рябцева М. Е.	
Оценка экологического состояния прибрежной зоны Кольского залива по гидрохимическим и микробиологическим параметрам .....	965
Луценко Е. С.	
Разработка технологий утилизации биомассы избыточного активного ила сооружений биологической очистки.....	970
Ляшенко Э. С., Васильева Ж. В.	
Сводные расчеты. Теоретические основы и практическое применение.....	973
Мурзина М. Ю., Хардикова Р. И., Федорова О. А.	
Агрехимические аспекты вторичного использования запасов элементов питания в почве .	977
Панасин В. И., Рымаренко Д. А., Новикова С. И.	
Влияние СВЧ-обработки на процессы окисления в аэробных стабилизаторах.....	980
Сергин А. Н., Федорова О. А.	
Выбросы черного углерода от дизельных источников в Мурманской области: подготовка кадастра выбросов.....	984
Третьякова С. Ю., Гусев Е. С., Эванс М., Холод Н.	
Выбросы черного углерода от дизельных источников в Мурманской области: подготовка кадастра выбросов.....	988
Третьякова С. Ю., Третьякова А. В.	
Применение гидроботанического способа доочистки сточных вод в северных условиях...	993
Третьякова С. Ю., Трышкин М. В.	
Информационные центры атомной отрасли как источник дополнительных знаний ....	998
Юшко В. П.	
Некоторые агрохимические показатели компостной смеси на основе осадков сточных вод	1002
Яшкина А. А., Ключник А. А., Федорова О. А.	
<b>ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ.....</b>	<b>1006</b>
Mariculture as an element of environmental management .....	1007
Salmova N., Zhuravleva N.	
Salmon Lice ( <i>lepeophtheirus salmonis</i> ) problem and its solution in the framework of sustainable development .....	1013
Shchepak L.V., Zhuravleva N. G.	
The study of the early development of the most promising cleaner fish <i>Labrus Bergylta</i> (Ballan Wrasse) .....	1017
Shchepak L. V., Zhuravleva N. G.	
Применение данных спутникового мониторинга при проведении инвентаризации кормовых запасов и оценке ущерба на территории пастбищ северного оленя.....	1021
Беляева Н. В.	
Перспективы обучения чистому производству и экологически значимому потреблению .	1026
Васильева Ж. В.	

Результаты биотестирования донных отложений Варангер-фьорда и Мотовского залива (Баренцево море) .....	1031
Горбачева Е. А.	
Эпизоотическая ситуация на акватории Нижнетуломского водохранилища .....	1035
Капитанчук Ю. С.	
Видовое разнообразие микроконсументов сенного настоя и их использование в биотестировании .....	1039
Минченков Е. Е., Пахомова Н. А.	
Результаты некоторых гидрохимических и биоиндикационных исследований водных экосистем Астраханского заповедника.....	1043
Нгуен Тхи Тхуи Ньунг, Исеналиева Ж. Н., Волкова И. В.	
Роль простейших в процессах утилизации водных экстрактов нефтепродуктов .....	1047
Пахомова Н. А., Минченков Е. Е.	
Мониторинг окружающей среды по поведенческим реакциям двухстворчатых моллюсков	
Поливцева Е. И., Гудимов А. В. ....	1051
Особенности питания звездчатого ската ( <i>Amblyraja radiata</i> Donovan, 1808) в разных районах Баренцева моря в 2005 – 2010 гг. ....	1055
Попова М. Ю.	
Особенности обеспечения безопасности работ при ведении действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ на радиационно-опасных объектах.....	1060
Туник В. П., Кузнецов А. В.	
<b>ЭНЕРГЕТИКА И ТРАНСПОРТ .....</b>	<b>1066</b>
Использование газогенераторной технологии при утилизации древесных отходов ...	1067
Авдюнин Е. Г., Малышев В. С., Трояновский А. Б.	
Алгоритм исследования транспортных потоков .....	1072
Гусев Е. С., Малышев В. С.	
Экологическая безопасность развития мурманского транспортного узла .....	1075
Кишинская Е. А., Федорова О. А.	
Динамика роста электропотребления в жилищном секторе .....	1081
Кожухова Е. А., Малышев В. С.	
О современных источниках света и их безопасности для здоровья человека.....	1085
Курляндская И. П., Коновалова И. И.	
Энергосбережение и здоровье человека.....	1090
Курляндская И. П., Коновалова И. И.	
Состояние и перспективы развития электроэнергетического оборудования .....	1094
Лебедева А. А.	
Результаты инвентаризации эмиссии ввс от дизельных источников Мурманской области .	1104
Малышев В. С.	
Особенности проектирования системы электроснабжения АЭС.....	1107
Мертенс Я. Р.	
Способ эффективного использования ВУТ в котельных Мурманской области.....	1112
Пантилеев С. П.	
Проблемы повышения эффективности использования биотоплива в поселковых отопительных котельных .....	1120
Овсейчик А. В., Прохоренков А. М.	

Выбор материала для кузова автомобиля .....	1120
Орешкина В. М.	
Определение параметров ветровой нагрузки ВЭУ .....	1129
Рымарь М. В., Шорников В. П.	
Источники ухудшения качества электроэнергии .....	1129
Цикота В. В.	

**АВТОМАТИЗАЦИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

## Анализ неравновесных процессов на основе количественной термографии

**Власов А. Б.<sup>1.</sup>, Бун-Ян-Тун В.<sup>2</sup>** (<sup>1</sup>г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра электрооборудования судов, <sup>2</sup>г. Мурманск, МПЛ).

**Аннотация.** Проведен теоретический и экспериментальный анализ неравновесных тепловых процессов на модели объектов, содержащих слои и включения с различными теплофизическими характеристиками, методом количественной термографии. Показано, что термографический анализ позволяет обнаруживать внутренние включения, находящиеся в объеме исследуемых моделей.

**Abstract.** It is organized the theoretical and experimental analysis of nonequilibrium thermal processes on the model objects containing layers and incorporating different to thermal characteristics, method of quantitative thermography. It is shown that the thermographic analysis can detect internal inclusions in the bulk of the test models.

**Ключевые слова:** метод количественной термографии, включения в объеме, анализ неравновесных процессов.

**Key words:** method of quantitative thermography, objects containing layers, analysis nonequilibrium thermal processes.

Метод количественной термографии применяется при инженерном аудите электро- и теплоэнергетического оборудования [1]. Активный тепловой контроль используется для регистрации внутренних дефектов [2]. Подобные методики применяются для обнаружения скрытых пустот, инородных включений, для военных целей, например, поиска мин.

Представляет интерес оценка чувствительности метода при термографическом анализе сред с различными термическими показателями.

Для эксперимента использовались модели (рис. 1, а), включающие в себя объемные конструкции (1) из речного песка с воздушными, металлическими и диэлектрическими включениям (3). Толщина слоя песка достигала  $H = 7 - 15$  см.

Нагрев объема конструкции производился ИК-нагревателем со стороны поверхности песка 1 в течение определенного времени  $T_n$  нагрева (до 100 минут), после чего нагрев прекращался, и распределение

температурного поля по поверхности контролировалось с помощью тепловизора 2.

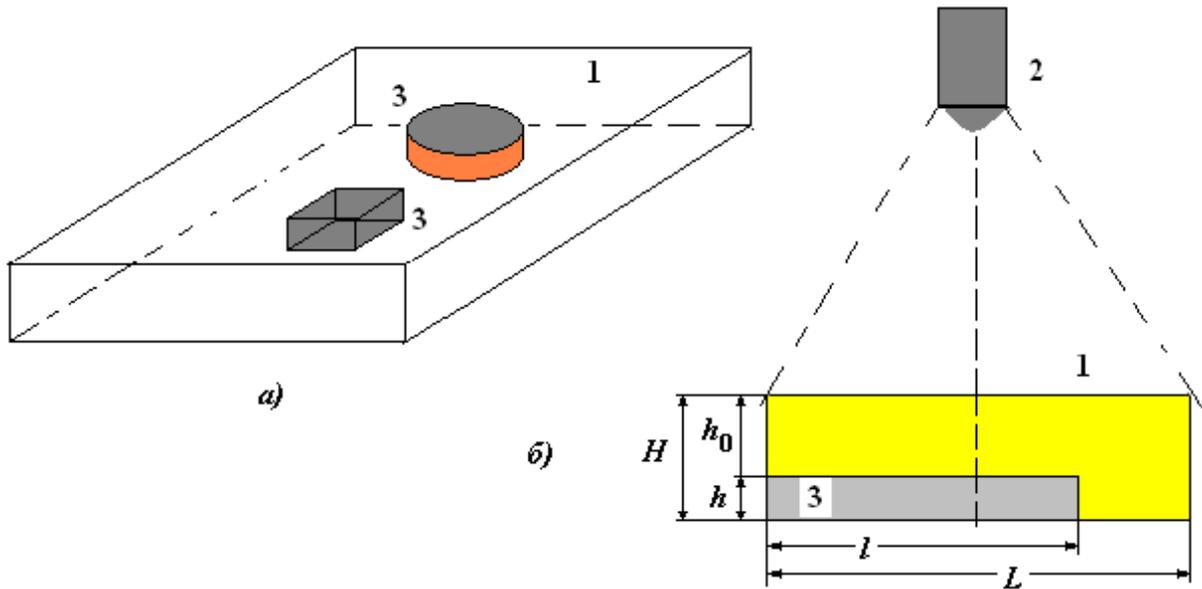


Рис. 1. Модели для активного теплового контроля

Включения (3), имеющие различную форму (диск, параллелепипед) помещались в объеме на различной глубине от поверхности песка.

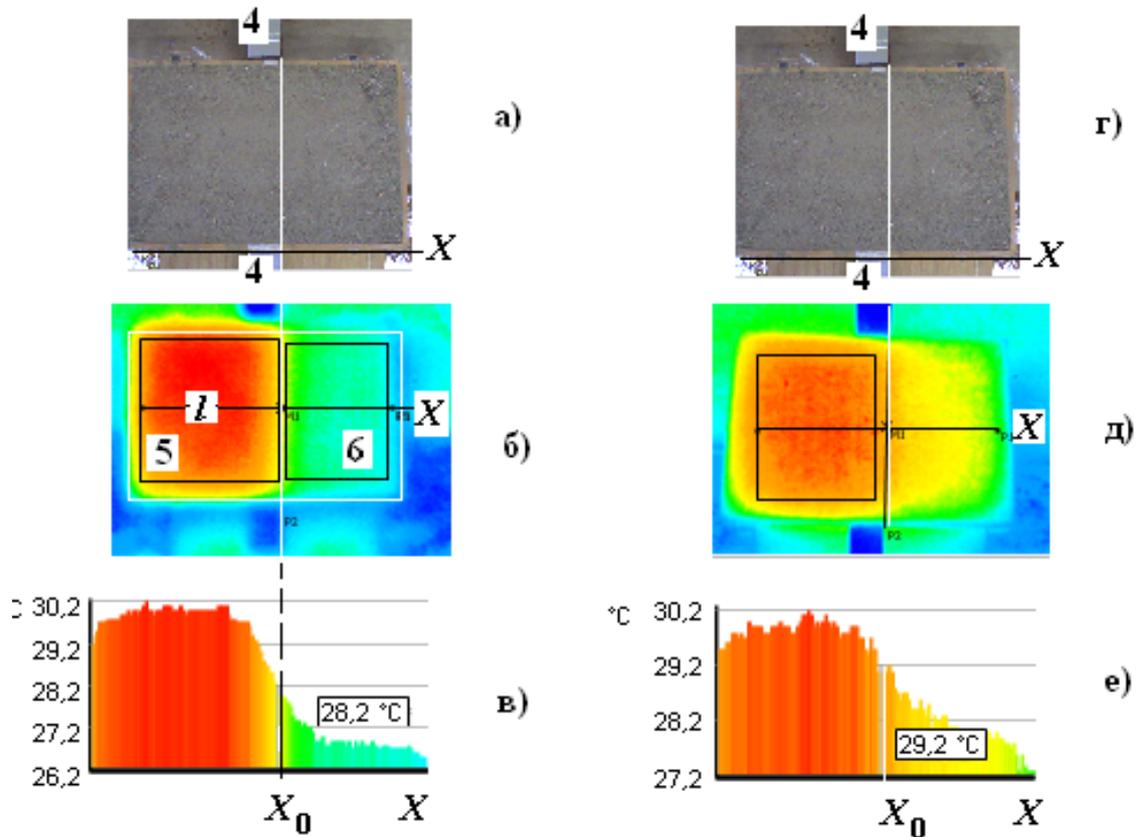


Рис. 2. Фотография (а), термограммы поверхности (б, д), распределение температуры по средней линии  $X$  на поверхности (в, е) песка

На рис. 2, а приведена фотография поверхности песка, на которой показаны маркеры 4, правая граница которых отмечает расположение правой границы (светлая линия) воздушного дефекта (пустотелая картонная коробка;  $h = 17$  мм;  $h_0 = 13$  мм;  $H = 70$  мм;  $T_n = 30$  мин).

Типичная термограмма поверхности через 17 мин после выключения нагревателя приведена на рис. 2, б.

Для анализа производился контроль распределения температуры  $T(\tau)$  через определенные интервалы времени (до равномерного охлаждения поверхности до температуры окружающей среды  $T_0$ ), оценивались параметры температуры ( $T_{д.мах}$ ,  $T_{д.мин}$ ,  $T_{д.ср}$ ) в области дефекта (область 5), в реперной области без включений ( $T_{р.мах}$ ,  $T_{р.мин}$ ,  $T_{р.ср}$ ) строились гистограммы распределения температуры по площади или по выделенной оси  $X$  (рис. 2, в).

Типичная гистограмма приведена на рис. 2, в. Видно, что дифференциальный температурный сигнал (температурный контраст), определяемый как  $\Delta T_d = T_{д.ср} - T_{р.ср}$ , достигает  $3,7$  °С при чувствительности тепловизионного приемника  $0,1$  °С. На рис. 3 представлены характеристики изменения средней температуры  $T_{ср}(\tau)$  всей поверхности (а) и дифференциальный температурный сигнал  $\Delta T_d(\tau)$  (б) от времени охлаждения.

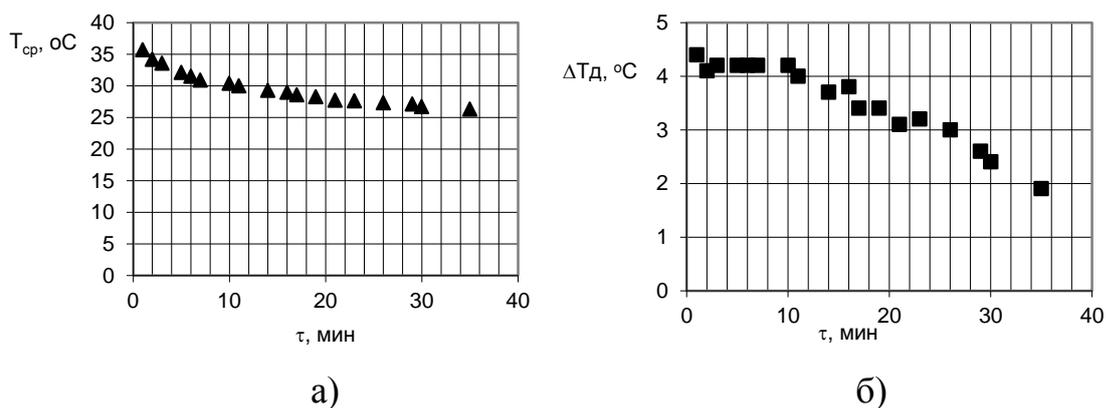


Рис. 3. Изменение  $T_{ср}(\tau)$  и  $\Delta T_d(\tau)$  от времени охлаждения

Видно, что при глубине залегания воздушного включения 13 мм достигает значений  $4-4,5$  °С в первые 10-15 мин после выключения нагрева и монотонно уменьшается до  $2$  °С в последующие 30-40 минут. Это позволяет однозначно диагностировать наличие дефекта в объеме конструкции.

Теоретический анализ, проведенный с помощью модели электротепловой аналогии, позволил уточнить особенности распределения температуры  $T(X)$  в области границы  $X_0$ . Размер  $\Delta X$  переходной области на границе  $X_0$ , в которой происходит уменьшение температуры, достигает  $\Delta X = 10-15$  см.

Тепловое поле поверхности изменяется в зависимости от глубины залегания включения (рис. 3,  $z-e$ ) и условий испытаний ( $h_0 = 35$  мм,  $T_n = 95$  мин,  $\tau = 33$  мин); дифференциальный температурный сигнал достигает  $3$  °С. Размер переходной области увеличивается по мере увеличения  $h_0$ ; при глубине залегания  $h_0 = 35$  мм значение  $\Delta X \approx 20-30$  см.

Теоретический анализ и экспериментальные исследования показали, что на передней поверхности  $\Delta T_d > 0$  при включениях, теплопроводность которых ниже (воздух, полимерный материал), чем теплопроводность песка и  $\Delta T_d < 0$  при включениях, теплопроводность которых выше (металлы), чем теплопроводность песка, аналогично данным, представленным в литературе [2].

Разработка методов активного теплового контроля имеет актуальность для поиска скрытых дефектов и анализа технического состояния оборудования в процессе эксплуатации.

#### Литература

1. Власов, А. Б. Модели и методы термографической диагностики объектов энергетики : (монография) / А. Б Власов. – М. : Колос, 2006. – 280 с.
2. Вавилов, В. П. Инфракрасная термография и тепловой контроль / В. П. Вавилов. – М. : ИД Спектр, 2009. – 544 с.

## Анализ спектральных характеристик светодиодов

**Власов А. Б., Кореннов М. М.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра электрооборудования судов)

**Аннотация.** Проведен экспериментальный анализ спектральных характеристик светоизлучающих диодов при естественных и криогенных температурах. Показано, что при одновременном излучении нескольких светодиодов (красный, зеленый, синий) визуально изменяется цвет излучения, который оценивается человеческим глазом, однако спектральный состав излучения не меняется.

**Abstract.** An experimental analysis of the spectral characteristics of the light-emitting diodes using natural and cryogenic temperatures. It is shown that in the simultaneous emission of several LEDs (red, green, blue) color changing visual radiation, which is estimated by the human eye, but the spectral composition of the radiation does not change

**Ключевые слова:** светодиоды, криогенные температуры, излучение, длина волны.

**Key words:** LED, simultaneous emission, natural and cryogenic temperatures.

Известно, что перспективным является применение светодиодных матриц в дисплеях, излучателях, светодиодных матрицах и т.п. Обычно, светодиодная матрица состоит из нескольких излучателей (красный, синий, зеленый), которые излучают при пропускании через них электрического тока.

Представляет интерес оценка спектральных характеристик светоизлучательных диодов как при их отдельном, так и при совместном свечении.

В процессе эксперимента наблюдались спектры излучения светодиодов типа АЛ, визуально оцениваемых как диоды красного и зеленого цвета. Длина волны  $\lambda$  излучения оценивалась с помощью монохроматора, градуированного по спектру излучения ртутной лампы, с точностью  $\pm 10$  нм.

Фотографирование осуществлялось с помощью айфона с окуляра монохроматора.

На рис. 1 приведены спектры излучения красного (а) и зеленого (б) светодиодов, которые излучают при протекании через  $p-n$ -переходы прямого тока.

Анализ показал, что спектр излучения обычных светодиодов не является дискретным, но находится в определенном спектральном диапазоне в зависимости от доминирующего цвета излучения от  $\lambda_{\text{мин}}$  до  $\lambda_{\text{мах}}$ .

Например, в излучении "красного" светодиода, в основном, присутствует красная цветовая гамма, но в спектре "зеленого" – наряду с зелеными длинами волн присутствуют красные линии спектра.

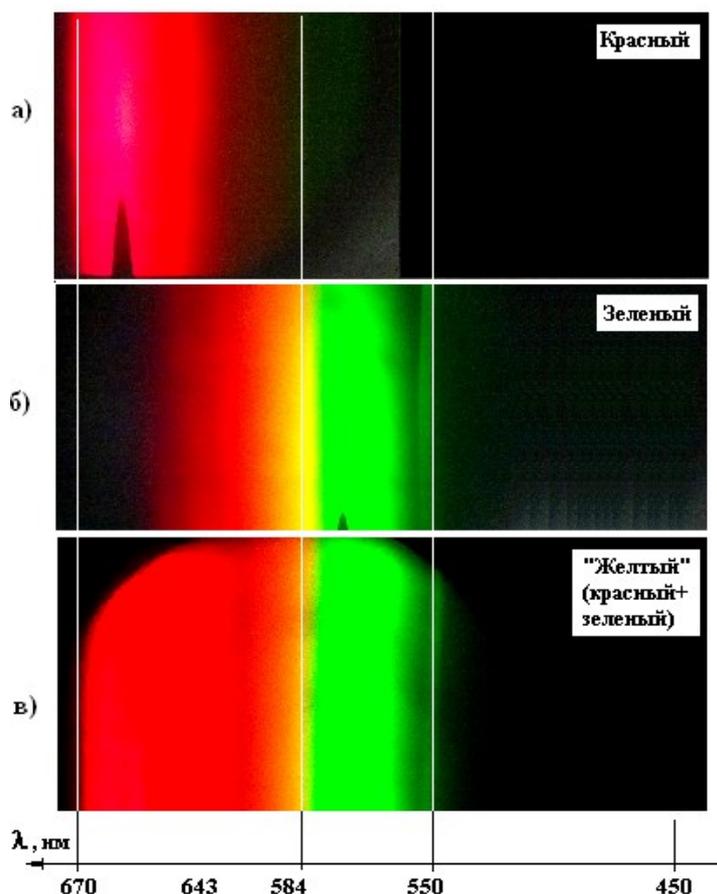


Рис. 1. Спектральный состав излучения светодиодов

При пропускании тока одновременно через кристаллы красного и зеленого светодиодов наблюдаемое излучение кажется "желтым", однако, спектральный анализ показал, что практически реализуется наложение красного и зеленого спектров.

Следует отметить, что так называемый "синие" светодиоды, имеют спектр излучения, локализованный вблизи длины волны 450 нм.

Представляет интерес изменение спектрального состава излучения при различных температурах. Для оценки этого влияния создана установка, в которой оценивается спектральный состав излучения

светодиода, погруженного в жидкий азот непосредственно в процессе свечения ( $T \approx 78 \text{ K} \approx -195 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Многократными испытаниями показано, спектр излучения красного светодиода лежит в пределах  $\lambda_{\text{мин}}$  до  $\lambda_{\text{мах}}$ :

при температуре  $T_0 = 300 \text{ K} \approx 20 \text{ }^\circ\text{C}$ :

$\lambda_{\text{мин}0} = 586 \pm 20 \text{ нм}$ ;  $\lambda_{\text{мах}0} = 684 \pm 40 \text{ нм}$ ;

при температуре  $T_A \approx 78 \text{ K} \approx -195 \text{ }^\circ\text{C}$ :

$\lambda_{\text{мин}A} = 585 \pm 5 \text{ нм}$ ;  $\lambda_{\text{мах}A} = 650 \pm 20 \text{ нм}$ .

Таким образом, при температуре жидкого азота в наибольшей степени изменяется длинноволновая граница излучения от 684 нм до 650 нм.

Полученные данные объясняются влиянием температуры на ширину запрещенной зоны  $\Delta E_z$  полупроводников, которая уменьшается при уменьшении температуры, и, следовательно, при уменьшении температуры длина волны  $\lambda$  излучения уменьшается.

Результаты работы имеют научный и практический интерес, в частности, для разработки методов контроля температуры в области криогенных температур менее 100 К.

## Литература

1. Гулямов, Г. Влияние температуры на ширину запрещенной зоны полупроводника / Г. Гулямов, Н. Шарипбаев // ФПП, PSE. – 2011. – vol. 9, № 1.

## **Разработка методики построения переходной характеристики объекта по АФЧХ**

**Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В., Селяков И. Ю.,**

**Маслов А. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра автоматики и вычислительной техники)

**Аннотация.** В статье приводится методика построения переходной характеристики объекта по его амплитудно-фазочастотной характеристике.

**Abstract.** This article describes a method of converting an object's Nyquist diagram to its step response.

**Ключевые слова:** АФЧХ, переходная характеристика, гармоника, преобразование Фурье.

**Key words:** Nyquist diagram, step response, harmonic, Fourier transformation.

В настоящее время численное моделирование является необходимой составляющей процесса исследования объектов управления. Рост производительности компьютеров вкупе с постоянным развитием моделирующего программного обеспечения привели к тому, что расчетная часть задач синтеза и анализа систем автоматического управления практически полностью реализуется на ЭВМ. Например, коррекция автоматической системы регулирования сводится к выполнению следующих подзадач:

- получение переходной характеристики системы;
- подбор аппроксимирующей передаточной функции (может выполняться с использованием ЭВМ);
- построение частотной характеристики системы (используется ЭВМ);
- модификация частотной характеристики для получения заданного поведения системы;
- получение передаточной функции корректирующего устройства по данным исходной и модифицированной (желаемой) характеристик (используется ЭВМ);
- построение переходной характеристики системы с корректирующим устройством (используется ЭВМ).

Математический аппарат, обеспечивающий получение частотных и переходных характеристик по передаточным функциям и обратно, является достаточно развитым. В то же время методы, устанавливающие непосредственную связь частотных характеристик объекта с переходной (т.е. без использования передаточных функций), датируются 60-70 годами прошлого века, предназначены для ручных расчетов и сложно адаптируются для применения на ЭВМ. При этом хорошо известны методы определения реакции линейной цепи на действие негармонического периодического сигнала [1]. Поэтому было принято решение разработать инженерную методику построения переходной характеристики объекта по его амплитудно-фазочастотной характеристике (АФЧХ), которая не использовала бы промежуточное звено в виде передаточной функции и была сравнительно легко реализуема на ЭВМ.

В основу методики положены следующие соображения:

- – входной сигнал в виде «единичной ступеньки» может быть представлен в виде меандра, полупериод которого равен продолжительности построения переходной характеристики (рис. 1) [1]

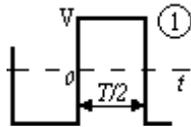


Рис. 1. Представление «единичной ступеньки» в виде меандра;  
– меандр может быть разложен в ряд Фурье [1]

$$f(t) = \frac{4V}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin k\omega t}{k}; \quad (1)$$

- АФЧХ – геометрическое место точек, описываемых коэффициентами передачи и фазовыми сдвигами в рассматриваемом диапазоне частот.

Таким образом, для построения переходной характеристики объекта по АФЧХ требуется выбрать количество синусоидальных гармоник, которыми аппроксимируется входной сигнал. Для частоты каждой из этих гармоник по АФЧХ определяется коэффициент передачи и фазовый сдвиг. Амплитуда каждой выбранной гармоники умножается на коэффициент передачи для своей частоты; фаза каждой гармоники сдвигается на фазовый сдвиг. Результирующие гармоники суммируются.

Работа данного метода была протестирована в среде Matlab r2009b. На рис. 2 представлена модель в Simulink, иллюстрирующая разложение меандра в ряд Фурье по 9 гармоникам и получение переходной характеристики для звена 3-го порядка. На рис. 3 приведена АФЧХ звена, на рис. 4 показаны полученные временные зависимости.

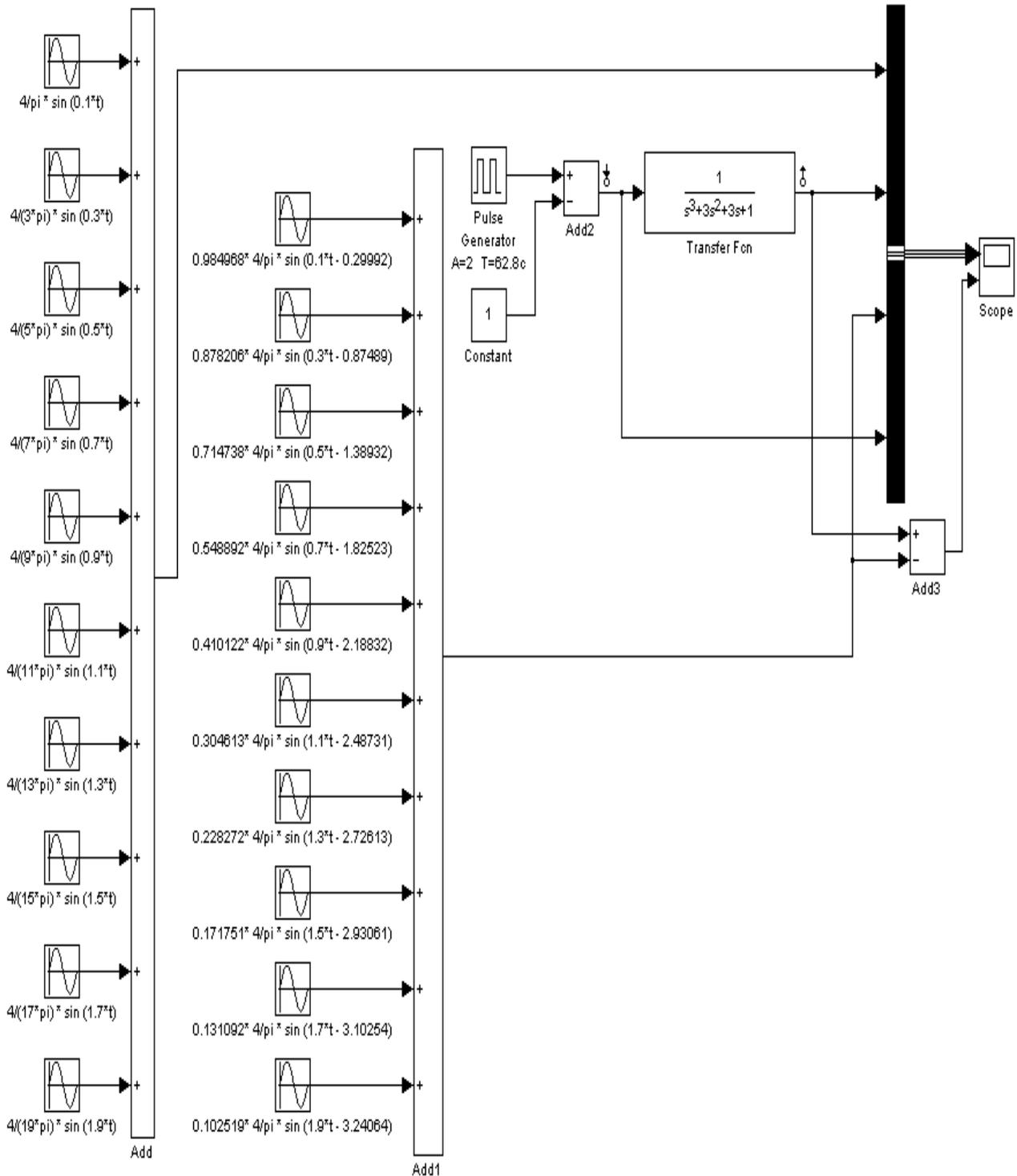


Рис. 2. Тестовая модель в Simulink

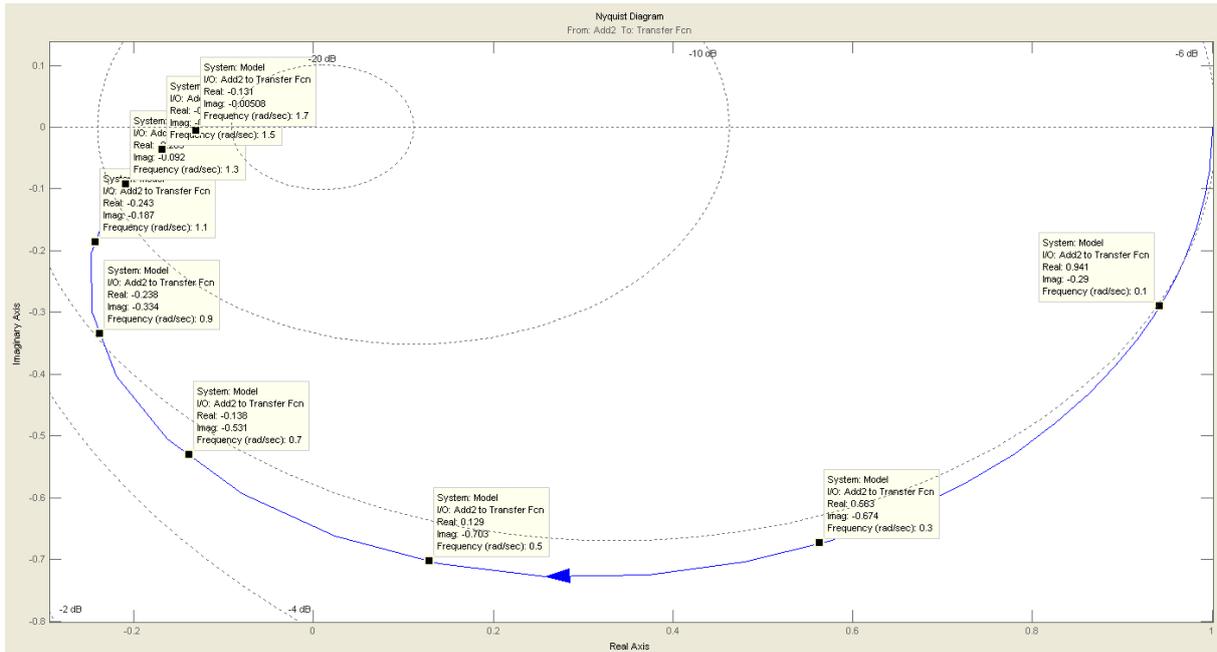
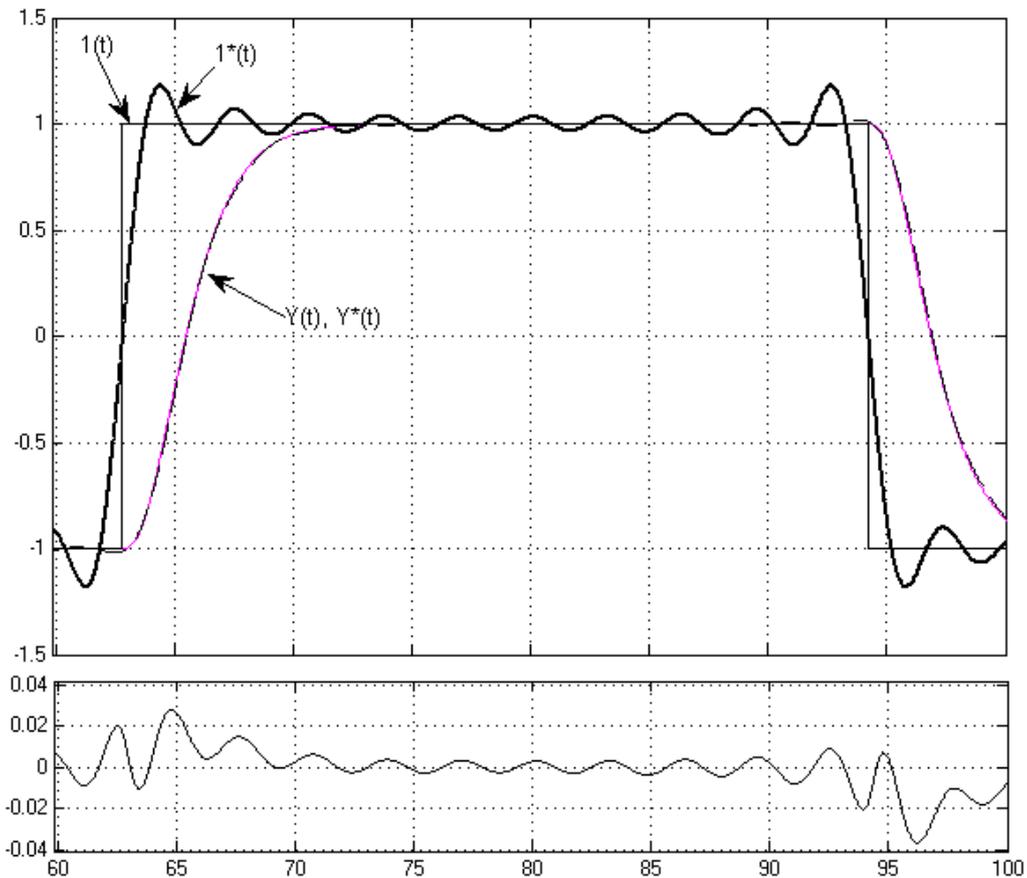


Рис. 3. АФЧХ звена, полученная при помощи Linear Analysis



Верхний график:  $1(t)$  – «единичная ступенька»;  $1^*(t)$  – аппроксимация «единичной ступеньки» девятью гармониками;  $Y(t)$  – переходная характеристика объекта;  $Y^*(t)$  – переходная характеристика, полученная по методике. Нижний график – невязка между  $Y(t)$  и  $Y^*(t)$

Рис. 4. АФЧХ звена, полученная при помощи Linear Analysis

Исследования планируется продолжить в направлении определения требуемого количества гармоник, а также соотношения частот первой гармоники и частот среза/перехода. По результатам исследования также планируется разработка программного средства, позволяющего строить переходные характеристики звена, заданного в виде АФЧХ произвольной формы.

#### Литература

Спектры периодических сигналов [Электронный ресурс] // ets.itmo.ru. – Режим доступа: [http://ets.ifmo.ru/osipov/os1/2\\_1.htm](http://ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.htm). – Загл. с экрана.

## Реализация программы автоматического подбора параметров режима стерилизации консервной продукции

**Власов А. В.<sup>1</sup>, Власова А. Р.<sup>1</sup>, Кайченев А. В.<sup>1</sup>, Селяков И. Ю.<sup>1</sup>,  
Маслов А. А.<sup>1</sup>, Прыгунов А. И.<sup>2</sup>** (<sup>1</sup>г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ»,  
кафедра автоматики и вычислительной техники, <sup>2</sup>г. Мурманск, ФГБОУ  
ВПО «МГТУ», кафедра технической механики и инженерной графики)

**Аннотация.** В статье описывается программа автоматического подбора параметров режима стерилизации консервной продукции. Рассматриваются особенности оптимизационного алгоритма. Предлагаются варианты решения имеющихся проблем.

**Abstract.** This article describes a program for canned food' sterilization regime development in automatic mode. The features of optimization algorithm are being considered and variants of solving of the existing problems are being offered.

**Ключевые слова:** режим стерилизации, параметры, консервная продукция, оптимизация, адаптивный симплекс, штрафные функции.

**Key words:** sterilization regime, parameters, canned food, optimization, adaptive simplex, penalization functions.

Решение задачи повышения экономической эффективности консервного производства напрямую связано с уменьшением количества ресурсов, затрачиваемых на процесс стерилизации. Фактическая летальность, определяющая микробиологическую безопасность и (косвенно) степень кулинарной готовности продукта, нелинейно зависит от температуры. Следовательно, смещение параметров режима стерилизации в сторону более высоких температур позволит существенно сократить его продолжительность и энергетические затраты.

Тем не менее, применение высокотемпературной и ступенчатой стерилизации ограничено, не в последнюю очередь, сложностью разработки подобных режимов. С ростом температуры повышаются требования к точности указания продолжительности этапов процесса. Современные средства автоматизации успешно справляются с задачей выполнения требований режима, поэтому основным сдерживающим фактором является трудоемкость подбора параметров режима стерилизации. Трудоемкость обусловлена проведением большого количества автоклавоварок, необходимых

для получения и утверждения режимов стерилизации, при этом существенную роль играют интуиция и опыт разработчика.

Одним из решений указанной проблемы является замещение нескольких пробных автоклавоварок на результаты численного моделирования с использованием средств вычислительной техники. Применение ЭВМ позволит гибко настроить параметры режима под возможности стерилизационной установки. Также становится возможным оперативная оценка влияния изменения того или иного параметра на ход процесса. Основное преимущество использования численного моделирования – сравнительно невысокие затраты на процесс подбора параметров режима и возможность его автоматизации.

Для реализации описанных принципов сотрудниками научно-исследовательской группы кафедры Автоматики и вычислительной техники была разработана программа PRSC (Проектирование режима стерилизации консервов) в составе программного комплекса МИСт.Проектирование\_режима (рис. 1).

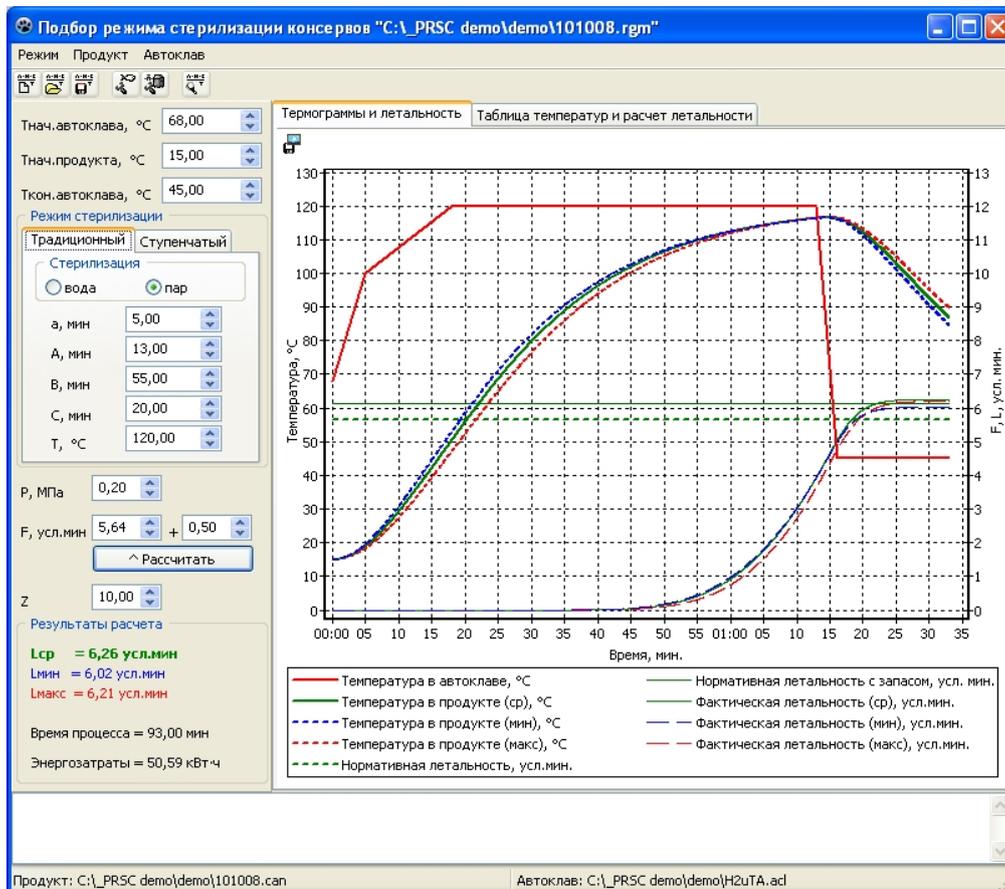


Рис. 1. Основное окно программы PRSC (Проектирование режима стерилизации консервов)

В программу вводятся параметры модели стерилизационной установки и продукта (рис. 2), начальные и конечные условия, вид процесса стерилизации (в паровой или водной среде). По этим данным программа осуществляет расчет кривой температуры в аппарате. Это позволяет рассчитать кривые температур для продукта в трех банках, расположенных в наименее прогреваемой, наиболее прогреваемой и в средней с точки зрения прогрева областях соответственно.

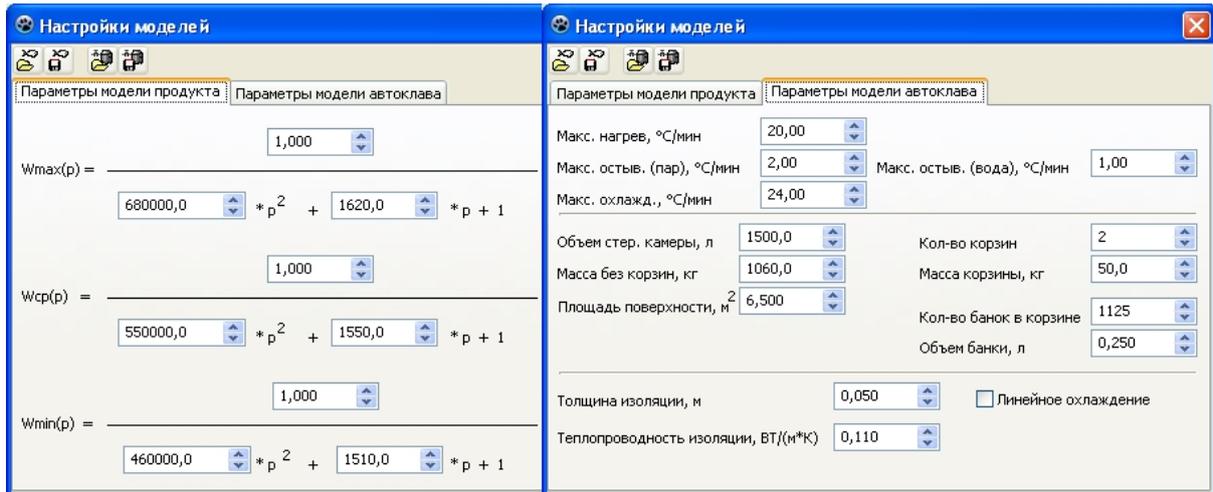


Рис. 2. Окно настройки моделей стерилизационной установки и продукта программы PRSC

Кривые температур в продукте позволяют рассчитать значение фактических летальностей, полученных в результате реализации заданного режима стерилизации для трех банок с продуктом. Также по модели стерилизационной установки рассчитываются энергозатраты на процесс.

Программа позволяет осуществить автоматический подбор параметров режима стерилизации для заданных этапов (рис. 3). В качестве оптимизирующего алгоритма используется адаптивный симплексный метод. Его использование обусловлено сравнительно легкой масштабируемостью при изменении количества оптимизируемых параметров и простотой реализации ограничений (по скорости изменения температуры в аппарате, по продолжительности и температуре этапов, по минимальному порогу летальности и т.д.). В ходе оптимизации используется интегральный критерий, на величину которого оказывает влияние продолжительность полученного процесса, энергозатраты и разница между нормативной и фактической летальностями процесса стерилизации консервов.

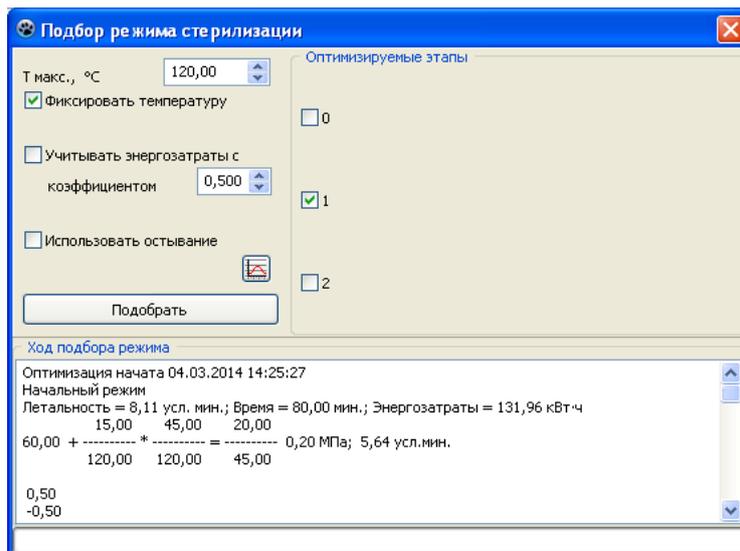


Рис. 3. Основные настройки моделей стерилизационной установки и продукта программы PRSC

Сравнение результатов расчетов в программе PRSC с реальными процессами стерилизации показало, что получаемые в ходе моделирования значения фактической летальности мало отличаются от полученных экспериментально (относительная погрешность не превышает 3%). Также было установлено, что алгоритм оптимизации не всегда выдает наилучшее значение параметров режима стерилизации. Иногда требуется многократный запуск оптимизационного алгоритма для достижения требуемых параметров режима. Причиной этому является большое количество ограничений, которые для многомерного симплекса можно представить как «стенки», от которых он, согласно программному алгоритму, «отражается». При определенном сочетании условий симплекс «зажимается стенками», происходит заикливание и остановка алгоритма подбора параметров режима.

В качестве решения данной проблемы предлагается в используемый интегральный критерий ввести штрафные функции. Таким образом, в области границ интегральный критерий оптимизации будет иметь нелинейно возрастающие значения, что приведет к уходу траектории симплекса из этих участков.

Применение программы PRSC в ходе разработки новых режимов стерилизации позволит существенно облегчить труд разработчика и уменьшить затраты на разработку, что в конечном счете приведет к снижению себестоимости консервной продукции.

## **Разработка мобильной платформы для построения простейшего робота**

**Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В., Селяков И. Ю.,**

**Яценко В.В.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра автоматике и вычислительной техники*)

**Аннотация.** В статье описываются особенности реализации мобильной платформы для построения простейшего робота, который планируется использовать в учебном процессе специальных дисциплин.

**Abstract.** This article describes features of mobile platform's realization for building a simple robot. The aforementioned robot is planned to be used in the special subject's learning process.

**Ключевые слова:** робот, мобильная платформа, автоматика.

**Key words:** robot, mobile platform, automation, L293D.

В настоящее время робототехника является одной из наиболее популярных прикладных наук. Это обусловлено наглядностью получаемых результатов и зрелищностью состязаний, которые проводятся регулярно по всему миру. Робототехника – дисциплина, полезная в процессе подготовки технических специалистов, так как она является мотивирующим элементом, благодаря которому обучаемый с большим интересом изучает разделы электроники, электропривода, теории автоматического управления и микропроцессорных систем.

В соответствии с политикой постоянного совершенствования лабораторной базы, проводимой на кафедре Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) Мурманского государственного технического университета, в 2014 году завершена разработка простейшего робота (рис. 1). Робот состоит из мобильной платформы и модуля управления. Основной целью разработки робота было создание комплекта документации, руководствуясь которым обучаемые смогут изготовить мобильную платформу с блоком управления и в процессе получить необходимые знания, умения и навыки. Студенты освоят особенности изготовления печатных плат методом лазерно-утюжной

технологии, получают навыки пайки изделий электронной техники, овладеют методиками диагностики электронного оборудования и научатся работать с технической документацией.

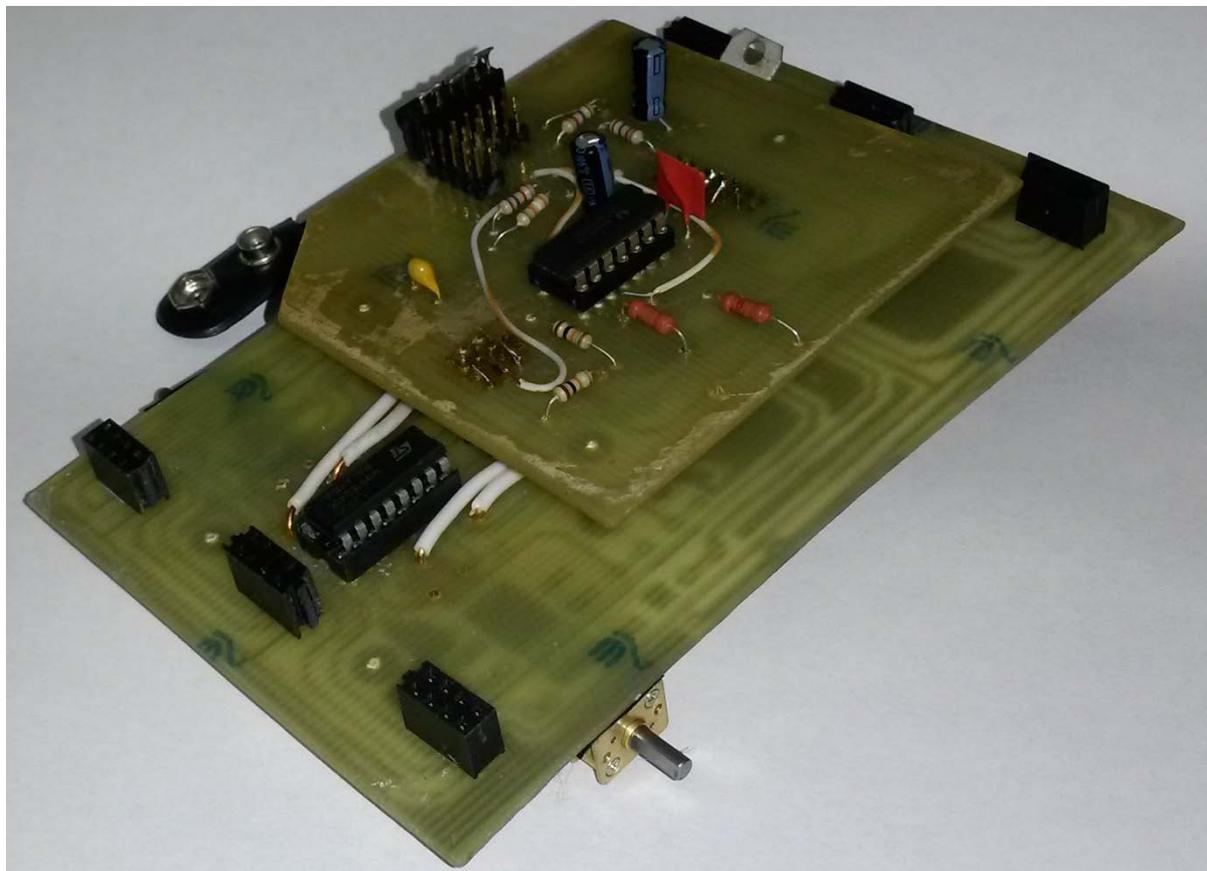


Рис. 1. Простейший робот, состоящий из мобильной платформы и управляющего модуля на базе логической микросхемы

Робот предназначен для решения широкого спектра задач в зависимости от набора модулей и алгоритма работы управляющего блока. На мобильную платформу разработан комплект технической документации, состоящий из принципиальной электрической схемы, чертежа печатной платы, сборочного чертежа и текстовой документации. Этот комплект предназначен к использованию студентами направления бакалавриата «Автоматизация технологических процессов и производств» в рамках учебной практики.

На рис. 2 приведен эскиз принципиальной электрической схемы мобильной платформы. Мобильная платформа является несущей конструкцией, оборудованной двумя редукторными двигателями

постоянного тока 12GAN20 (M1 и M2 на схеме; частота вращения 70 об/мин; рабочее напряжение 6 В), четырехканального драйвера двигателей U1 на микросхеме L293D, стабилизатора напряжения DA1 для питания элементов с уровнем ТТЛ на микросхеме L7805, разъемов для подключения батареи X9 и управляющего модуля (XP7 и XP8), а также шести разъемов для подключения датчиков (XP1..XP3, по три с передней и задней частей устройства).

На разъемы датчиков подается питание плюс 5 В со стабилизатора напряжения и от плюс 9 до плюс 12 В от батареи (планируется использование батарейки «Крона»). Также на разъемы датчиков выведены сигнальные линии и общий провод. Таким образом, в составе робота можно использовать как простейшие контактные датчики, так и «умные» аналоговые сенсоры. В последнем случае, при реализации управляющего модуля на базе средств современной микропроцессорной техники, возможно создание комплексных роботизированных систем. Например, планируется разработка модели автоматического транспортного узла в составе морского порта, где подобные роботы будут выполнять функции автоматических погрузчиков.

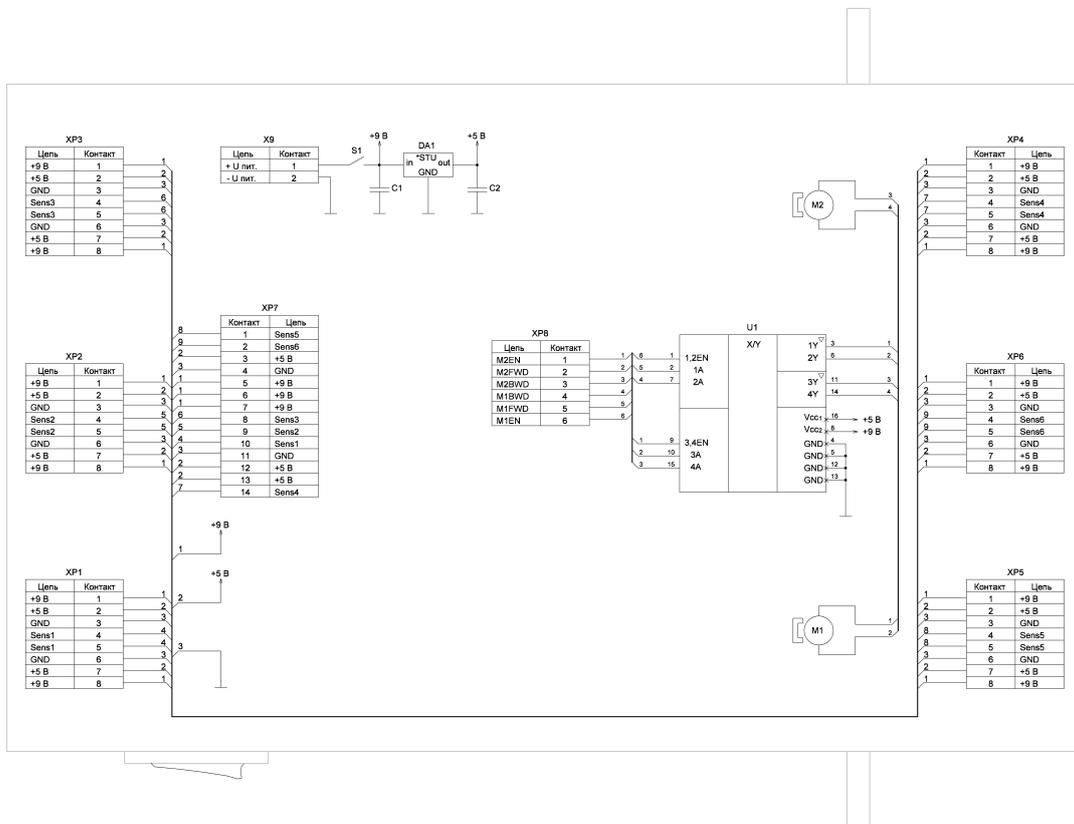


Рис. 2. Эскиз схемы электрической принципиальной

Мобильная платформа выполняется на одностороннем текстолите, что упрощает ее изготовление неквалифицированными рабочими кадрами, в том числе и обучаемыми. Масса готовой мобильной платформы без управляющего блока – 80 грамм. Применение двигателей с редукторами обеспечивает достаточные тяговые характеристики. К каждому двигателю подключены по два канала драйвера, это создает условия для достаточной маневренности платформы за счет реверсирования.

Создание простейшего робота также позволит повысить уровень усвоения студентами материала специальных дисциплин. При соответствующей реализации управляющего модуля на базе мобильной платформы можно наглядно продемонстрировать работу алгоритмов автоматического управления, изучить особенности оптимизации следящих систем управления, получить практические навыки работы с микропроцессорной техникой. В качестве управляющего модуля возможно использование программируемых логических контроллеров и промышленных компьютеров, что существенно расширяет возможную область применения мобильной платформы.

В перспективе планируется использование данной разработки в учебном процессе по дисциплинам «Теория автоматического управления», «Микропроцессорные системы управления», «Интегрированные системы проектирования и управления», «Диагностика и надежность автоматизированных систем».

## **Разработка управляющего модуля для построения простейшего робота**

**Власов А. В., Власова А. Р., Кайченков А. В., Селяков И. Ю., Яценко В. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра автоматики и вычислительной техники)

**Аннотация.** В статье описываются особенности реализации управляющего модуля для построения простейшего робота, который планируется использовать в учебном процессе специальных дисциплин.

**Abstract.** This article describes features of control module's realization for building a simple robot. The aforementioned robot is planned to be used in the special subject's learning process.

**Ключевые слова:** робот, управляющий модуль, автоматика, электроника.

**Key words:** robot, control module, automation, electronics, SN74HC00N.

На кафедре Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) Мурманского государственного технического университета в 2014 году завершена разработка простейшего робота, состоящего из несущей мобильной платформы и управляющего блока. Робот предназначен для решения широкого спектра задач в зависимости от набора модулей и алгоритма работы управляющего блока.

В настоящей статье описывается управляющий блок, построенный на базе логической микросхемы 4 И-НЕ SN74HC00N (рис. 1). Блок предназначен для тестирования и демонстрации базовых возможностей мобильной платформы. На управляющий модуль разработан комплект технической документации, состоящий из принципиальной электрической схемы (рис. 2), чертежа печатной платы, сборочного чертежа и текстовой документации. Устройство реализует пять различных режимов работы.

Первый заключается в следовании по траектории с использованием одного датчика цвета. В этом случае в каждый момент времени работает только один мотор мобильной платформы: если датчик цвета находится над линией (траекторией), то работает двигатель, уводящий робота с линии; если же датчик цвета находится вне линии, то работает двигатель, возвращающий мобильную платформу на линию. Таким образом, в этом

режиме реализуется нелинейная система управления, обеспечивающая незатухающие колебания траектории робота относительно линии.

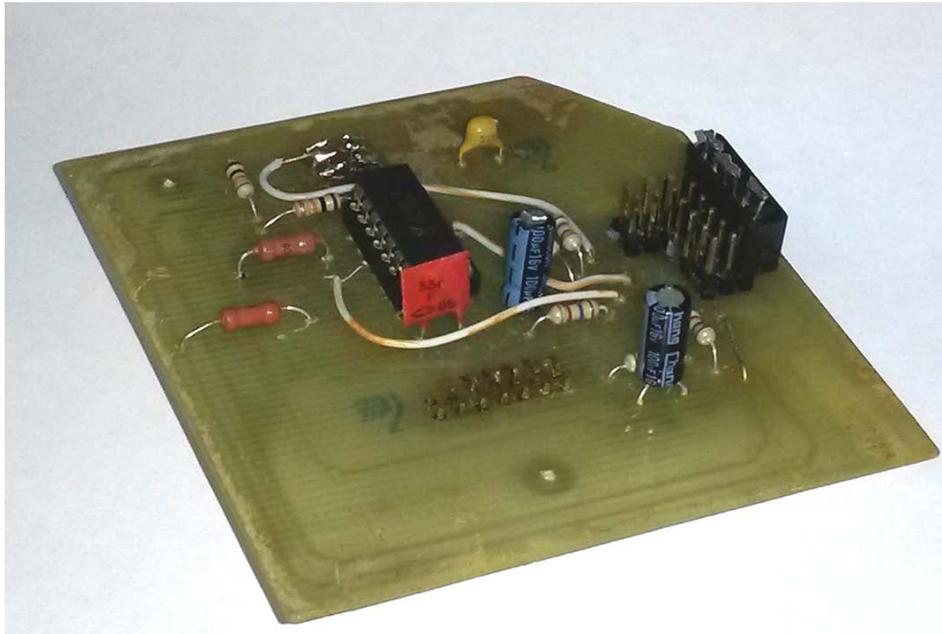


Рис. 1. Управляющий блок на базе логической микросхемы SN74HC00N

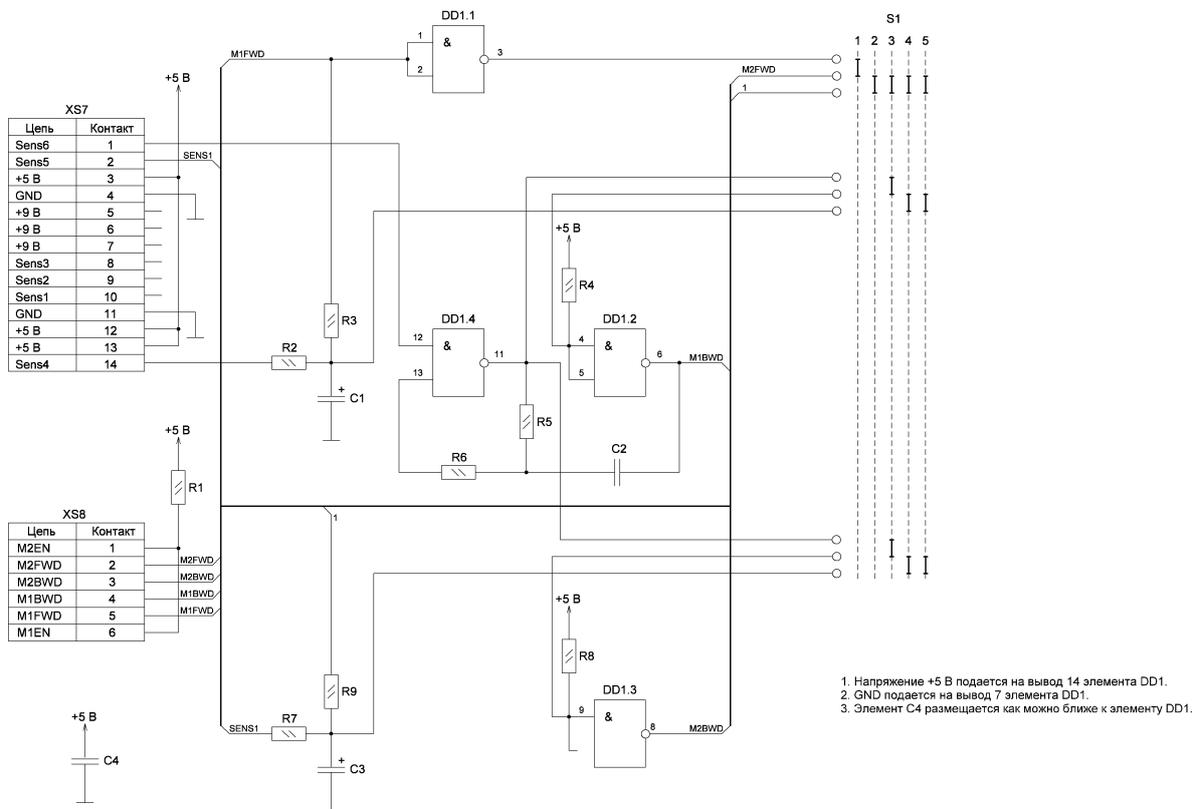


Рис. 2. Эскиз принципиальной электрической схемы управляющего модуля

Во втором режиме робот выполняет следование по траектории с использованием двух датчиков цвета. Здесь каждый из датчиков управляет противоположным от него двигателем. Например, если левый по ходу движения датчик ушел с линии, то подтормаживается правый мотор, что приводит к повороту мобильной платформы вправо и возврату на линию. Второй режим теоретически должен обеспечивать лучшие скоростные характеристики по сравнению с первым вследствие отсутствия рысканий в случае, когда мобильная платформа движется по линии.

В третьем режиме вдобавок к двум боковым датчикам цвета используется один центральный. В случае, когда центральный датчик находится на линии, работа мобильной платформы не отличается от приведенной для второго режима. Если центральный датчик уходит с линии, то есть имеет место большое рассогласование траектории движения и линии, оба двигателя подтормаживаются, что уменьшает радиус поворота и способствует возвращению на линию. Подтормаживание реализовано за счет использования мультивибратора на двух инверторах DD1.2 и DD1.4, обеспечивающих генерацию меандра с коэффициентом заполнения 0,5. Затем этот меандр используется в качестве опорного напряжения для двигателей.

В четвертом режиме вместо датчиков цвета используется один контактный датчик (рис. 3). В состоянии покоя мобильная платформа передвигается в прямом направлении с максимальной скоростью. При столкновении щупа с препятствием замыкается цепь разряда конденсатора C1, что приводит к реверсированию двигателя с противоположной по ходу движения стороны. За счет этого робот разворачивается в течение времени, определяемого постоянной времени цепочки R3C1. После зарядки конденсатора мобильная платформа продолжает движение прямо.

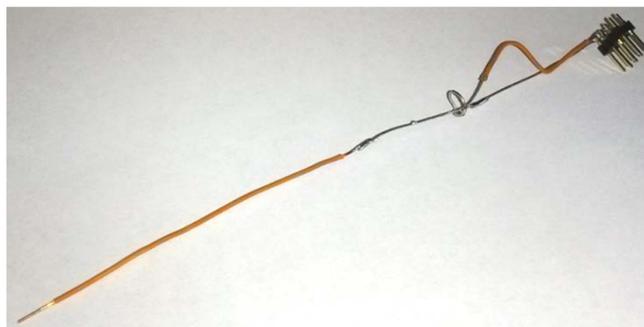


Рис. 3. Прототип контактного датчика

В пятом режиме используются два контактных датчика, каждый из которых связан «со своим» двигателем. Работа схемы управления при срабатывании одного из датчиков не отличается от описанной в разделе про четвертый режим. В случае срабатывания обоих датчиков реверсируются оба двигателя, мобильная платформа отъезжает назад от препятствия в течение времени зарядки цепочек RC. Их постоянные времени подобраны таким образом, чтобы одна из цепочек зарядилась существенно раньше второй. Таким образом, после движения назад платформа совершает поворот и, после зарядки второй цепочки, продолжает движение прямо. Это исключает «зависание» алгоритма при срабатывании обоих датчиков.

В ходе работы с управляющим модулем обучаемый знакомится с работой логических устройств, учится анализировать принципиальные электрические схемы в различных режимах работы. В перспективе планируется использование данной разработки в учебном процессе по дисциплине «Электроника» и в теоретическом курсе по учебной практике.

## **Автоматизация малогабаритной сушильной установки: экономический аспект**

**Вотинов М. В.<sup>1</sup>, Вотинова Е. М.<sup>2</sup>** (<sup>1</sup>г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра автоматики и вычислительной техники; <sup>2</sup>г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра экономики)

**Аннотация.** Статья посвящена повышению эффективности процессов сушки гидробионтов при снижении себестоимости готовой продукции за счёт применения программно-аппаратного комплекса. Рассчитаны экономические показатели: капитальные вложения, текущие затраты, прибыльность и рентабельность.

**Abstract.** The article is dedicated to improving the efficiency of processes of drying hydrobionts at reducing production costs through the use of hardware-software complex. Economic indicators: capital investment, running costs, profitability, and profitability. The article is dedicated to improving the efficiency of processes of drying hydrobionts at reducing production costs through the use of hardware-software complex. Economic indicators: capital investment, running costs, profitability, and profitability.

**Ключевые слова:** автоматизация, сушка, капитальные вложения, прибыль, затраты, рентабельность.

**Key words:** automation, drying, capital investments, profits, costs, profitability.

В связи с повышением цен на энергоресурсы, развитием рыночной экономики, одной из первоочередных задач бизнеса является внедрение энергосберегающих технологий, гибких автоматических систем управления. Эти факторы приводят к внедрению новых, современных, эффективных средств автоматизации технологических процессов. Малогабаритная сушильная установка позволит совершенствовать организацию технологического процесса обработки гидробионтов. А это, в свою очередь, позволяет планировать уменьшение затрат времени при выполнении аналогичного объема работ и снижение затрат, в части экономии электроэнергии.

Для оценки денежных потоков, которые будут генерировать применяемое техническое решение, необходимо определить объём средств, требуемых для реализации технической части программно-

аппаратного комплекса (объем капитальных вложений), текущих затрат, прибыльности и эффективности.

Проект разработки программно-аппаратного комплекса гибкого автоматического управления технологическим процессом сушки гидробионтов предполагает конструирование малогабаритной сушильной установки и оснащение ее системой автоматического управления, датчиками и исполнительными механизмами.

Стоимость оборудования (т.е. капитальные вложения), с учетом сушильного аппарата составляют 160715 рублей.

Расчет текущих затрат сводится к определению затрат на сырье, эксплуатационных расходов, расходов на оплату труда, страховых взносов, амортизационных отчислений, затрат на электроэнергию, прочих затрат. Расчет производился с учетом применения трех режимов сушки гидробионта: использование ТЭНов, инфракрасных ламп и применения комбинированного режима.

Смета затрат и калькуляция себестоимости представлена в таблице 1 и представляет собой сумму всех текущих затрат связанных с производством продукции – сушкой гидробионтов:

Таблица 1 – Смета затрат и калькуляция себестоимости продукции при различных режимах сушки

Статьи калькуляции	Режимы сушки		
	ТЭН	ИК	Комбинированный режим
1. Затраты на сырье <b>Зс</b>	249775 руб.	249775 руб.	249775 руб.
2. Эксплуатационных расходов <b>Зэкспл</b>	482 руб.	482 руб.	482 руб.
3. Расходы на оплату труда <b>Ззп</b>	146600 руб.	146600 руб.	146600 руб.
4. Страховые взносы <b>Зсв</b>	20524 руб.	20524 руб.	20524 руб.
5. Сумма амортизации <b>Зам</b>	22982 руб.	22982 руб.	22982 руб.
6. Прочие затраты <b>Зпр</b>	1248 руб.	1248 руб.	1248 руб.
7. Затраты на электроэнергию <b>Зэ</b>	6946 руб.	4824 руб.	5402 руб.
8. Итого затрат, сумма руб. <b>Зобщ</b>	448557 руб.	446435 руб.	447013 руб.
9. Себестоимость 1кг (усредненно). <b>С\ст</b>	297 руб.	294 руб.	295 руб.

Для того, чтобы рассчитать себестоимость 1кг готовой сушеной рыбки, необходимо учесть всю специфику технологического процесса, а именно потерю рыбой – сырцом начального веса в процессе сушки в среднем 50 % массы. Таким образом, вес готовой продукции (Кгот), в целом, составит  $3025 \text{ кг} * 50 \% = 1513 \text{ кг}$ .

Себестоимость 1 кг готовой сушёной рыбы рассчитана и представлена в пункте 9 таблицы 1.

Усредненная цена реализации вяленой рыбопродукции составляет – 415 рублей. Выручку можно рассчитать как произведение цены реализации продукции на количество произведенной и реализованной продукции (таб.2).

Таблица 2 – Цена реализации и выручка от реализации продукции при различных режимах сушки

Показатели	Режимы сушки		
	ТЭН	ИК	Комбинированный режим
Цена реализации продукции	415 руб.	415 руб.	415 руб.
Выручка от реализации продукции <b>ВР</b>	627895 руб.	627895 руб.	627895руб.

Сравнив результаты произведенных расчетов и цен на отпускную продукцию для оптовых покупателей, уже можно сделать вывод о конкурентоспособности продукции изготовленной на малогабаритной сушильной установке.

Расчет сводных показателей экономической эффективности сводится к определению прибыли от продажи, чистой прибыли, рентабельности продукции и др.

Прибыль один из основных финансовых показателей оценки производственно-хозяйственной деятельности предприятия. Чистая прибыль (убыток) отчетного периода – часть прибыли (убытка), остающейся в распоряжении предприятия после уплаты налогов и других обязательных платежей в бюджет. Рентабельность – обобщающий показатель, отражающий уровень эффективности деятельности предприятия в целом и производства продукции в частности. Рентабельность продукции показывает, сколько прибыли приходится на один рубль затрат. Данные расчеты сведены в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет прибыли от реализации, чистой прибыли и рентабельности продукции при различных режимах сушки

Показатели	Режимы сушки		
	ТЭН	ИК	Комбинированный режим
Выручка (доход), <b>ВР</b>	627895 руб.	627895 руб.	627895 руб.
Затраты (расходы), <b>Зобщ.</b>	448557 руб.	446435 руб.	447013 руб.
Прибыль от реализации, <b>ПР</b>	179338 руб.	181460 руб.	180882 руб.
Единый налог для <b>УСН</b>	26900 руб.	27220 руб.	27130 руб.
Чистая прибыль, <b>ЧП</b>	152438 руб.	154240 руб.	153752 руб.
Рентабельность продукции, <b>Рп</b>	39,9%	40,6%	40,5%

Таким образом, расчёты показывают, что при применении комбинированного режима сушки, объем продаж сушеной рыбки в количестве 1513 кг, принесет доход в размере 627895 рублей, а прибыль составит 180882 рублей.

Результаты расчетов утверждают, что малогабаритная сушильная установка рентабельна. Рентабельность продукции составляет 40,5%, т.е. один рубль вложенных затрат, приносит прибыль в размере 0,40 рублей. Таким образом, использование малогабаритной сушильной установки с программно-аппаратным комплексом целесообразно, и, как показывают расчеты, максимально эффективно при использовании комбинированного режима. Повея анализ экономических показателей можно сделать вывод, что данный проект является рентабельным, эффективным и имеет положительное значение.

## **Телематическое оснащение программно-аппаратного комплекса гибкого автоматического управления процессами термической обработки гидробионтов**

**Вотинов М.В.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра автоматики и вычислительной техники*)

**Аннотация.** Статья посвящена вопросам применения и использования современных информационных технологий в системах автоматического управления на примере разработанного программно-аппаратного комплекса гибкого автоматического управления процессами термической обработки сырья.

**Abstract.** The article is devoted to the application and use of modern information technologies in systems of automatic control on the example of development of software-hardware complex flexible automatic control of raw materials heat treatment processes.

**Ключевые слова:** автоматизация, информационные технологии, средства телематики.

**Key words:** automation, information technologies, means of telematics.

В любом обществе, на протяжении всей истории государство использовало информацию для достижения определённых целей и осуществления своих функций и полномочий. В XXI веке информация становится одним из определяющих факторов развития, а создание информационного общества – важнейшей мировой тенденцией. Согласно Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации от 7 февраля 2008 г. N Пр-212, утверждённой Президентом Российской Федерации В.В. Путиным [1], такое общество должно характеризоваться высоким уровнем развития информационных и телекоммуникационных технологий и их интенсивным использованием гражданами и бизнесом.

Современные тенденции к информатизации общества требуют новых решений и от автоматических систем управления технологическими процессами в области мобильности и удалённого контроля.

В Мурманском государственном техническом университете разработана и внедрена в производство в учебно-экспериментальном цехе малогабаритная сушильная установка (патент РФ на полезную модель №117266), а также создан программно-аппаратный комплекс,

реализующий систему гибкого автоматического управления процессами термической обработки сырья.

В рамках данного проекта осуществлялось внедрение современных средств телематики и информационных технологий. Одними из основных функций, получивших свое развитие в программной части комплекса являются:

- автоматизированное рабочее место удаленного доступа к САУ МСУ, использующее локальную сеть (LAN соединение) по стандарту Ethernet;
- визуализация технологического процесса сушки гидробионтов в online режиме с использованием WEB -камеры;
- мобильный обозреватель, обеспечивающий контроль технологических параметров процесса сушки с помощью мобильных устройств (мобильные телефоны, планшетные ПК на базе Google Android, Apple iOS, Microsoft Windows) по средствам сети Интернет и FTP-сервера;
- управление технологическим процессом сушки рыбы через WEB-приложение САУ МСУ.

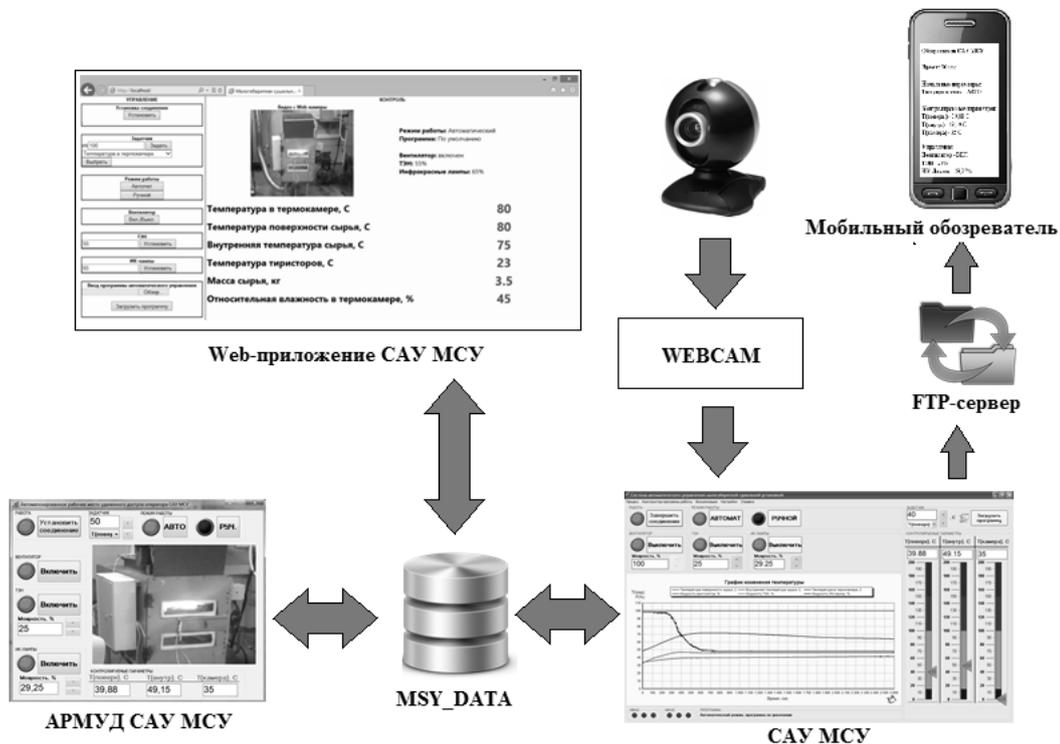


Рис. 1. Структурная схема информационных потоков.

Функционирование информационных потоков при реализации описанных функций, представлено на рисунке 1.

Развитие и применение информационных технологий в программно-аппаратном комплексе гибкого автоматического управления процессами термической обработки сырья в области мобильности и удалённого контроля позволяет установить рабочее место оператора на удалённом расстоянии от малогабаритной сушильной установки, с применением туннелей локальной и глобальной вычислительной сети. Применение мобильных средств и WEB-механизмов online-мониторинга и контроля по телекоммуникационным каналам связи позволяет производить контроль технологического процесса, например, начальнику цеха, даже не находясь в помещении цеха, тем самым уменьшая затраты его рабочего времени на контроль данного технологического процесса.

Использование телекоммуникационных функций в программно-аппаратном комплексе позволило соединить средства телематики, информационных технологий с системами автоматического управления.

Полученный опыт позволяет делать вывод о целесообразности такого симбиоза и его дальнейшего использования и развития в более глобальных проектах.

#### Литература

1. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации от 7 февраля 2008 г. N Пр-212.

## Мобильный телефон – помощник или вредитель?

*Денисова Н. Г. (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ)*

**Abstract.** Article is devoted to research of influence of mobile phones on assimilation of a training material by students on classes in the higher mathematics. The author describes questioning on this subject and draws a conclusion.

**Ключевые слова:** мобильный телефон, внимание.

**Key words:** mobile phone, attention.

Мы живём в век, когда бытовая техника, в том числе и мобильные телефоны, смартфоны, ноутбуки, планшеты и компьютеры очень быстро становятся более совершенными. Всё это делается с учётом потребностей самых взыскательных пользователей. В последние годы студенты почти всегда приносят с собой на занятия подобную технику. На просьбы убрать их со стола ребята не всегда реагируют согласием. В связи с этим появился интерес провести небольшое исследование о пользе или вреде данных видов техники при изучении студентами высшей математики в ФГБОУ ВПО «МГТУ».

В трёх группах студентов – первокурсников было проведено анкетирование. Анкета включала следующие вопросы:

1. Вы используете мобильный телефон (смартфон, ноутбук, планшет) на практических занятиях по высшей математике с целью развлечься (общения в социальных сетях, просмотра фильмов, прослушивания или скачивания музыки, компьютерных игр, чтения художественной литературы, заказа товаров и т.п.)?

2. Вы используете мобильный телефон (смартфон, ноутбук, планшет) на практических занятиях по высшей математике для упрощения работы на занятии (применение калькулятора, использование готовых программ для построения графиков, скачивания учебников или задачников по высшей математике или готовых формул по изучаемой теме)?

3. Как вы считаете, мобильный телефон (смартфон, ноутбук, планшет) помогает, мешает или никак не влияет на качество изучения вами математики?

В анкетировании приняли участие 25 студентов. На первый вопрос утвердительно ответили 4 % респондентов, отрицательно – 56%, вариант «иногда» выбрали 40%. На второй вопрос утвердительно ответили 40 % респондентов, отрицательно – 24%, вариант «иногда» выбрали 36%. При ответе на третий вопрос 46 % ответили «помогает», 0 % – «мешает», 54 % – «не влияет».

Больше половины опрошенных студентов считают, что использование телефонов во время занятия никак не влияет на восприятие изучаемого материала. Однако психологические исследования на эту тему показывают, что они ошибаются в своих выводах.

«Еще ранними экспериментами В. Вундта было доказано, что человек не может сосредоточить внимание на двух одновременно предъявляемых раздражителях и что так называемое «распределение внимания» между двумя раздражителями фактически является *сменой* внимания, быстро переходящего от одного раздражителя к другому. Это было показано с помощью так называемого *компликационного* аппарата, который давал возможность предъявлять зрительный раздражитель (например, стрелку в положении «I») одновременно со звуковым раздражителем — звонком.

Опыты показали, что, если испытуемые обращают внимание на движущуюся стрелку, им кажется, что звонок, сопровождающий ее прохождение мимо соответствующей отметки, запаздывает и появляется на несколько делений позже; если же они обращали внимание на звонок, то восприятие движущейся стрелки запаздывало, и испытуемый относил появление звонка к более раннему моменту» [1, С.186].

Сравнительный анализ баллов ЕГЭ, полученных студентами, их ответов на вопросы и результатов двух контрольных работ и расчётно-графического задания, написанных в первом семестре, позволяет сделать вывод, что ребята, не использующие мобильный телефон с целью развлечься, показали более высокие результаты. Студенты, которые хотя бы иногда применяли технику для развлечений, заняли более низкие места

в составленном рейтинге. Это подтверждает вышеописанные эксперименты.

В связи с этим можно рекомендовать преподавателям, ведущим занятия по математике, отслеживать направленность целей применения студентами современной техники.

#### Литература

1. Лурия, А. Р. Лекции по общей психологии / А. Р. Лурия. – СПб. : Питер, 2004. – 320 с.

**Программно-аппаратный лабораторный комплекс на базе преобразователя частоты. Разработка программного обеспечения на базе SCADA-системы GENIE для имитатора нагрузки частотных преобразователей**

**Ерещенко В. В., Столянов А. В., Маслов А. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра автоматики и вычислительной техники)

**Аннотация.** Статья посвящена программному обеспечению на базе SCADA-системы GENIE для контроля и управления режимами работы имитатора нагрузки. Также рассмотрены проблемы, с которыми столкнулись авторы, и пути их преодоления.

**Abstract.** The article is devoted software on the basis of SCADA-system GENIE intended for management and control of load simulator's modes of operation. Also discussed the difficulties faced by the authors and ways to overcome them.

Применение преобразовательной техники в различных отраслях промышленности позволяет наиболее оптимально регулировать параметры технологических процессов и ведет к экономии энергоресурсов.

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором является сегодня самым массовым и надежным устройством для привода различных машин и механизмов. Управление асинхронными машинами становится простым и удобным благодаря частотным преобразователям (ЧП). Их применение позволяет снизить пусковые токи в 4-5 раз, обеспечить плавный пуск асинхронного двигателя и осуществлять управление по заданной характеристике.

На кафедре «Автоматики и вычислительной техники» в лаборатории «Компьютерные системы управления» был создан учебный программно-аппаратный лабораторный комплекс на базе частотного преобразователя и имитатора нагрузки для него. Этот комплекс позволит студентам и курсантам понять принцип действия частотного преобразователя, приобрести навыки работы с частотными преобразователями, изучить различные законы управления двигателями.

Для этих целей, было разработано программное обеспечение LSim SpeedDriver (Рисунок 1) для контроля и управления режимами работы

имитатора нагрузки (ИН), входящего в состав учебного программно-аппаратного лабораторного комплекса.

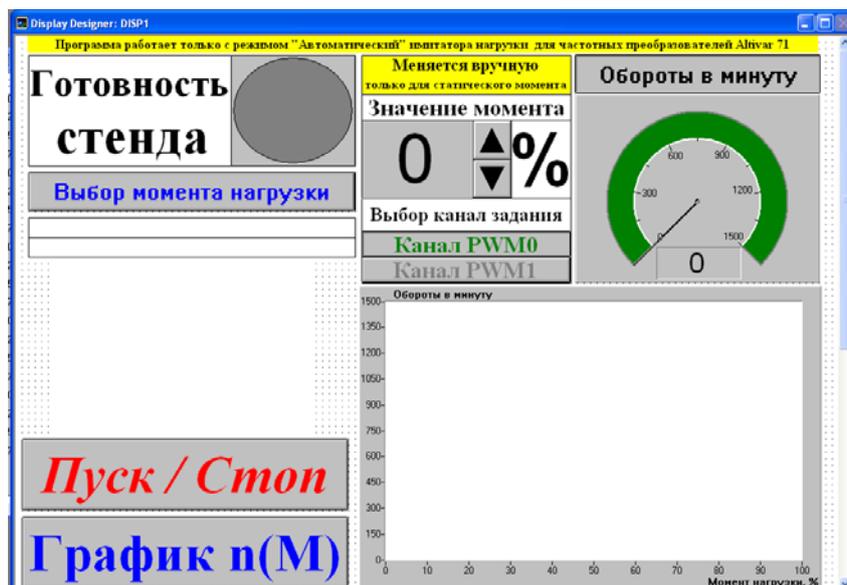


Рис.1. Вид основного окна программы LSim SpeedDriver

Размер программного обеспечения составляет 25,3 КБ (26 009 байт). Разработанное программное обеспечение обладает простым и понятным пользователю интерфейсом и требует лишь наличие основных навыков работы со SCADA-системами.

Основные функциональные возможности программного обеспечения LSim Speed Driver:

- возможность выбора характера нагрузки с помощью диалогового окна «Выбор момента нагрузки» (рисунок 2);
- выбор канала управления (PWM0 или PWM1);
- выбор между шестью различными видами характеристик;
- задание момента вручную в режиме статической характеристики;
- связь ИН с управляющим компьютером осуществляется посредством протокола LSim SpeedDriver Protocol;
- визуализация данных с помощью табличного процессора Microsoft Excel.

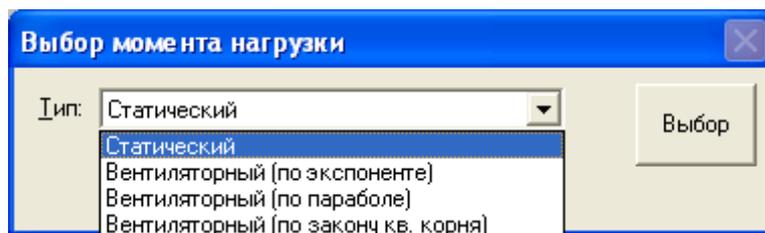


Рис. 2. Вид диалогового окна «Выбор момента нагрузки»

Основной сложностью, с которой столкнулись авторы при создании программного обеспечения LSim SpeedDriver, была реализация визуализации данных, поскольку SCADA-система GENIE имеет ограниченные встроенные средства визуализации. Поэтому для визуализации данных было решено использовать табличный процессор Microsoft Excel, имеющий богатые средства визуализации с поддержкой динамического обмена данными (DDE). Было решено внести модификации в уже имеющуюся динамически компонуемую библиотеку UtilsforGenie.dll из проекта Con&Sim, для добавления необходимого функционала работы с табличным процессором Microsoft Excel, и подключить ее в проект.

Для реализации связи управляющего компьютера с ИН, было решено разработать свой простой и функциональный протокол обмена данными (LSim SpeedDriver Protocol). Для микроконтроллерной (МК) платы управления ИН было разработано программное обеспечение, включающее клиентскую часть протокола LSim SpeedDriver Protocol, обмен по USART, организацию ввода-вывода сигналов, управление ЖК-дисплеем и индикацию работы МК.

В результате была получена структура программы LSim SpeedDriver, представленная на рисунке 3.

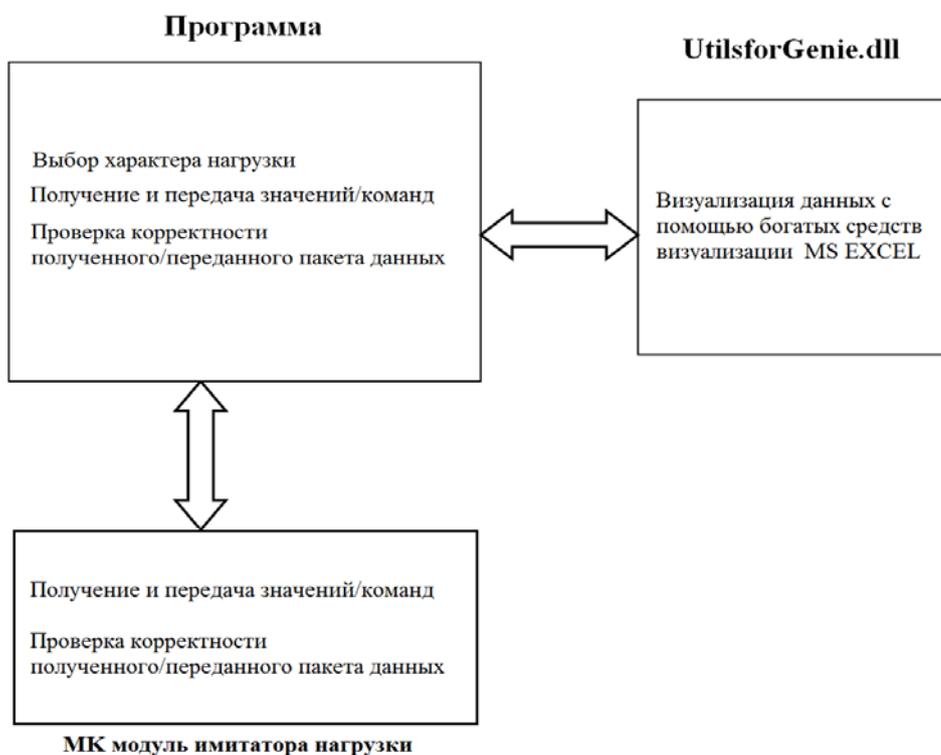


Рис. 3. Структура программного обеспечения LSim SpeedDriver

Таким образом, применение программного обеспечения LSim SpeedDriver в составе учебного программно-аппаратного лабораторного комплекса позволит контролировать и управлять работой имитатора нагрузки не только с местного поста управления, но и удаленно посредством связи по протоколу LSim SpeedDriver Protocol. В перспективе планируется совершенствование возможностей программы и использование ее в учебном процессе.

#### Литература

1. Организация «горячего» обмена по DDE между Microsoft Excel и приложением NET [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://citforum.ru/programming/digest/exceldde/>. – Загл. с экрана.
2. PIC18F2520 Manual. Руководство пользователя. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39631E.pdf>. – Загл. с экрана.
3. C++ с нуля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://code-live.ru/tag/cpp-manual/>. – Загл. с экрана.

## **Разработка опытного образца коптильно-сушильной установки роторного типа**

**Ильин А. Ю., Аминов В. А., Похольченко В. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологического и холодильного оборудования)

**Аннотация.** В статье рассматривается создание и исследование сушильно-коптильной установки роторного типа.

**Abstract.** The article is describe about the creating and researching of the rotary drying – smoking chamber.

**Ключевые слова:** копчение, сушение, автоматизация.

**Key words:** smoking, drying, automation.

В связи с необходимостью оснащения малых предприятий компактным высокоэффективным оборудованием с возможностью выпуска конкурентно-способной высококачественной продукции нами были изучены конструктивные особенности и принципы работы существующих и серийно выпускаемых отечественными и зарубежными производителями коптильно-сушильных установок. Выявлены их преимущества и недостатки.

Отмечено, что коптильные печи туннельного типа, обладая высокой производительностью и возможностью вести непрерывный процесс, довольно громоздки и требуют значительных площадей для организации технологического процесса. В камерных же установках периодического действия, где клетки неподвижны, довольно сложно создать равномерную обработку продукта сушильным агентом. Роторные многотележечные печи позволяют ликвидировать последний недостаток, однако обладают более сложной конструкцией, невысоким коэффициентом использования рабочего объема и существенными габаритами.

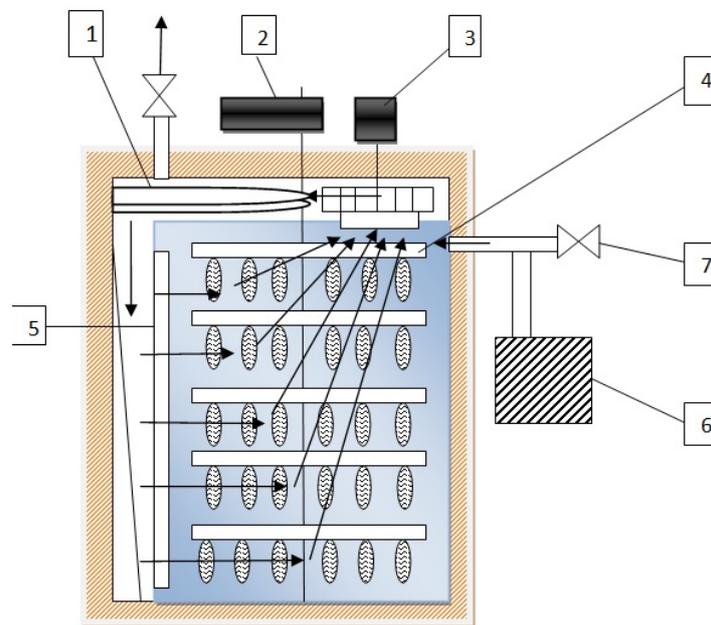
Учитывая все положительные особенности имеющихся типов коптильных печей, был создан оригинальный опытный образец коптильной установки роторного типа.

Конструкция разработанной малогабаритной коптильной установки роторного типа печи включает в себя теплоизолированный корпус, внутри

которого вращается вал с рамами для размещения на них сырья на шомполах или сетках. Вал приводится в движение мотор-редуктором.

Принцип действия установки основан на вращении внутри корпуса вала с рамами, с одновременной подачей в камеру дыма и свежего воздуха через вертикальные воздухопроводы с щелевыми соплами. Рециркуляция воздуха и дыма в камере осуществляется центробежным вентилятором, расположенным в фальш-потолке.

Первоначально на созданной установке были изучены аэродинамические характеристики в разных режимах её работы.



- 1 – тэны; 2 – редуктор; 3 – рециркуляционный вентилятор;  
 4 – рамы с рыбопродукцией; 5 – конусные воздухопроводы с щелевыми соплами;  
 6 – дымогенератор; 7 – патрубок подачи свежего воздуха.

Рис.1 Опытный образец копильной установки роторного типа.

Нами была измерена практическая вместимость установки по сырью (сельдь) которая составила порядка 40-50 кг. Данный показатель соответствует промышленной загрузке от 40 кг/м<sup>3</sup>.

Были произведены аэродинамические испытания печи в следующем порядке.

При помощи электронного анемометра по высоте каждого приточного сопла вертикального воздуховода через равные промежутки длины и на расстоянии соответствующей контакту с продуктом

замерялось распределение скоростей по длине воздуховода. Эпюра распределения скоростей сушильного агента приведена на рис.2.

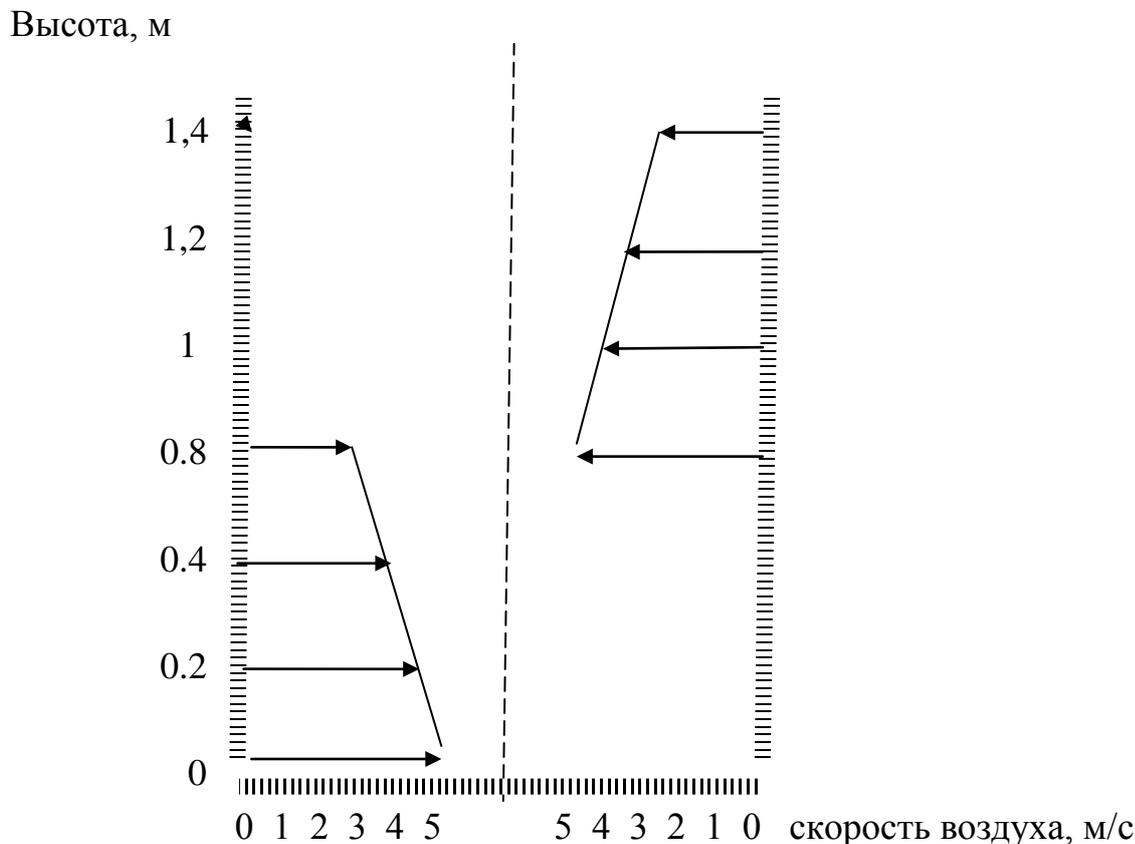


Рис. 2 Распределение скоростей по высоте камеры сушки

Как видно из эпюры, скорости воздуха в левом и правом воздуховодах распределены так, чтобы достичь равномерных условий обдува обрабатываемой продукции на каждом уровне камеры, за счет конструктивных особенностей воздуховодов.

Кроме этого был произведен эксперимент на темп обезвоживания материала и наличие застойных зон по высоте рабочего объема камеры в режиме холодной сушки.

Нами были обработаны экземпляры рыб одинаковыми размерно-массовыми характеристиками. Образцы развешивали в клеть на прутках равномерно по высоте вала в шахматном порядке. По мере сушки, через определенный интервал времени, образцы рыб взвешивали и тем самым оценивали степень обезвоживания их по высоте камеры.

Было установлено, что образцы обезвоживаются достаточно равномерно с отклонением от 5 до 10 %. Последнее даёт возможность

утверждать, что и при горячей сушке в камере будет создаваться равномерное поле скоростей и температур, таким образом, застойных зон не выявлено. Работы в данном направлении продолжаются.

Запланировано создание опытно-промышленного образца установки и внедрение ее на производство.

#### Литература

1. Гинзбург, А. С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности / А. С. Гинзбург. – М. : Агропромиздат, 1985.
2. Бредихин, С. А. Технологическое оборудование рыбоперерабатывающих производств / С. А. Бредихин. – М. : Колос С, 2005. – 464 с.
3. Похольченко, В. А. Совершенствование процессов копчения рыбы при производстве консервов / В. А. Похольченко : монография. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2010. – 92 с.

## Эксергетическая эффективность котельных установок

**Ильин Р. А.<sup>1</sup>, Куртынов С.Е.<sup>2</sup>** (<sup>1</sup> – г. Астрахань, ФГБОУ ВПО «АГТУ», лаборатория нетрадиционной энергетики ОЭП СНЦ РАН (при АГТУ), <sup>2</sup> – г. Астрахань, ФГБОУ ВПО «АГТУ», кафедра теплоэнергетики)

**Аннотация.** В настоящее время эффективность котлов оценивается по термическому коэффициенту полезного действия. В статье показана необходимость оценки эффективности котлов по эксергетическому коэффициенту полезного действия. Это дает более правильный и конкретный результат. Приводится пример оценки эксергетической эффективности на двух паровых котлах.

**Abstract.** Now efficiency of coppers is estimated on thermal efficiency. Need of an assessment of efficiency of coppers is shown in article on exergy efficiency. It yields more correct and concrete result. The example of an assessment of exergy efficiency on two boilers is given.

**Ключевые слова:** эффективность, паровые котлы, эксергетический анализ, потери энергии.

**Key words:** efficiency, boilers, exergy analysis, energy losses.

Альтернативой развития национальных энергетических инфраструктур в мире постепенно становятся локальные системы по производству электрической и тепловой энергии, имеющие такие преимущества, как независимость, надежность, экономичность, экологичность. Децентрализованные источники тепло- и электроснабжения позволяют избежать значительных потерь и дополнительных инвестиций, связанных с передачей и распределением электроэнергии. Небольшие агрегаты в высшей степени эффективны, чрезвычайно надежны и экологически чисты. На долю России в 2010 г. приходится 44 % мирового централизованного теплоснабжения (ЦТ). Ни одна страна в мире по масштабам ЦТ не может сравниться с Россией [1-5].

В 2012 г. в системах теплоснабжения ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» было произведено 2,152 млн Гкал тепловой энергии. На электростанциях было выработано 1,58 млн Гкал, на котельной «Центральная» 0,25 млн Гкал, на малых котельных 0,322 млн Гкал. На производство тепловой энергии для систем теплоснабжения в 2012 году израсходовано 321,2 тыс т у.т. или 27 % всего потребления первичной

энергии в ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго». На производство электроэнергии было израсходовано 875,7 тыс т у.т.

Эффективность производства тепловой энергии в целом по Обществу постоянно снижается в виду технического старения теплогенерирующего оборудования. Средний КПД котельных понизился до 82 % (отдельные агрегаты имеют термический КПД, не превышающий 70 %). Доля потерь в тепловых сетях достигла 18-20 % от ее полезного потребления. Разделение в процессе ценообразования затрат на производство и транспорт тепловой энергии привело к повышению доли потерь. Значительные недоремонты прошлых лет привели к тому, что в 2012 году 83 % всех сетей нуждалось в замене. И ситуация не становится лучше. Это все больше и больше будет приводить к потерям в теплосетях.

Оценим эксергетическую эффективность котельных установок на примере двух котлов, работающих на природном газе, установленных на объектах ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго»: – ДКВр-10-13 – на котельной №1; – КВГМ-100-150 – на котельной «Центральная».

По методике [6] определим их эксергетический КПД [8, 9].

В топках котлов имеет место ярко выраженная необратимость процесса передачи теплоты от горячего источника (горячие продукты сгорания), например, имеющего температуру около 2273 К, к теплопринимающим экранам трубам, по которым циркулирует пароводяная эмульсия при давлении 10 кгс/см<sup>2</sup> и имеющая температуру насыщения 191 °С в котле ДКВр-10-13. На котел поступает исходная вода со средней температурой 15 °С, пройдя ряд подогревателей, вода уже с температурой 104 °С и давлением 1,2 кгс/см<sup>2</sup> поступает в котлоагрегат (экономайзер), где пройдя через поверхности нагрева превращается в полезный продукт – пар, идущий уже на потребителя теплоты (различного рода подогреватели).

В котельную установку входит поток исходной воды, имеющей температуру  $T_0 = 283$  К, эксергия воды:

$$e_{\text{вх}} = (i_{\text{п.в}} - i_{\text{и.в}}) - T_0 (S_{\text{п.в}} - S_{\text{и.в}}), \quad (1)$$

где  $i_{\text{п.в}} = 439,36$  кДж/кг – энтальпия питательной воды при температуре 104 °С и давлении 1,2 кгс/см<sup>2</sup> [7];  $i_{\text{и.в}} = 42,1$  кДж/кг – энтальпия исходной воды, поступающей на котельную [7];  $T_0 = 15$  °С – температура исходной воды;

$S_{п.в} = 1,3609$  кДж / (кг · К) – энтропия питательной воды [7];  $S_{и.в} = 1,3609$  кДж / (кг · К) – энтропия исходной воды [7]. Тогда по (1):

$$e_{вх} = (439,36 - 42,1) - 283 \cdot (1,3609 - 1,3027) = 380,79 \text{ кДж/кг.}$$

В котел вводится поток теплоты  $q'$  от горячего источника (горящее топливо), имеющего температуру  $T_T = 2273$  К; эксергия этого потока воды [6]:

$$e_{q_{вх}} = q' \cdot (1 - T_0/T), \quad (2)$$

$$q' = (i'' - i_{п.в})/\eta_k, \quad (3)$$

где  $i'' = 2786$  кДж/кг – энтальпия пара (насыщенного) на выходе из котла [7];  $\eta_k = 86\%$  – КПД котлоагрегата. Тогда по (2)-(3):

$$e_{q_{вх}} = [(2786 - 439,36)/0,86] \cdot (1 - 283/2273) = 2389 \text{ кДж/кг;}$$

Из котла выходит пар с температурой  $t'' = 191$  °С и давлением  $13$  кгс/см<sup>2</sup>; его эксергия:

$$e_{вых} = (i'' - i_{и.в}) - T_0 \cdot (S'' - S_{и.в}), \quad (4)$$

где  $S'' = 6,4927$  кДж / (кг · К) – энтропия насыщенного пара [7]. Тогда по (4):

$$e_{вых} = (2786 - 42,1) - 283 \cdot (6,4927 - 1,3027) = 1275,1 \text{ кДж/кг.}$$

Потери эксергии в котельной установке:

$$d = (e_{q_{вх}} + e_{вх}) - e_{вых} = (2389 + 380,79) - 1275,1 = 1494,69 \text{ кДж/кг.}$$

Потери теплоты от котельной установки в окружающую среду:

$$d = (1 - \eta) \cdot q' \cdot (1 - T_0/T) = (1 - 0,86) \cdot 2728,65 \cdot (1 - 0,1245) = 334,45 \text{ кДж/кг.}$$

Остальные потери эксергии, равные  $1160,24$  кДж/кг обусловлены термодинамическим несовершенством процессов в котельной установке.

Эксергетический КПД котельной установки составляет:

$$\eta_{ex} = e_{вых} / (e_{q_{вх}} + e_{вх}) = 1275,1 / (2389 + 380,79) = 0,46. \quad (5)$$

Аналогичные расчеты по определению эксергетического КПД котла КВГМ-100-150 дали его величину:  $\eta_{ex} = 0,335$ .

Из расчетов видно, что эксергетические КПД котлов очень невелики. Наибольшие потери эксергии вызываются необратимым характером теплообмена в котле ( $77,6-92\%$  всей суммы потерь эксергии). Этот результат иллюстрирует, что котел – тепловое устройство, весьма эффективное с позиций первого закона термодинамики, – оказывается весьма несовершенным с позиций второго закона из-за большой разности

температур топочных газов и рабочего тела, что приводит к недоиспользованию температурного потенциала теплоты, полученной при сжигании топлива. Для уменьшения этих потерь необходимо в первую очередь уменьшить степень необратимости процесса теплообмена в котле. Очевидно, что существенных результатов можно достигнуть путем уменьшения разности температур продуктов сгорания топлива в котле и рабочего тела. В свою очередь уменьшения этой разности температур можно добиться двумя путями – или уменьшением температуры продуктов сгорания в топке котла, или же увеличением средней температуры рабочего тела в процессе подвода теплоты. Нетрудно установить, что первый из этих путей не дает желаемого результата: при уменьшении температуры сгорания в котле потеря эксергии действительно снижается. Однако при этом точно на такое же значение снизится и эксергия потока теплоты  $e_{q_{вх}}$ .

Очевидно поэтому, что уменьшения потери эксергии системы можно достигнуть лишь вторым из названных путей – за счет повышения температуры рабочего тела; однако, это мероприятие повлечет за собой увеличение капитальных затрат на сооружение дополнительной установки.

#### Литература

1. Дубинин, В. С. Совершенствование систем энергоснабжения в газифицированных регионах России на базе поршневых технологий : автореферат дис. ... канд. техн. наук : 05.14.01 / В. С. Дубинин. – М., 2013. – 19 с.
2. Салихов, А. А. Неоцененная и непризнанная «малая» энергетика / А. А. Салихов. – М. : Новости теплоснабжения, 2009. – 176 с.
3. Ильин, Р. А. Анализ эффективности теплоэнергетических технологий / Р. А. Ильин. – Астрахань : Лаборатория нетрадиционной энергетике (при Астр. ГТУ), СНЦ ОЭП РАН, 2003. – 88 с.
4. Куртынов, С. Е. О важной эксергетической характеристике котлов / С. Е. Куртынов, Р. А. Ильин // Межд. молод. научн. конф. «Севергеоэкотех-2011»: сб. мат. док. – Ухта : УГТУ, 2013. – С. 232–235.

5. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник / Бакластов А.М. [и др.] ; под общ. ред. В. А. Григорьева, В. М. Зорина. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 552 с.
6. Кириллин, В. А.. Техническая термодинамика : учебник для вузов / В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А.Е. Шейндлин. – 4-е изд. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 416 с.
7. Термодинамические свойства воды и водяного пара : справочник. – 2-е изд. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 80 с.
8. Шаргут, Я. Эксергия / Я. Шаргут, Р. Петела. – М. : Энергия, 1968. – 293 с.
9. Бродянский, В. М. Эксергетический метод термодинамического анализа / В. М. Бродянский. – М. : Энергия, 1973. – 296 с.

**Технические и программные средства автоматизации «ОВЕН» в дипломном проектировании и научных исследованиях кафедры автоматики и вычислительной техники**

**Кайченев А. В., Власов А. В., Селяков И. Ю., Маслов А. А., Висков А. Ю.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра автоматики и вычислительной техники)

**Аннотация.** В статье описаны технические и программные средства автоматизации ОВЕН, используемые в дипломном проектировании и научных исследованиях.

**Abstract.** This article considers the questions of using automated control systems based on the “OWEN” equipment in the educational process and research process.

**Ключевые слова:** Оборудование ОВЕН, научные исследования, дипломное проектирование

**Key words:** OWEN equipment, researches, diploma project.

Кафедра Автоматики и вычислительной техники ФГБОУ ВПО «МГТУ» на протяжении 9 лет использует технические и программные средства автоматизации производственного объединения ОВЕН в учебном процессе и научных исследованиях.

За время использования оборудования и программных средств ОВЕН Кафедра АиВТ 4 раза участвовала в программе поддержки вузов компании ОВЕН. За время участия в программе кафедре было безвозмездно предоставлено современное оборудование автоматизации на сумму более трехсот пятидесяти тысяч рублей. На базе этого оборудования созданы современные лабораторные стенды и комплексы: «Система автоматического управления микроклиматом на базе ОВЕН МПР51», «Система автоматического регулирования температуры на базе ОВЕН ТРМ101 и ЭРВЕН», Комплекс для разработки и отладки проектов АСУТП на базе ПЛК154 и СП270, «Исследование программируемого реле». Большинство из лабораторных стендов созданы в рамках дипломного проектирования студентами специальности «Автоматизация технологических процессов и производств». За время участия кафедры АиВТ в программе поддержки вузов успешно защищено 11 выпускных квалификационных работ, непосредственно связанных с разработкой систем автоматического управления на базе технических и программных

средств автоматизации ОВЕН. Разработанные в рамках дипломного проектирования лабораторные стенды внедрены в учебный процесс кафедры автоматики и вычислительной техники [1].

В настоящее время проводится модернизация лабораторных стендов. В рамках модернизации комплекс для разработки и отладки проектов АСУТП оснащен модулем аналогового ввода МВ110, а также модулем сбора данных МСД100. (Рис.1)

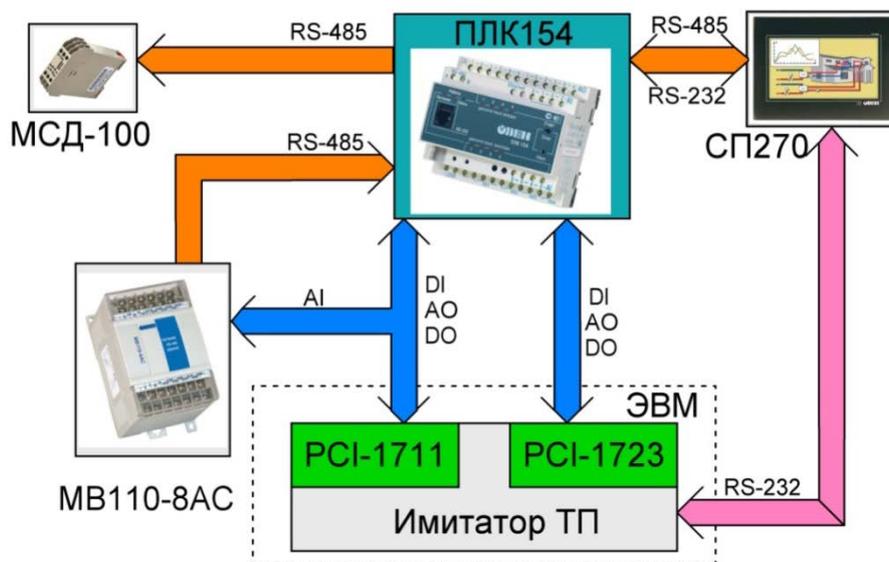


Рис. 1. Схема комплекса для разработки и отладки проектов АСУТП на базе ПЛК154 после модернизации.

В рамках дипломного проектирования 2014 года помимо дооснащения лабораторного комплекса осуществляется разработка системы автоматического управления процессом стерилизации на базе технических и программных средств автоматизации ОВЕН.

Кафедра АиВТ использует оборудование ОВЕН в научных целях с 2008 года. Первым проектом, созданным в рамках научных исследований, стала стерилизационная установка АВК-30 (рис.2). На базе установки разработан комплекс МИСт (Модернизация и инновации в стерилизации). МИСт – это комплекс для повышения эффективности процесса стерилизации консервной продукции в автоклавах.

В рамках проводимых на стерилизационной установке исследований, проведена ее модернизация. В настоящее время в установке АВК-30М реализована система автоматического управления процессом стерилизации, построенную на базе оборудования ОВЕН. Система управления на базе ПЛК154 осуществляет управление автоклавом на всех этапах технологического процесса, поддерживается стерилизация в водной

и паровой средах. Управление установкой организовано посредством сенсорного экрана СП270 с интуитивно понятным интерфейсом. Регистрация термобаттиграмм осуществляется на SD-карту с помощью МСД100.

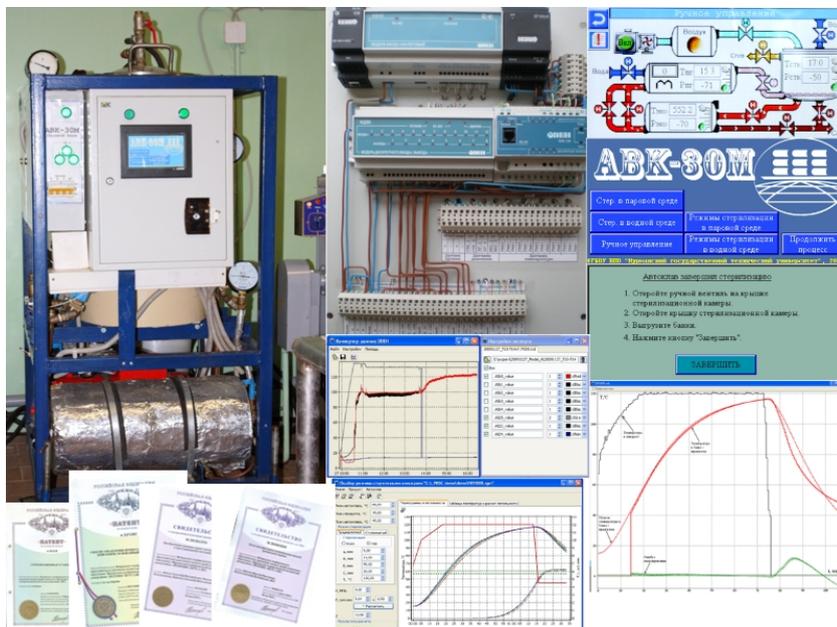


Рис. 2. Комплекс для повышения эффективности процесса стерилизации консервной продукции в автоклавах, установленный на стерилизационную установку АВК-30М

В 2010 году в учебно-экспериментальном цехе ФГБОУ ВПО «МГТУ» создана универсальная коптильно-сушильная установка (УКСУ) с системой автоматического управления на базе оборудования ОВЕН (рис.3).

В системе управления УКСУ реализованы 3 контура автоматического регулирования температуры в секциях УКСУ и 1 контур контроля и регулирования влажности.

В блок системы управления УКСУ входят ПЛК 154; МВА8, к которому подключены расположенные в секциях установки основные датчики, а также дополнительные, используемые для решения научных задач; МВУ8, сигналы с которого поступают на БУСТ. Управление установкой осуществляется с помощью панели оператора ИП-320. Панель оператора позволяет отображать текст, показывать графики изменения температуры и влажности, выводить сообщения об аварийных ситуациях. Для архивирования значений регулируемых параметров используется модуль сбора данных (МСД-100).

В настоящее время проводятся исследования процессов обезвоживания и копчения рыбной продукции, а также абсорбции

дымовых газов с целью приготовления копильных препаратов. Системы управления установок также реализованы на базе оборудования ОВЕН.



Рис. 3. Система автоматического управления УКСУ

За время использования кафедрой АиВТ ФГБОУ ВПО «МГТУ» программных и аппаратных средств ОВЕН для создания систем управления технологическими процессам приобретено оборудования на сумму более двухсот тысяч рублей.

### **Заключение**

За годы использования оборудование промышленной автоматизации производственного объединения ОВЕН зарекомендовало себя как эффективное и гибкое средство решения задач автоматического управления технологическими процессами. Применение технических и программных средств автоматизации «ОВЕН» позволило повысить качество учебного процесса, а также оснастить исследовательские установки современным оборудованием.

### **Литература**

1. Внедрение систем автоматического управления на базе современных средств автоматизации «ОВЕН» в учебный процесс и производство / А. В. Власов, А. В. Кайченков, А. А. Маслов [и др.] // Наука и образование – 2012 [Электронный ресурс] : междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 2–6 апреля 2012 г. / ФГБОУ ВПО «МГТУ». – Электрон. текст. дан. (30 Мб). – Мурманск : ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2012. – (НТЦ "Информрегистр". – № гос. регистрации 0321201101. – С. 897–901.

**Разработка управляемой мобильной платформы в рамках учебной практики студентов направления «Автоматизация технологических процессов и производств»**

**Кайченев А. В., Власов А. В., Яценко В. В., Власова А. Р., Семяков И. Ю.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра автоматики и вычислительной техники)

**Аннотация.** В статье описаны особенности проведения учебной практики студентов направления «Автоматизация технологических процессов и производств».

**Abstract.** The article describes the features of the training students practice the direction of "Automation of technological processes and production"

**Ключевые слова:** учебная практика, управляемая мобильная платформа

**Key words:** training practice, mini-robot.

Одной из основных задач обучения студентов технических специальностей является формирование профессиональных компетенций, предусмотренных стандартами III поколения. Это требует закрепления и совершенствования полученных знаний, умений и навыков на практике. Для формирования таких навыков необходимы, как минимум, две составляющие: современная лабораторная база и организация практик студентов на достаточно высоком уровне [1].

Кафедра А и ВТ ФГБОУ ВПО «МГТУ» на протяжении множества лет успешно решает проблемы модернизации и поддержания лабораторной базы на современном уровне благодаря сотрудничеству с фирмами-производителями оборудования для автоматизации производства, а также компаниями, занимающимися проектированием, монтажом и наладкой КИП и А [1].

Вторая составляющая – организация прохождения студентами учебной и производственной практик. Основными базами для прохождения производственных практик студентами направления «Автоматизация технологических процессов и производств» являются предприятия, с которыми у университета заключены двусторонние договора (ГОУТП «ТЭККОС»; ОАО «Мурманское морское пароходство»; ООО «Сантех-Норд»; ЗАО «Центр информатики» NetSI Network Solutions, ООО «Производственная компания «ЭлТехМонтаж»») [1].

Учебная практика студентов специальности «Автоматизация технологических процессов и производств» в соответствии с образовательными стандартами проводится после 2 курса обучения на кафедре Автоматики и вычислительной техники.

Рабочая программа учебной практики студентов-специалистов направлена на изучение: радиоэлектронных компонентов, их классификации, обозначений, маркировки; сведений о правильной и безопасной работе с электромонтажным инструментом и паяльником; сведений об основных методах измерений, средствах и приборах; основных сведений по правилам оформления технической документации. На практических занятиях осуществлялось: получение практических навыков монтажа и демонтажа узлов РЭА и отдельных комплектующих с соблюдением правил проведения и безопасности выполняемых работ; ознакомление с устройствами автоматики, конструктивным исполнением отдельных устройств и узлов; ознакомление с предложенным комплексом измерительных приборов, подготовка их к работе, настройка и проведение измерений; получение практических навыков в проверке параметров узлов РЭА и отдельных комплектующих с помощью измерительных приборов.

Несмотря на принятые меры по насыщению практической составляющей обучения, не всем студентам удается в рамках учебного процесса освоить все этапы разработки системы автоматического управления, начиная с формулировки технического задания и заканчивая совместной отладкой аппаратного и программного обеспечения, хотя подобный опыт крайне полезен обучаемым для их дальнейшего профессионального роста. Отчасти данную проблему можно решить, повышая мотивацию обучаемых к исследованию специальных вопросов, например, привлекая студентов к разработкам в области робототехники и последующему участию в робототехнических соревнованиях различного уровня.

В Федеральном государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по направлению 220700 «Автоматизация технологических процессов и производств» в базовой части основной образовательной программы указано, что в результате учебной практики обучающийся должен получить представление о работах, ведущихся в области автоматизации технологических процессов и производств, управления жизненным циклом

продукции с целью обеспечения высокого качества продукции, ее безопасности и конкурентоспособности.

С 2014 года в рамках учебной практики студентам направления «Автоматизация технологических процессов и производств» предлагается собрать управляемую мобильную платформу (простейшего мини-робота), по одному из пяти вариантов. Три из них связаны с созданием устройства, движущегося по линии в автоматическом режиме, два – со сборкой мобильной платформы, объезжающей в автоматическом режиме возникающие перед ней препятствия.

Управляемая мобильная платформа подходит под требования ФГОС ВПО, так как это продукт, жизненный цикл которого отчасти обеспечивают студенты-практиканты. Конкурентоспособность продукта, а также его качество проверяется в рамках соревнований по робототехнике, которые традиционно проводятся одновременно со студенческой научно-технической конференцией.

Управляемая мобильная платформа универсальна и позволяет изменять структуру управляющего модуля. В составе управляющего модуля могут использоваться как микросхемы (логические элементы), так и микроконтроллеры, программируемые логические контроллеры и программируемые реле. Начиная со второго курса, студенты принимают участие в соревнованиях, ежегодно усложняя управляющий блок, тем самым прочно усваивают практические аспекты разработки и отладки сложных технических устройств.

В ходе работы над устройством студенты развивают интерес к инженерно-конструкторской деятельности, получают навыки работы с элементами электроники и автоматики, учатся командно взаимодействовать при решении задач, повышают мотивацию к обучению.

Одним из важных аспектов является то, что при создании мобильного устройства студенты получают навыки работы с технической документацией. Группа студентов создает свой комплект документации в соответствии с выбранным вариантом реализации устройства. Техническая документация, созданная при работе с управляемой мобильной платформой, является основой отчета по учебной практике, защищаемого по окончании второго курса.

Наиболее ценным в данном аспекте авторы считают то, что создание робототехнических устройств, наряду с написанием выпускных

квалификационных работ, ставит перед обучаемыми практическую инженерную задачу. Именно в ходе решения подобных задач и формируются профессиональные компетенции будущего инженера. Чем их больше в ходе обучения – тем более развитым и подготовленным к решению сложных производственных задач окажется будущий выпускник.

#### Литература

1. Пути решения проблем формирования профессиональных компетенций студентов технических специальностей / В. В. Яценко, А. В. Власов, А. Р. Власова [и др.] // Наука и образование – 2013 [Электронный ресурс] : материалы междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 4 – 11 марта 2013 г. / Мурман. гос. тех. ун-т. – Электрон. текст. дан. (220 Мб). – Мурманск : ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2013. – НТЦ – Информрегистр № 0321301202.

## Опыт применения балльно-рейтинговой системы

**Качала В. В.** (Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра информационных систем и прикладной математики)

**Аннотация.** Рассмотрены методика и опыт использования расчета балльно-рейтинговой системы для оценки знания студентов. В основу методики положен учет результатов контрольных работе, рефератов, расчетно-графических заданий, активности студентов и посещаемости занятий.

**Abstract.** Methodology and experience of the use of calculation of the point-rating system are considered for the estimation of knowledge of students. In basis of methodology the account of results is fixed control to work, reports, calculation-graphic tasks, activity of students and visited of employments.

**Ключевые слова:** балльно-рейтинговая оценка, оценка знаний, экзамен, контрольная, реферат, расчетно-графическое задание.

Традиционная форма приема экзаменов имеет ряд недостатков:

а) студент может весь семестр не учиться, а потом за три дня подготовиться к экзамену (в дальнейшем будем говорить только об экзамене, но все сказанное ниже, в большей степени, относится и к зачету). Понятно, что за такой срок усвоить учебный материал целого семестра проблематично – его можно попытаться зазубрить и «донести» до экзамена и тут же забыть;

б) три-четыре экзаменационных вопроса затрагивают очень маленькую часть учебной дисциплины, что не позволяет говорить о возможности высокой объективности оценки знаний по курсу дисциплины. Здесь часто возникают ситуации: «повезло» или «не повезло» с вопросами на экзамене;

в) работа на семинарских занятиях никак не влияет на экзаменационную оценку.

Была поставлена задача организовать равномерную работу студентов в течение всего семестра. Для этих целей предлагается следующее:

1. оценивать знания студентов по частям курса в течение семестра;
2. включить оценку за активность на семинарских занятиях и за самостоятельную работу (в виде рефератов, расчетно-графического задания (РГЗ) и др.) в качестве составной части итоговой экзаменационной оценки.

Итоговая экзаменационная оценка складывается из основных частей (К, СР, АК) и одной бонусной (ПОС): где К – это суммарная оценка за контрольные работы; СР – оценка самой остоятельной работы в виде рефератов или РГЗ; АК – активность на занятиях; ПОС – бонусная оценка за посещение аудиторных.

**Контрольные работы** (две–три) проводятся в течение всего семестра. Каждая контрольная – это письменная работа, в которой рассматриваются 100–200 вопросов по пройденному разделу (и иногда задачи). Студенты должны ответить на 10–15 случайно выбранных вопросов. Это обеспечивает глубокую и равномерную проработку учебного материала. При этом обращается внимание не только на формальную правильность ответа, но на стилистику – уметь грамотно и доступно излагать свои мысли. Каждый ответ на вопрос оценивается от 0 до 10 баллов. Оценка за каждую контрольную выставляется исходя из суммарной оценки С, рассчитываемую по формуле:

$$C = \sum_{i=1}^n c_i,$$

где  $c_i$  – количество баллов за ответ на вопрос;

$n$  – количество вопросов.

Далее, если  $C > 60$ , то контрольная засчитывается, в противном случае – должна переписываться.

**Реферат.** Оценка за реферат оценивается приблизительно в 20–25 баллов и состоит из следующих оценок;

- за качество работы (с учетом процента «самостоятельности», определяемого с помощью какой-либо антиплагиатной программы) – от 1 до 10 баллов;
- за правильность оформления – от 0 до 3 баллов;
- своевременность сдачи работы на кафедре – 0 или 2 баллов;
- за выступление с докладом по теме реферата на семинаре и его качество – от 1 до 5 баллов;
- за качество презентации – от 1 до 5 баллов.

**РГЗ.** За РГЗ выставляется единая оценка до 20 баллов, учитывающая правильность выполнения задания и оформление.

**Активность на занятиях.** Контрольная работа позволяет оценить знания студента, но плохо – понимание учебного материала. Прежде чем требовать последнее от студентов, необходимо разобрать совместно с

ними понятийную часть материала. Это, во-первых, выступление студентов на семинарах по вопросам лекционного материала и результатам самостоятельного изучения отдельных разделов учебного курса, во-вторых, решение задач. Кроме того, поощряется активность на лекционных обсуждениях. Для стимулирования активности студентов за каждое выступление они получают «слоников» – при успешном ответе передают преподавателю карточку со своей фамилией. Общая оценка за активность АК рассчитывается по формуле:

$$AK = 100 \cdot m/M,$$

где  $m$  – количество «слоников» у конкретного студента;

$M$  – максимальное количество «слоников» в группе.

Студент, не имеющий «слоников», не может рассчитывать на высокую оценку.

**Бонусная оценка за посещение занятий.** ПОС добавляет баллы только в случае неопределенности оценок (например, между «удовлетворительно» и «хорошо», «хорошо» и «отлично»). Она может достигать 8 баллов и рассчитывается по формуле:

$$ПОС = 8 \times Ч_{\text{пос}} / Ч_{\text{план}},$$

где  $Ч_{\text{пос}}$  – число посещений занятий;

$Ч_{\text{план}}$  – число занятий по учебному плану.

**Окончательная оценка** получается путем сложения основных частей (К, СР, АК) с весовыми коэффициентами так, что бы суммарная максимально возможная оценка была 100 баллов. Установление весовых коэффициентов производится ведущим преподавателем и зависит от дисциплины. При этом каждая контрольная может иметь свой вес. Полученная бальная оценка преобразуется в стандартную экзаменационную оценку по алгоритму:

- «отлично» при 89–100 баллах;
- «хорошо» при 76–88 баллах;
- «удовлетворительно» при 61–75 баллах;
- «неудовлетворительно» при менее 61 балла.

Таким образом, систематически работающие студенты получают оценку до экзаменационной сессии. На экзамен приходят только студенты, не получившие положительную оценку за контрольные работы, для их переписывания.

Предлагаемая система используется уже несколько лет. При кажущейся трудоемкости расчета итоговой оценки все выполняется автоматически при соответствующей настройке электронной таблицы.

Однако система контрольных работ довольно трудоемка: мало того, что надо подготовить сотни вопросов, так еще очень много времени требуется для проверки письменных работ (учитывая не очень хорошие почерка у студентов и не очень четкое изложение мысли). Например, для группы студентов из 25 человек по трем контрольным надо проверить правильность ответов приблизительно на 1000 вопросов! Замена письменных ответов на вопросы тестами, к сожалению, резко снижает эффективность проверки знаний студентов, хотя нельзя совсем отвергать такую форму контроля.

## **Анализ эффективности методов прогнозирования в системах управления теплоэнергетическими объектами**

**Качала Н. М.**<sup>1</sup> **Прохоренков А. М.**<sup>2</sup> (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ»,  
<sup>1</sup>кафедра информационных систем и прикладной математики; <sup>2</sup>кафедра  
автоматики и вычислительной техники*)

**Аннотация.** Сформулированы требования к методам прогнозирования значений управляемых величины и проведен анализ их применимости в системах управления теплоэнергетическими объектами.

**Abstract.** The requirements to methods of forecasting values managed values and the analysis of their applicability in control systems of heat-and-power objects.

**Ключевые слова:** методы прогнозирования, фильтр, система управления, теплоэнергетический объект.

**Key words:** forecasting techniques, filter, control system, heat power object

Эффективность и надежность функционирования систем управления технологическими процессами в значительной мере определена используемыми методами и алгоритмами оценивания и прогнозирования управляемых величин. Трудности прогнозирования в системах управления теплоэнергетическими объектами обусловлены их спецификой (многомерность, нелинейность, стохастичность процессов, разнообразие эксплуатационных режимов) и, как следствие этого, сложностью математических моделей.

Целью данной работы является анализ методов прогнозирования с позиций возможности их применения в системах управления теплоэнергетическими объектами. Методы прогнозирования, принимая во внимание специфику эксплуатации объектов и режимы функционирования систем теплоснабжения, должны удовлетворять следующим требованиям:

- возможность корректировки модели в процессе оперативного управления;
- возможность вычисления прогноза в реальном масштабе времени;
- несложный вычислительный алгоритм;
- минимально возможное число параметров модели, подлежащих оценке по наблюдениям временного ряда.

На практике широкое применение получили подходы решения задач оценивания и прогнозирования, основанные на теории фильтрации. В различных областях научных исследований и прикладных сферах хорошо зарекомендовал себя фильтр Калмана [1]. Практический интерес представляет синтез оптимального фильтра рекуррентным методом в связи с удобством его реализации на базе современной вычислительной техники и возможностью работы с нестационарными процессами.

С целью оценки возможности применения наблюдателя Калмана в системах управления теплоэнергетическими процессами выполнено его моделирование в среде программы MatLAB. В качестве объекта управления рассматривался паровой котел, оценивались давление на выходе котла и уровень воды в барабане котла. При моделировании использованы передаточные функции, рекомендуемые в литературе [2]. Параметры функций получены при обработке снятых в условиях эксплуатации трендов контролируемых и управляемых величин объекта управления.

Результаты модельного эксперимента показали, что применение метода рекуррентной динамической фильтрации, использующей квадратичный критерий качества, оправдано при использовании модели измерительной помехи с априори известной ограниченной дисперсией. При неизвестных (частично или полностью) ковариационных функциях наблюдаемого случайного сигнала и или шумов, фильтр Калмана становится неработоспособным.

В инженерной практике при наличии проблемы получения адекватной модели объекта переходят к анализу временных рядов и используют квазиоптимальные фильтры: оператор наименьших квадратов (МНК), оператор текущего (скользящего) среднего, оператор экспоненциального сглаживания; определение разности различного порядка; оператор Берштейна и др.. К достоинствам большинства перечисленных фильтров можно отнести достаточно простые программную и аппаратную реализации. Поскольку корректность применения МНК, по сравнению с другими методами, в наибольшей степени зависит от свойств случайного процесса и ошибок измерения, то фильтр МНК далее не рассматривается.

За последнее два десятилетия появились новые методы фильтрации и прогнозирования, в их числе, фрактальные методы [3] и вейвлет-фильтры [4].

Условием применения фрактальных методов прогнозирования является самоподобие процессов. Проведенный анализ временных рядов, зафиксированных в исторических модулях систем управления центральным теплоснабжением и котельной установкой, показал, что для исследуемых теплоэнергетических процессов свойственно самоподобие, которое проявляется в подобии автоковариационных функций исходных и агрегированных процессов (см.рис.). Особенностью теплоэнергетических процессов, зависящих от уровня потребления тепловой энергии (например, расход пара и температура горячей воды), являются значимые колебания фрактальной размерности на различных временных интервалах, что предопределяет использование мультифрактальных методов прогнозирования. Анализ многочисленных источников показал отсутствие фрактальных методов прогнозирования, эффективных для применения в реальном масштабе времени.

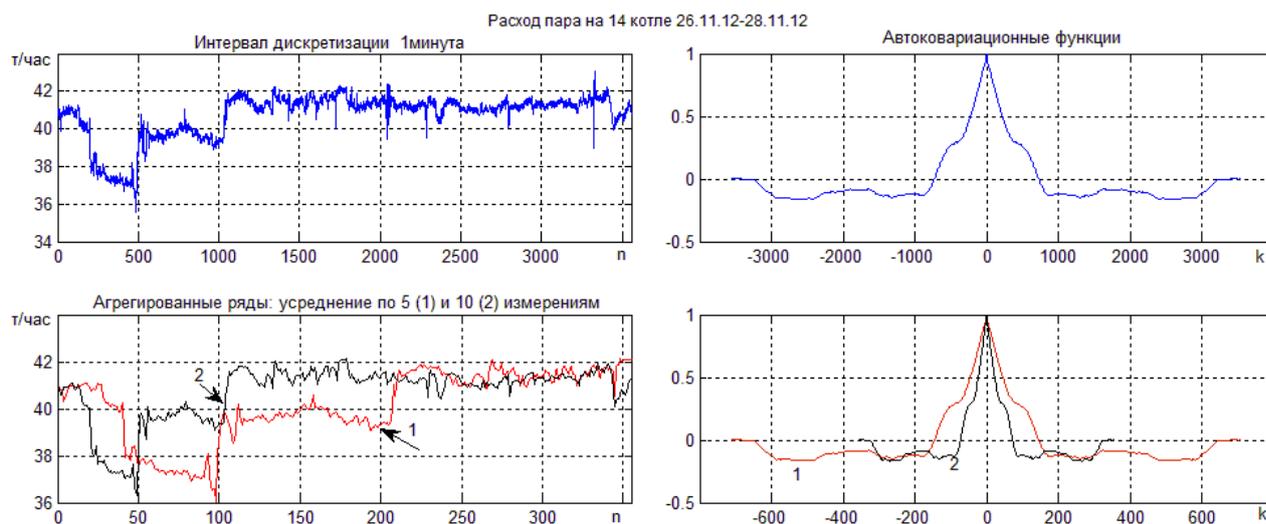


Рис. 1. Иллюстрация самоподобия временного ряда процесса расхода пара

Методы аппроксимации сигналов, основанные на разложении функции по вейвлет-базисам, и разработанные на их основе адаптивные алгоритмы позволяют получить требуемую точность аппроксимации наблюдаемых в технологических процессах временных рядов.

При вейвлет-анализе сигнал представляется в виде линейной комбинации детализирующих и аппроксимирующих составляющих (коэффициентов). Аппроксимирующие коэффициенты характеризуют низкочастотную составляющую наблюдаемого сигнала и представляют собой сглаженный сигнал. Детализирующие, высокочастотные компоненты, описывают колебания. Выделенные компоненты имеют более

простую структуру, чем исходный сигнал, и не коррелируют друг с другом. Это обуславливает возможность построения прогноза для каждого уровня разложения, например, используя авторегрессионные модели, и объединения их в общую модель сигнала, которая представляет собой сумму прогнозных значений компонент. Качество прогноза зависит от типа вейвлета и уровня декомпозиции (глубины вейвлет-разложения) сигнала.

Проведенный анализ показал перспективность алгоритмов вейвлет-преобразования (в частности, алгоритма, предложенного в [4]) для прогнозирования управляемых величин в системах управления теплоэнергетическими объектами.

В промышленных системах управления, когда в процессе эксплуатации изменяются параметры объектов и динамические свойства процессов, при соизмеримых значениях показателей точности следует выбирать менее ресурсоемкие методы. С этой точки зрения предпочтение следует отдать методам экспоненциального и скользящего сглаживания. Проблемным моментом при работе с фильтрами текущего среднего и экспоненциального является выбор параметров сглаживания. К недостаткам фильтра скользящего среднего также стоит отнести отсутствие аналитического выражения для сглаженного ряда и наличие краевых эффектов. Сравнительный анализ фильтров скользящего среднего и различных модификаций экспоненциального фильтра по точности прогнозирования рядов с динамически изменяющимися свойствами позволил сделать выбор в пользу экспоненциального фильтра, реализующего процедуру селективного типа [5]. Алгоритм фильтрации реализует автоматический выбор по заданному критерию наилучшей модели из числа входящих в базовый набор.

#### Литература

1. Адаптивные фильтры / под ред. К.Ф. Н. Коуэна и П.М. Гранта. – М. : Мир, 1988. – 392 с.
2. Ключев, А. С. Автоматическое регулирование барабанных паровых котлов / А.С. Ключев, А.Т. Лебедев, В.Д. Таланов. – М. : Шаг, 1996. – 236 с.
3. Шелухин, О. И. Самоподобие и фракталы. Телекоммуникационные приложения / О.И. Шелухин, А.В. Осин, С.М. Смольский. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 368 с.

4. Renaud O., Starck J. -L. Murtagh F. Wavelet-Based forecasting of short and long memory time series. – URL: [http://www.unige.ch/ses/metri/cahiers/2002\\_04.pdf](http://www.unige.ch/ses/metri/cahiers/2002_04.pdf) (дата обращения: 20.02.2014).
5. Лукашин, Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов / Ю. П. Лукашин. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 416 с.

## **Моделирование теплопритоков при хранении продукции с помощью управляемых температур**

**Кобылянский И. Г.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологического и холодильного оборудования)

**Аннотация.** В докладе представлены результаты исследований моделирования теплопритоков в хранения замороженной продукции при управляемых температурных режимах.

**Abstract.** In the report the results of researches of modeling of thermal inflows in storages of frozen production are submitted at controlled temperature modes.

**Ключевые слова:** замороженная продукция, хранение, управляемый температурный режима.

**Key words:** frozen production, storage, controlled temperature modes.

### **Введение**

В химической технологии широко распространены теплообменные и массообменные процессы со ступенчатым изменением потенциала среды. В теплообменных процессах в каждой секции аппарата ступенчатого изменяется температура, в диффузионных – концентрация вещества [1].

### **Постановка задачи на моделирование теплопритоков при хранении продукции**

Рассмотрим случай распределения температуры в неограниченном полом кольцевом цилиндре при теплообмене на границах со средами переменной и постоянной температуры. Решение задачи о распределении температуры для случая, когда на внешней поверхности цилиндра происходит теплообмен со средой, температура которой меняется по линейному закону, а на внутренней поверхности цилиндра – теплообмен со средой постоянной температуры заключается в следующем [2].

На внешней поверхности при  $\Gamma = \gamma$  в происходит теплообмен со средой, температура которой меняется по закону ломаной, изображенной на рис.1

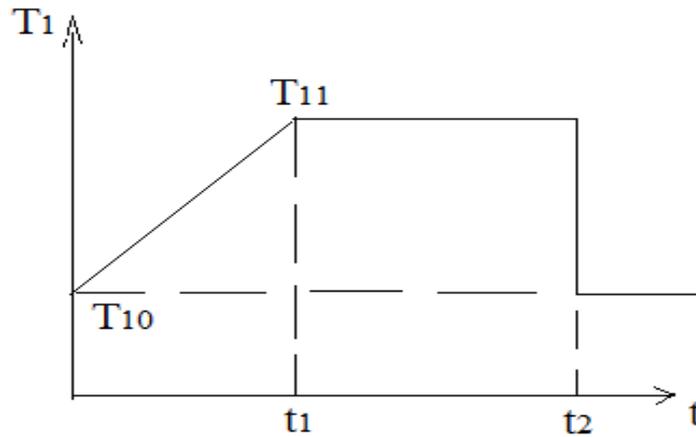


Рис.1 Изменение температуры по закону ломаной

где  $T_1$  – температура внешней среды;

$t$  – время;

$T_{10}$  – начальная температура внешней среды;

$T_{11}$  – температура внешней среды в момент  $t_1$ .

Таким образом, имеем:

$$T_1 = T_{10} = At \quad \text{при } 0 \leq t \leq t_1,$$

$$T_1 = T_{11} \quad \text{при } t_1 < t \leq t_2,$$

$$T_1 = T_{10} \quad \text{при } t > t_2.$$

На внутренней поверхности цилиндра при  $\Gamma = a$  происходит теплообмен со средой постоянной температуры  $T_2$ . Начальная температура цилиндра постоянна и равна  $T_0$ . Поставленная краевая задача нестационарной теплопроводности решается операционным методом.

Рассмотрим применимость параболического уравнения диффузии для идеализированной обратимой системы электрод – электролит, для которой лимитирующей стадией процесса является диффузия.

Предполагается в промежуток времени  $0 \leq t \leq T$  на поверхности электрода задан поток вещества  $q = \text{const}$ , который после  $t \geq T$  прекращается.

Задача заключается в решении одномерного параболического уравнения диффузии для полупространства.

$$\frac{\partial t(x, t)}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C(x, t)}{\partial x^2} \quad (1)$$

где  $C(x, t)$  – концентрация вещества на глубине  $x$  в момент времени  $t$ ;

$D$  – коэффициент диффузии,

при начальном условии

$$C(x, t)|_{t=0} = C_0 \quad (2)$$

и граничные условия

$$\left. \frac{\partial C}{\partial x} \right|_{x=0} = \begin{cases} 0, t \geq T; \\ -\frac{2}{D}, 0 \leq t \leq T. \end{cases} \quad (3)$$

Ощутимые колебания температуры среды влияют на потери влаги продуктом и качество продукции в целом. Существенным фактором, влияющим на массоперенос с поверхности продукта, является частота колебаний температуры. В общем случае, сочетание этих двух факторов является определяющим в тепло- и массопереносе в объеме продукта и с его поверхности, для упаковочных продуктов, – массопереносе к внутренней поверхности упаковки [1].

Колебания температуры теплоотводящей среды в холодильном оборудовании приводят к колебаниям температуры в замороженном продукте. В этом случае распределение температуры в продукте аналогично распределению смещения колеблющихся точек при распространении волнового процесса в упругой среде [1].

### **Заключение**

Специфической особенностью холодильного хранения мороженой рыбной (другой пищевой продукции) продукции в торговом холодильном оборудовании, в частности в морозильных шкафах, ларях, в традиционном низкотемпературном холодильном оборудовании, является хранение при циклично изменяемой температуре теплоотводящей среды [3].

### **Литература**

1. Цуранов О.А., Вороненко Б.А., Кирневский Б.Н., Евреинова В.С. О некоторых особенностях хранения замороженных продуктов в торговом холодильном оборудовании // Сб. науч. трудов (Межвузовский) «Проблемы совершенствования торгово-технологического оборудования». – М.: ЗИСТ выпуск 16, 1981. – С. 25-30.
2. Плят Ш.Н. О допустимых скачках температуры среды при обжиге абразивных изделий // ИФЖ, т. IV.- № 9 – 1961. – С. 90-93.
3. Кобылянский И.Г., Петров Б. Ф. Холодильный шкаф-витрина : пат. 130818 Рос. Федерация : МПК А 47 F 3/04 /заявитель и патентообладатель Мурман. гос. техн. ун-т. – № 2012155605/12 ; заявл. 20.12.12 ; опубл. 10.08.2013., Бюл. № 22. – 10с.

## Применение программы SMath Studio в учебном процессе

**Лейко Н. Н.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра автоматике и вычислительной техники*)

**Abstract.** Use such software packages as MathCAD, Matlab in specialists training has some major drawbacks. Offered as alternatives software package MathCAD using a free distributed program SMath Studio, which in conjunction with the package Scilab can almost completely replace a set of MathCAD, Matlab.

**Аннотация.** Использование в процессе обучения специалистов таких программных пакетов, как MathCAD, Matlab имеет ряд существенных недостатков. Предлагается в качестве альтернативы пакету прикладных программ MathCAD использовать бесплатную свободно распространяемую программу SMath Studio, которая в комплексе с пакетом Scilab может практически полностью заменить набор MathCAD, Matlab.

**Ключевые слова:** информатика, вычисления, матрицы, графики.

**Key words:** computer science, calculation, matrices, plotting.

Программа для вычисления математических выражений и построения графиков функций SMath Studio относится к прикладному программному обеспечению общего назначения: к системам компьютерной математики (СКМ), в англоязычной литературе – к системам компьютерной алгебры (Computer Algebra Systems – CAS).

Программа SMath Studio (<http://ru.smath.info/forum/>) является активно развивающейся бесплатной или условно-платной (по желанию) программой [1].

Программа использует простой синтаксис записи выражений, подобный тому, который можно увидеть на доске. С ее помощью можно решить практически любую задачу в символьном и численном виде (в том числе, работа с матрицами, вычисление определенных интегралов, численное и символьное дифференцирование) [2].

Для иллюстрации можно использовать двумерные и трехмерные графики.

Программа позволяет поместить текст, вставить рисунки, созданные в других приложениях.

Комбинируя на одном листе вычисления, текст и графику, SMath Studio облегчает вычисления и их контроль. Возможен вывод результатов расчетов на печать.

В программе имеется большое количество встроенных команд и функций, которые можно применять без непосредственного ввода, используя боковые панели, что позволяет легко начать работу.

У программы имеется возможность создания новых функций пользователя, решения задач с применением стандартных функций программирования (if, for, while) [3].

Возможность написания своих модулей расширения и подключения их к системе позволяют решать задач определенной тематики.

При изучении информатики, других предметов программа SMath Studio освобождает студентов от длительных расчётов и позволяет им сосредоточить внимание на сущности метода решения той или иной задачи, решать более трудоёмкие и содержательные задания и получать наглядные результаты.

Пошаговая визуализация процесса решения задания и получение наглядных результатов способствует закреплению знаний и умений, приобретённых ими при изучении других дисциплин.

На первом – втором курсах, при изучении дисциплин "Информатика" и "Информационные технологии" ознакомление студентов с основами работы в программе SMath Studio побуждает студентов применять программу в процессе дальнейшего обучения и в последующей самостоятельной работе.

В SMath Studio имеется справка помощи на русском языке, в которой дается описание функций пакета. Непосредственно в пакете содержится ряд примеров, поясняющих работу тех или иных функций. Имеется возможность работы с файлами Mathcad (открытие и сохранение).

Через форум (<http://ru.smath.info/forum/>) организована:

- поддержка пользователей SMath Studio;
- тестирование и частичная отладка силами пользователей;
- получение бесплатных консультаций по возможностям программы от разработчиков [4].

На текущий момент SMath Studio имеет версии для нескольких платформ: КПК, коммуникаторов, смартфонов, персональных компьютеров на базе операционных систем Windows и Linux и логически разделена на две программы: Handheld (карманная) и Desktop (настольная),

которые соответствуют типу поддерживаемых платформ. Возможна работа на устройствах с любым разрешением и ориентацией экрана (начиная с 240x240 пикселей и выше) [5].

#### Литература

1. Форум проекта SMath [Электронный ресурс] / SMath Studio – Режим доступа <http://ru.smath.info/forum/> (дата обращения 12.03.2014).- Загл. с экрана.
2. Руководство пользователя SMath Studio [Электронный ресурс] / SMath Studio – Режим доступа [http://ru.smath.info/forum/yaf\\_postst2336\\_SMath-Studio-0-97-5154--10-Fievralia-2014.aspx](http://ru.smath.info/forum/yaf_postst2336_SMath-Studio-0-97-5154--10-Fievralia-2014.aspx)
3. mikkhalichlab [Электронный ресурс] / Руководство – Режим доступа <https://sites.google.com/site/mikkhalichlab/home> (автор страницы Михаил Богданов) (дата обращения 12.03.2014).- Загл. с экрана.
4. Справочник и примеры, содержащиеся в программе SMath Studio.
5. Википедия Свободная энциклопедия [Электронный ресурс] / SMath Studio – Режим доступа [http://ru.wikipedia.org/wiki/SMath\\_Studio](http://ru.wikipedia.org/wiki/SMath_Studio) (дата обращения 12.03.2014).- Загл. с экрана.

## **Разработка программного обеспечения Dataview для учебно-лабораторного стенда «АСР частоты вращения ДПТ»**

**Маслов А. А., Власов А. В., Власова А. Р., Кайченков А. В.,  
Селяков И. Ю.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра  
автоматики и вычислительной техники)

**Аннотация.** В статье описывается программа DataView, предназначенная для обеспечения взаимодействия пользователя с учебно-лабораторным стендом «АСР частоты вращения двигателя постоянного тока». Описываются особенности реализации программы и приводятся возможные направления ее развития.

**Abstract.** This article describes a DataView program designed for interfacing with laboratory unit "DC motor's rotating speed automatic control system". The features of program realization are being considered and variants of its development are being offered.

**Ключевые слова:** Учебно-лабораторный стенд, автоматическая система регулирования, программа.

**Key words:** Laboratory unit, automatic control system, program.

В соответствии с политикой постоянного совершенствования лабораторной базы, проводимой на кафедре Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) Мурманского государственного технического университета, в 2013 году было завершено изготовление двух экземпляров учебно-лабораторного стенда «АСР частоты вращения двигателя постоянного тока» [1]. В настоящее время упомянутые стенды активно используются в учебном процессе для подготовки обучаемых по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств».

В свободно распространяемой среде проектирования Lazarus IDE для стенда было разработано программное обеспечение DataView, обменивающееся данными с учебно-лабораторным стендом по интерфейсу USB посредством виртуального COM-порта. По этим данным программа строит временные зависимости задающего ( $U_{зад}$ ), управляющего ( $U_{упр}$ ), возмущающего ( $U_{нагр}$ ) воздействий и временную зависимость регулируемого параметра ( $U_{тг}$ ). Значение ошибки управления ( $U_e$ ) рассчитывается программно, исходя из значений  $U_{зад}$  и  $U_{тг}$ . Также

предусмотрено отображение дискретных сигналов, управляющих реле, которые коммутируют цепи задающего и возмущающего воздействий (рис. 1).



Рис. 1. Основное окно DataView

Окно настроек, представленное на рис. 2, позволяет задавать продолжительность опыта и моменты подачи на систему задающего и возмущающего воздействий.

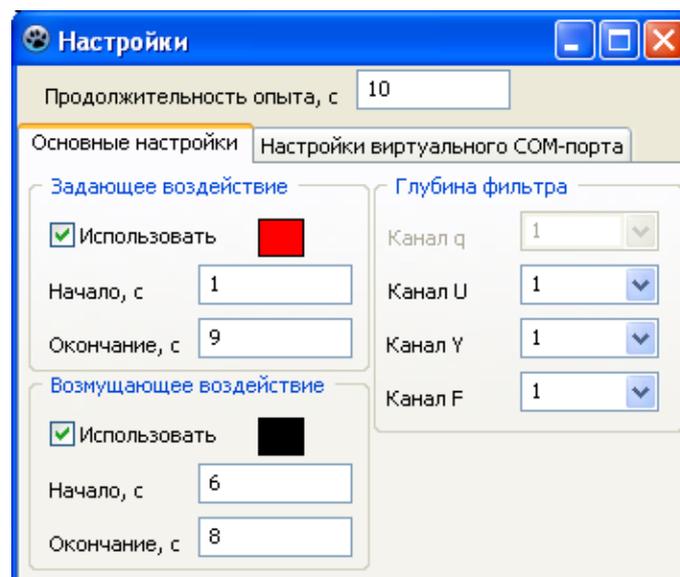


Рис. 2. Окно настроек

В DataView имеется возможность подключить цифровой фильтр к заданной временной зависимости, причем изменение глубины фильтра влияет только на форму отображаемой кривой и не затрагивает численные данные эксперимента. Это позволяет подобрать требуемую глубину фильтрации без необходимости проведения эксперимента после каждого изменения настроек.

Программа позволяет сохранить результаты эксперимента в один из четырех буферов, после чего можно отобразить их в пределах одного окна демонстрации всех графиков, которое позволяет настраивать параметры отображаемых кривых (рис. 3). Элементы отображения графической информации основного окна и окна «все графики» поддерживают масштабирование. Имеется возможность сохранить данные опыта в графическом или численном видах, а также осуществить вывод изображения на печать.

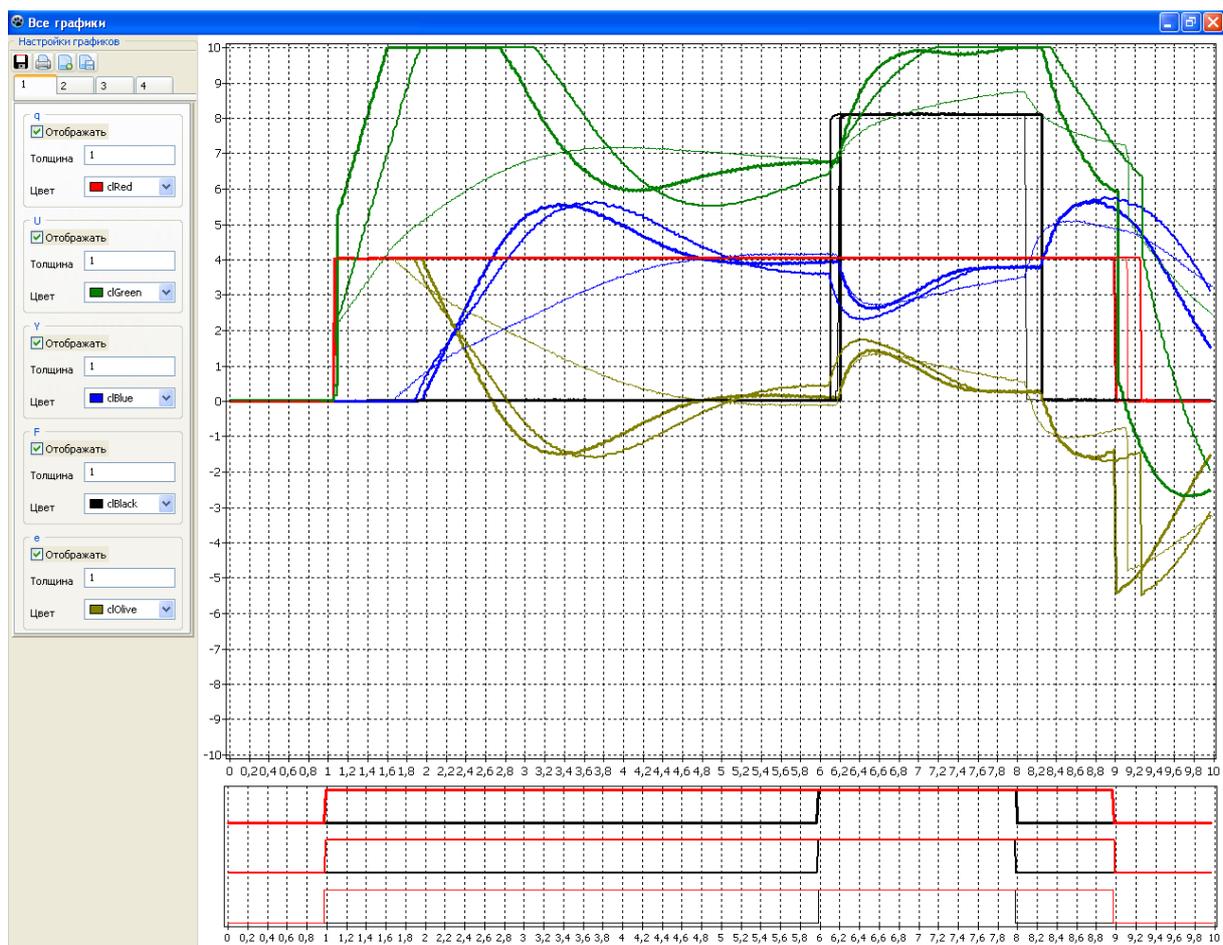


Рис. 3. Окно «Все графики» при отображении результата сохранения данных в три буфера

Программа DataView реализована с использованием параллелизма: под обмен со стендом выделен параллельный поток с высоким приоритетом. Это позволяет своевременно получать информацию с нижнего уровня и снабжать полученные данные актуальной меткой времени. Кроме того, использование параллельного потока позволяет решить проблему с зависанием интерфейса основного приложения в ходе получения больших объемов данных, которыми являются результаты эксперимента.

Таким образом, DataView представляет собой удобную платформу для получения в графическом виде результатов учебных экспериментов, которые лягут в основу отчетов о выполнении лабораторных работ.

Развитие программы DataView планируется совместно с совершенствованием аппаратной базы учебно-лабораторного стенда. В новой версии будет реализовано получение статических и частотных характеристик объекта в ручном и автоматическом режимах, а также управление цифровым регулятором, который будет реализован в микроконтроллере устройства связи с объектом в составе лабораторного стенда.

## Литература

1. Модернизация учебно-лабораторного стенда «АСР частоты вращения ДПТ» [Электронный ресурс] / А. В. Власов и др. // Наука и образование – 2013: междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 4-11 марта 2013 г. / ФГБОУ ВПО «МГТУ». – Электрон. текст. дан. (33 Мб). – Мурманск : ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2013. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 36–40. – Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0321301202.

## Радиочастотное термoneзависимое устройство для индикации уровня и положения границы раздела веществ в емкостях

Прохоренков А. М.<sup>1</sup>, Совлуков А. С.<sup>1,2</sup>, Терешин В. И.<sup>3</sup>, Яценко В. В.<sup>1</sup>  
 (<sup>1</sup>г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра автоматике и вычислительной техники; <sup>2</sup>г. Москва, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН; <sup>3</sup>г. Санкт-Петербург, ЗАО «Техносенсор»)

**Аннотация.** Рассматривается радиочастотное измерительное устройство для определения уровня и положения границы раздела веществ в емкостях. Устройство содержит радиочастотный емкостный чувствительный элемент. Описывается разработанное радиочастотное термoneзависимое измерительное устройство.

**Abstract.** Radiofrequency (RF) measuring device for detection of level and interface position of substances in tanks is considered. The device contains RF capacitive sensor. Designed radiofrequency temperature-independent measuring device is described.

**Ключевые слова:** измерительное устройство, чувствительный элемент, радиочастотный, уровень, граница раздела, емкость.

**Key words:** measuring device, sensor, radiofrequency, level, interface position, tank.

Высокоточную индикацию уровня и положения границы раздела различных веществ в емкостях необходимо осуществлять во многих отраслях промышленности. В частности, требуется определять положение границ раздела воздух – жидкость, воздух – сыпучий материал (например, цемент, молотый уголь), жидкость – жидкость (например, нефть – вода).

Известны высокочастотные (ВЧ) и сверхвысокочастотные (СВЧ) устройства для определения (индикации) положения уровня (границы раздела двух веществ) [1,2]. Их недостатком является достаточно сложная конструкция и невысокая точность сигнализации.

Радиочастотный сигнализатор уровня вещества с повышенной чувствительностью рассмотрен в [3]. Здесь отрезок длинной линии является высокочастотным резонатором электромагнитных колебаний. При его включении в частотодающую цепь генератора, являющимся при этом автогенератором, он задает частоту  $f$  его генерации. Частота  $f$  является информативным параметром сигнализатора: при нахождении поверхности вещества в точке контроля имеет место резкое изменение

значения  $f$ . Регистратор, которым является в данном случае частотомер, фиксирует значения  $f$  и ее изменения. Длина отрезка длинной линии определяет, в основном, диапазон рабочих частот автогенератора. Частоты этого диапазона имеют обычно значения не более 50 МГц.

Для обеспечения требуемой индикации о нахождении поверхности вещества в контролируемой точке отрезок длинной линии сигнализатора содержит оконечный чувствительный элемент в виде выступающей части внутреннего проводника. Длинной линией может являться, в частности, высокочастотный 50-омный кабель РК-50. Такое удлинение внутреннего проводника длинной линии состоит из двух частей равной длины, но разного диаметра. Диаметр наружной утолщенной части не менее, чем в 10 раз (на практике в 10-20 раз) превышает диаметр другого участка. Выбирая геометрические параметры данной оконечной части отрезка длинной линии, можно устанавливать порог срабатывания индикатора. Порог срабатывания может соответствовать непосредственному контакту конца утолщенной части с контролируемым веществом или некоторому расстоянию этого конца от поверхности вещества. Точность срабатывания (индикации) высока и определяется точностью нахождения значений регистрируемой частоты  $f$ , что обеспечивается в схеме данного устройства.

Однако результаты измерений с применением рассматриваемого устройства могут зависеть от температуры. Вызвано это тем, что это устройство имеет в своей конструкции элементы, температурные изменения параметров которых влияют на величину информативного параметра и, следовательно, на точность измерения. Таким конструктивным элементом является гермоввод, содержащий металлический корпус с диэлектрическим уплотнением. Кроме того, существенной температурной зависимостью электрических параметров подвержен отрезок длинной линии (высокочастотный 50-омный кабель РК-50).

Для обеспечения высокоточных измерений необходимо произвести коррекцию погрешности, вызванной изменением емкости гермоввода при изменении температуры. Достаточно обеспечить измерение температуры гермоввода с погрешностью не более  $\pm 5$  °С, в этом случае некомпенсированное значение изменения емкости гермоввода составит  $\pm 0,03$  пФ. Поэтому весьма важным является обеспечение независимости

результатов измерений от температуры окружающей среды (температуры конструкции устройства). С этой целью в состав описанного выше устройства введен датчик температуры гермоввода, располагаемый в металлическом корпусе гермоввода. Этот датчик подключен к одному из входов функционального преобразователя в электронном блоке.

На рис. 1 изображена схема радиочастотного термнезависимого устройства. В отличие от схемы устройства, описанного в [3], в данной схеме отсутствует отрезок длинной линии (его электрическая емкость в десятки раз больше, чем у гермоввода). Здесь чувствительным элементом является электрическая емкость с одним из проводников, аналогичным описанной выше удлиненной части внутреннего проводника отрезка длинной линии, которая состоит из двух частей равной длины, но разного диаметра. Другим проводником этой электрической емкости служит металлический корпус датчика. Данная электрическая емкость включена в частотозадающую цепь автогенератора, определяя его частоту  $f$ .

В корпусе датчика находится электронный преобразователь (электронная плата). Электронная плата обеспечивает измерение электрической емкости чувствительного элемента (и частоты  $f$  автогенератора) и измерение температуры с помощью датчика температуры DS18B20. К электронной плате подключены чувствительный элемент датчика и датчик температуры DS18B20.

Микроконтроллер, установленный на плате, обеспечивает измерение электрической емкости чувствительного элемента и измерение температуры с помощью датчика температуры DS18B20, а также выдает сигнализацию срабатывания и имеет интерфейс RS-485 для подключения к ПЭВМ для настройки параметров датчика. Выходной кабель от платы выходит через кабельный ввод, расположенный сверху на корпусе датчика.

В нижней части корпуса датчика 2 находится металлическая резьбовая втулка 6, которая обеспечивает крепление датчика к фланцу 7 технологической емкости с сыпучим или жидким веществом.

Совокупность удлинения внутреннего проводника с утолщенной 3 и более тонкой 4 частями, диэлектрической втулки 5, фиксируемой с помощью шайбы 8 и гайки 9, образует жесткую конструкцию чувствительного элемента. Кабельный ввод 13 служит для вывода кабеля

от платы на устройства сигнализации и ПЭВМ. Датчик температуры 12 размещен в металлической резьбовой втулке 6 и измеряет ее температуру. Втулки 5 и 6 имеют одинаковую температуру в процессе функционирования устройства. Чувствительный элемент подсоединен к электронному блоку 11. В состав этого блока входят генератор электромагнитных колебаний, блок для измерения частоты  $f$ . В блоке 11 осуществляется совместное функциональное преобразование информативных сигналов, поступающих от чувствительного элемента и датчика температуры 12. Это преобразование позволяет обеспечить независимость результатов измерения от температуры окружающей среды, определяющей температуру гермоввода.

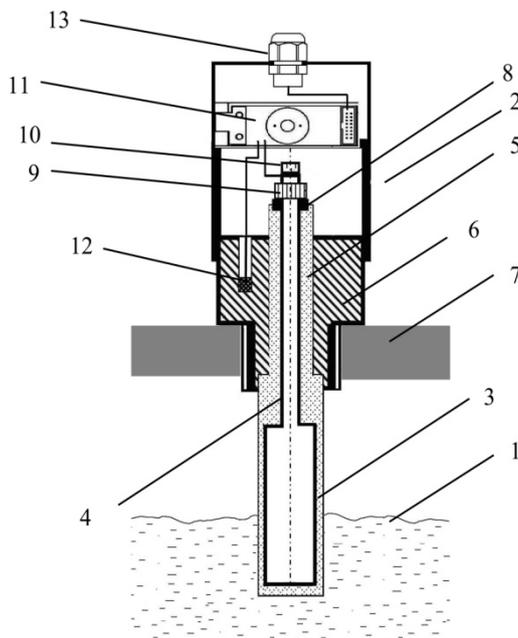


Рис. 1. Схема термoneзависимого устройства

1 – контролируемое вещество; 2 – корпус датчика; 3 и 4 – соответственно, утолщенная и более тонкая части проводника; 5 – диэлектрическая втулка; 6 – металлическая резьбовая втулка; 7 – фланец; 8 – шайба; 9 – гайка; 10 – винт; 11 – электронный блок; 12 – датчик температуры; 13 – кабельный ввод

Для определения указанного преобразования могут быть использованы как эмпирические, так и расчетные данные, характеризующие температурную зависимость различных изоляционных материалов. Так, температурные изменения диэлектрической проницаемости  $\epsilon$  фторполимеров, используемых в качестве диэлектриков, могут составлять  $4 \div 6 \%$  в диапазоне значений температуры  $T$  окружающей среды. Так, для фторопласта-4МБ среднее расчетное

значение  $\varepsilon \approx 2,09$  при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  изменяется линейно от 2,11 до 2,07 (т.е.  $\pm 1\%$ ) при изменении температуры от  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Зная зависимость  $\varepsilon(T)$  для конкретного диэлектрика, применяемого в качестве материала втулки 5, можно использовать ее в качестве одного из уравнений для совместного преобразования сигналов в электронном блоке 11 с целью устранения температурной зависимости результатов измерения. Выходной сигнал блока 11 может быть выходным сигналом измерительного устройства или/и использоваться для управления технологическим процессом.

При измерениях с применением такого устройства гермоввод должен быть выполнен с уплотнением диэлектриком (используется фторопласт, полиамид или капролон) и обеспечивать хорошую герметичность при длительной эксплуатации. При таких требованиях не удастся конструктивно выполнить гермоввод с малой величиной электрической емкости. При использовании фторопласта в качестве диэлектрического уплотнения электрическая емкость гермоввода составляет 12 пФ. Диэлектрическая проницаемость такого уплотнения (втулки) изменяется при изменении температуры, что приводит к изменению емкости гермоввода. При изменении температуры на  $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  емкость гермоввода изменяется на  $\pm 0,06$  пФ, или на  $\pm 0,5\%$ . В реальных условиях температура может изменяться в пределах  $\pm 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; при этом емкость гермоввода изменится на  $\pm 0,2$  пФ, что составляет  $\pm 1,5\%$ . Изменение электрической емкости датчика при контроле уровня вещества может составлять 20 пФ. Изменение же электрической емкости гермоввода на  $\pm 0,2$  пФ вызовет погрешность измерения около 1 %.

Данное устройство позволяет осуществлять с высокой точностью индикацию уровня различных сыпучих и жидких веществ в емкостях. В частности, оно может быть применено на ТЭЦ, работающих на угольном топливе, в автоматизированных системах управления технологическим процессом подачи угля для высокоточного контроля уровня молотого угля в бункерах. В этом устройстве устранено влияние изменений температуры гермоввода на выходной сигнал измерительного устройства, что приводит к существенному увеличению точности сигнализации уровня и положения границы раздела веществ в емкостях.

## Литература

1. Викторов, В. А. Высокочастотный метод измерения неэлектрических величин / В. А. Викторов, Б.В. Лункин, А.С Совлуков. – М. : Наука. 1978. – 280 с.
2. Викторов, В. А Радиоволновые измерения параметров технологических процессов // В. А. Викторов, Б.В. Лункин, А.С Совлуков. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 208 с.
3. Прохоренков, А. М. Радиочастотное устройство для индикации уровня и положения границы раздела веществ в емкостях / А. М. Прохоренков, А. С. Совлуков, В.И. Терешин // Наука и образование – 2013: материалы Междунар. научно-техн. конф. – Мурманск, 2013. – С. 73–77.

## **Модули управления вентиляторами для малогабаритной установки для поиска оптимальных технологических режимов**

**Селяков И. Ю., Власов А. В., Кайченев А. В., Власова А. Р., Маслов А. А., Ершов М. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра автоматики и вычислительной техники)

**Аннотация.** В статье описываются модули управления вентилятора, разработанные для малогабаритных установок. Рассматриваются особенности реализации модулей. Предлагаются варианты схемотехнического решения.

**Abstract.** This article describes a fan control modules for the small technological process units. The features of modules realization are being described. Variants of theirs schematics are being offered.

**Ключевые слова:** Модули управления вентиляторами, малогабаритные сушильные установки, сушка и вяление рыбы.

**Key words:** Fan control modules, parameters, small drying process units, fish drying.

### **Введение**

В настоящее время востребованы способы обработки сырья при минимальных энергетических и временных затратах, позволяющие снизить себестоимость продукции, повысить эффективность использования оборудования, сократить выбросы в атмосферу вредных веществ. Для создания современных технологий необходимо совершенствование как процессов, так и самого оборудования.

Холодная сушка рыбы – это процесс, при котором происходит обезвоживание высушиваемого материала при температурах до 40°C.

Поиск режимов обезвоживания традиционным экспериментальным путем достаточно трудоемок, поэтому зачастую параметры режимов получают расчетными методами, учитывающими закономерности распределения влаги внутри продукта в течение всего процесса обезвоживания. В настоящее время, благодаря появлению доступных средств автоматизации на базе микропроцессорной техники, стало возможным получать параметры режимов обезвоживания экспериментальным путем с использованием методов планирования активного эксперимента с наименьшими временными, энергетическими и трудовыми затратами.

Оптимальным можно считать режим обезвоживания, при котором скорость удаления влаги с поверхности изделий равняется скорости подведения ее из внутренних слоев. Режим характеризуется совокупностью параметров сушильного агента (воздуха): температуры, относительной влажности, скорости воздуха, а также продолжительности процесса и его периодов.

Критерий оптимальности режима определяется как совокупность следующих параметров: качество продукции; энергозатраты на процесс; продолжительность процесса.

Важным технологическим приемом является релаксация сырья во время процесса. Он состоит в том, что подведение тепла и удаление воздушно-водной смеси приостанавливается на короткий период. Вследствие этого градиент влажности изделий снижается. Продолжительность релаксации в процессе обезвоживания влияет на режим обезвоживания.

В рамках совместной научно-исследовательской работы кафедр Технологии пищевых производств (ТПП) и Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) Мурманского государственного технического университета (ФГБОУ ВПО «МГТУ») разработана установка для поиска оптимальных технологических режимов.

Структурная схема системы управления одной секцией установки представлена на рисунке 1.

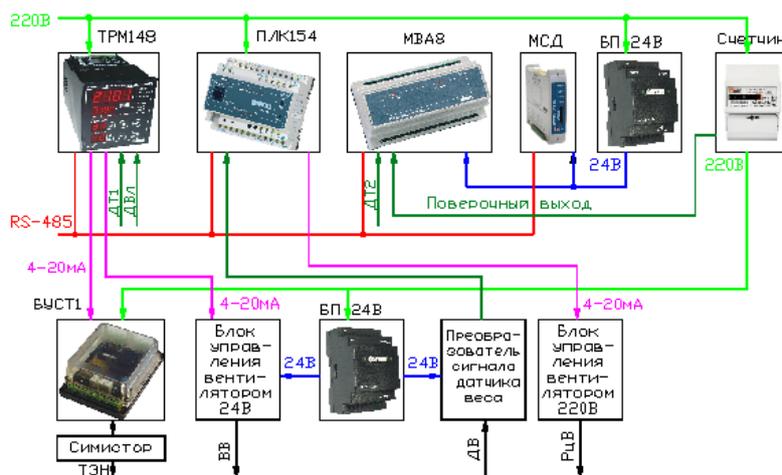


Рис. 1. Структурная схема одной секции системы управления установкой

Как видно из рисунка, большая часть системы автоматического управления выполнена из готовых промышленных элементов.

Использование промышленных блоков управления вентиляторами является не рациональным решением по ряду причин:

- высокая стоимость оборудования;
- небольшие мощности вентиляторов (промышленные блоки рассчитаны на более мощные вентиляторы);
- громоздкость конструкции.

Научно-исследовательской группой кафедры АиВТ было принято решение о разработке блоков управления вентиляторами, используемых в малогабаритных установках. Как видно, из структурной схемы, в представленной установке используются 2 типа вентиляторов, рассчитанных на 24 вольта постоянного и 220 вольт переменного напряжения соответственно. Для подключения к промышленным контроллерам входной сигнал у разрабатываемых модулей должен соответствовать диапазону 4-20 мА.

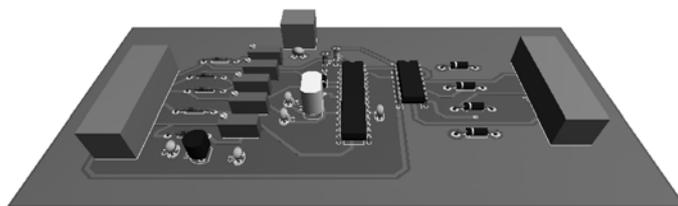


Рис. 2. Блок управления вентиляторами постоянного тока

На рисунке 2 представлен внешний вид блока управления вентиляторами постоянного тока. Блок управления состоит из устройства обработки сигналов, реализованного на микроконтроллере PIC18F252, которое преобразует токовые сигналы, приходящие с контроллера, в импульсы с переменной скважностью от 0,5 до 1. Эти сигналы усиливаются посредством драйвера двигателя L293N до 24 вольт и поступают на вентиляторы. Функциональная схема устройства представлена на рисунке 3.

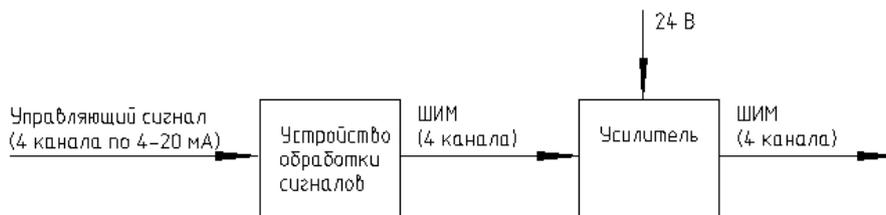


Рис. 3. Функциональная схема блока управления вентиляторами постоянного тока

На рисунке 4 представлен внешний вид блока управления вентиляторами переменного тока. Блок управления состоит из двух модулей: платы управления, и силовой платы. В модуле управления находится устрой-

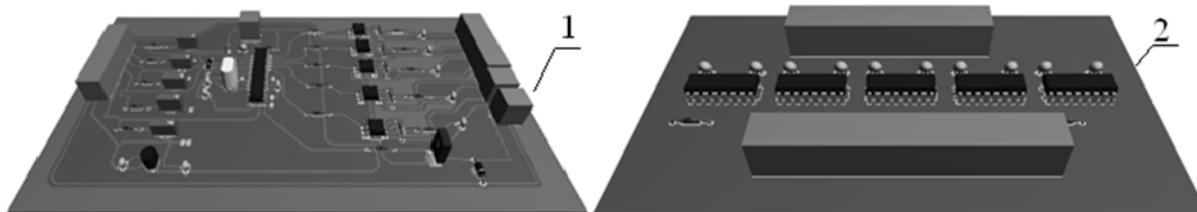


Рис. 4. Блок управления вентиляторами переменного тока.  
(1 – плата управления, 2 – силовая плата)

ство обработки сигналов, реализованное на микроконтроллере PIC18F252, которое преобразует токовый сигнал, приходящий с контроллера в импульсы с переменной скважностью от 1 до 0, необходимые для управления фазовыми регуляторами КР182ПМ1, которые расположены на силовой плате. Для реализации гальванической развязки используются оптопары АОТ128, расположенные на плате управления. Для блокировки силовой части от включения при пропадании питания платы управления используется реле, размыкающее силовую цепь. При появлении сигнала выше 4 мА на любом из 4-х входов устройства обработки сигналов реле замыкается. Функциональная схема устройства представлена на рисунке 5.

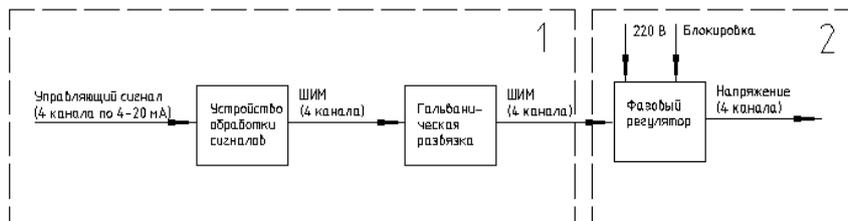


Рис. 5. Функциональная схема блока управления вентиляторами переменного тока.

### Выводы

Изготовленные модули управления вентиляторами, обладают рядом преимуществ: низкая стоимость изготовленных модулей, 15 раз дешевле, чем стоимость заводских; высокая ремонтпригодность, т.к. все элементы электрической схемы находятся в свободной продаже; компактность, занимают меньше места, чем заводские; модули управления вентиляторами переменного тока можно использовать, увеличив их мощность симисторами, для управления мощностью нагревательных элементов и яркостью ламп накаливания.

## **Современные системы управления коптильными и сушильными печами**

**Селяков И. Ю., Власов А. В., Кайченев А. В., Власова А. Р., Маслов А. А., Ершов М. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра автоматики и вычислительной техники)

**Аннотация.** В статье описываются современные системы управления коптильными и сушильными печами. Рассматриваются особенности реализации, достоинства и недостатки различных систем управления.

**Abstract.** This article describes the modern control systems for smokehouses and drying ovens. Features of the implementation, advantages and disadvantages of various control systems are being offered.

**Ключевые слова:** система управления, коптильные и сушильные установки, сушка и вяление рыбы.

**Key words:** control system, smoke and drying plants, drying fish.

Важным параметром технологического процесса является поддержание заданной температуры. Для управления нагревательными элементами используются схемы, применяющие тиристорные и симисторные регуляторы, которые были распространены уже в 70-80-х годах прошлого века. Эти схемы надежные, недорогие и обладают высоким КПД. Поэтому симисторные и тиристорные регуляторы являются оптимальными для решения задач регулирования температуры в современных системах автоматизации.

Использование симисторов и тиристоров для регулирования мощности нагревательных элементов имеет ряд преимуществ перед системами релейно-контакторного управления, к ним относятся:

1. возможность непрерывного регулирования, как следствие высокая точность поддержания температуры и быстрая реакция на возмущающие воздействия;
2. отсутствие механических контактов, и соответственно увеличение надежности и уменьшение затрат на обслуживание;
3. возможность введения ограничения пусковых токов электронагревательных элементов, с целью уменьшения провала напряжения в сети.

Вторым немаловажным аспектом является управление производительностью вентиляторов в коптильных и сушильных установках. Вентиляторы, как правило, выбираются для обеспечения максимального расхода воздуха, требуемого системе, но в процессе эксплуатации этот расход часто требуется снижать. Для снижения расхода используется либо дросселирование системы при постоянной частоте вращения вентилятора, либо изменение скорости вращения вентилятора за счет применения преобразователей частоты. Благодаря преобразователям частоты существует возможность менять производительность вентиляторов автоматически в зависимости от времени года, погодных условий, тепло-влажновыделений продукции.

Мощность, потребляемая вентилятором, находится в кубической зависимости от скорости вращения вала.

$$P = f(Q^3). \quad (1)$$

Производительность вентилятора  $Q$  прямо пропорциональна скорости вращения вала. Т.е. уменьшение скорости вращения рабочего вала вентилятора в 2 раза приводят к уменьшению потребляемой мощности в 8 раз. Таким образом, при использовании частотных преобразователей, экономия электроэнергии может составить до 60%.

К достоинствам применения частотных преобразователей относятся:

1. Плавное регулирование частоты вращения электродвигателя с возможностью в некоторых случаях отказаться от редукторов, вариаторов, дросселей, и другой пуско-регулирующей аппаратуры. Тем самым, как правило, достигается упрощение механической части схемы, и, как следствие, повышение надежности.

2. Плавный пуск управляемого двигателя уменьшает пусковые токи, уменьшает ударную нагрузку на двигатель и исполнительные механизмы, тем самым способствует увеличению срока их эксплуатации. Появляется возможность снижения мощности двигателя, при запуске нагруженных механизмов.

3. Возможность реализации системы регулирования скорости при помощи микропроцессорного ПИД-регулятора для связанного с двигателем технологического процесса.

4. Возможность применения обратной связи для качественного поддержания заданной частоты вращения при переменных нагрузках.

5. Преобразователи частоты дают возможность замены приводов постоянного тока на асинхронные двигатели, уменьшая стоимость замены устаревшего оборудования.

6. Возможность использования вместе с программируемым контроллером для создания многофункциональных систем управления.

7. Высокая экономия электроэнергии при использовании для насосов и вентиляторов, порядка 50-75% от мощности потребляемой при дроссельном регулировании.

Широкое применение в копильных и сушильных установках получили многоканальные измерители-регуляторы, предназначенные для измерения, регистрации и регулирования температуры, влажности, или любых других физических параметров, с возможностью одновременно управлять несколькими исполнительными механизмами, а также регистрировать измеренные параметры при помощи ЭВМ. К достоинствам многоканальных измерителей регуляторов можно отнести:

1. Возможность гибкого конфигурирования под любой вид технологического процесса;
2. Универсальные входы под различные типы датчиков;
3. Индикация текущих параметров на жидкокристаллическом дисплее;
4. Возможность реализации комплекса защит и автодиагностика неисправностей;
5. Возможность управления симисторами и тиристорами без помощи дополнительных блоков;
6. Возможность записи различных технологических карт;
7. Возможность реализации многозонного регулирования;
8. Легкая интеграция в действующую систему управления.

На Российском рынке оборудования для автоматизации большое распространение получила фирма «ОВЕН», выпускающая недорогое и качественное оборудование. На рисунке 1 представлена типовая схема системы управления сушильной камерой. Как видно из схемы, измеритель-регулятор получает текущее значение температуры и влажности с чувствительных элементов, как правило, двух термосопротивлений – «сухого» и «влажного» термометров. Затем регулятор выдает управляющее воздействие на блок, управляющий тиристорами или

симисторами, которые подключены к нагревательным элементам камеры для регулирования температуры.

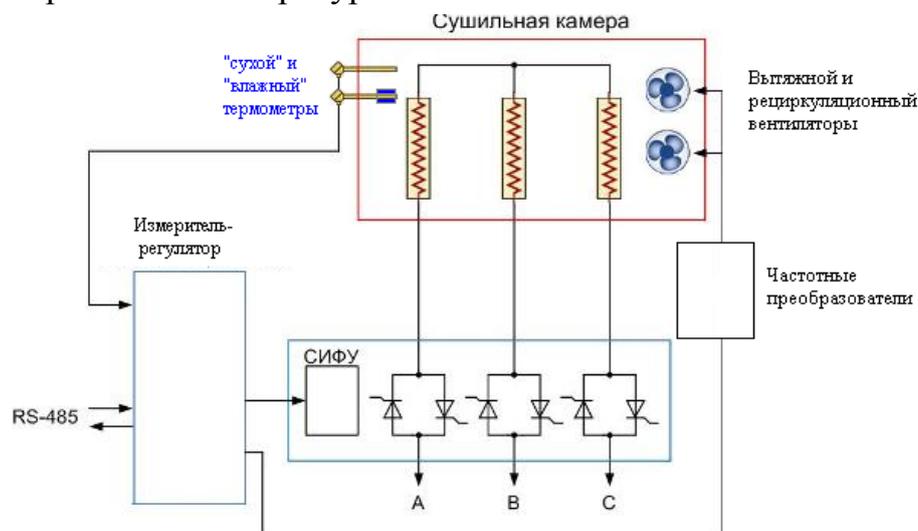


Рис. 1. Типовая схема управления сушильной камерой

Для регулирования потока дымовоздушной смеси и выброса отработанного воздуха используются рециркуляционный и вытяжной вентиляторы, которые подключены через частотные преобразователи и включаются в зависимости от алгоритма или технологической карты, заложенной в памяти измерителя-регулятора.

Анализируя устройство современных систем управления коптильными и сушильными печами можно сделать вывод, о том что для уменьшения энергозатрат необходимо использовать: симисторные и тиристорные схемы управления нагревательными элементами; частотные преобразователи для вытяжных и циркуляционных вентиляторов; многоканальные измерители-регуляторы для управления процессом.

## Литература

1. Маслов, А. А. Современный подход к разработке проектов АСУТП / А. А. Маслов, А.Ю. Висков // Современные технологии автоматизации. – 2001. – №3 – С. 68
2. Автоматизация управления электрической печи [Электронный ресурс] : обзорная статья // Звезда Электроника. – Режим доступа: <http://www.zvezda-el.ru/>. – Дата обращения: 08.03.2013.

## **Программно-аппаратный лабораторный комплекс на базе преобразователя частоты. Разработка программного обеспечения на базе SCADA-системы GENIE**

**Столянов А. В., Ерещенко В. В., Маслов А. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра автоматики и вычислительной техники)

**Аннотация.** Статья посвящена программному обеспечению на базе SCADA-системы GENIE для контроля и управления режимами работы преобразователя частоты Altivar 71. Также рассмотрены сложности, с которыми столкнулись авторы, и пути их преодоления.

**Abstract.** The article is devoted software on the basis of SCADA-system GENIE intended for management and control of variable speed driver's Altivar 71 modes of operation. Also discussed the difficulties faced by the authors and ways to overcome them.

**Ключевые слова:** программное обеспечение, SCADA, GENIE, контроль, управление, Altivar.

**Key words:** software, SCADA, GENIE, management, control, Altivar.

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором является сегодня самым массовым и надежным устройством для привода различных машин и механизмов. Более половины потребляемой в современном производстве электрической энергии приходится на электропривод. Однако, существует два основных недостатка асинхронного двигателя: невозможность простой регулировки скорости вращения ротора и очень большой пусковой ток. Если использовать только механические устройства регулирования, то указанные недостатки приводят к большим энергетическим потерям, ударным механическим нагрузкам и сокращению срока службы.

Интенсивное развитие силовой полупроводниковой техники и микропроцессорных систем позволило разработать новый класс преобразовательной техники – доступные и качественные преобразователи частоты двигателей переменного тока. Благодаря, специальным алгоритмам управления преобразователями, управление асинхронными машинами становится удобным и на их основе создаются электроприводы с регулировочными характеристиками, которые практически не уступают аналогичным характеристикам электроприводов для двигателей постоянного тока. По этой причине преобразователи частоты получают

сегодня все более широкое распространение.

На кафедре «Автоматики и вычислительной техники» в лаборатории «Компьютерные системы управления» был создан учебный программно-аппаратный лабораторный комплекс, который позволит студентам и курсантам понять принцип действия частотного преобразователя, приобрести навыки работы с частотными преобразователями, изучить различные законы управления двигателями.

Таким образом, было разработано программное обеспечение Con&Sim (Рис. 1) для контроля и управления режимами работы преобразователя Altivar 71, входящего в состав учебного программно-аппаратного лабораторного комплекса.

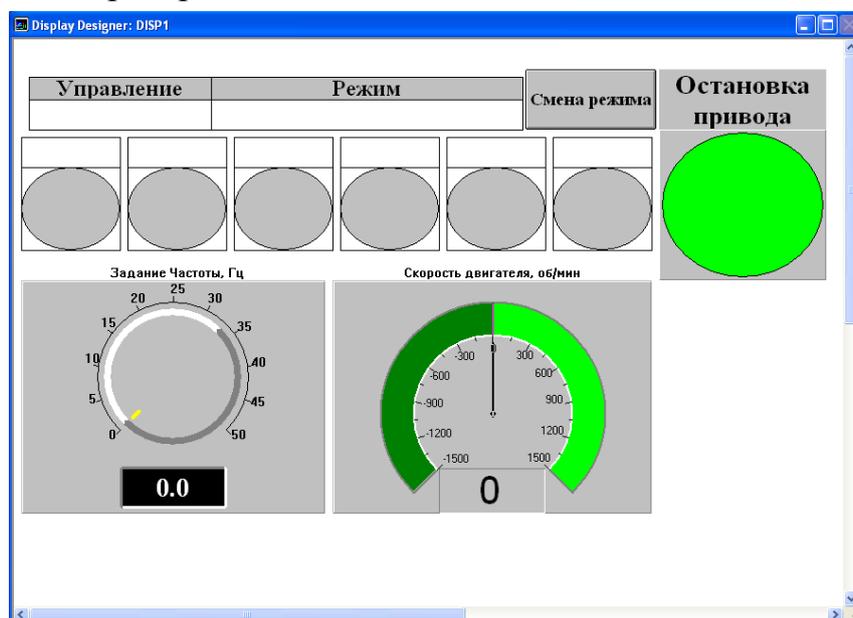


Рис. 1. Вид основного окна программы Con&Sim

Размер программного обеспечения составляет 33,5 КБ (34 341 байт). Разработанное программное обеспечение обладает простым и понятным пользователю интерфейсом и требует лишь наличие основных навыков работы со SCADA-системами.

Основные функциональные возможности программного обеспечения Con&Sim при работе с преобразователем частоты (ПЧ) Altivar 71:

- возможность выбора способа управления ПЧ (кнопки на стенде или в программе);
- автоматическая настройка регистров конфигурации ПЧ при выборе необходимого режима работы [1];
- запуск диалогового окна «Параметры запуска» (рис.2);

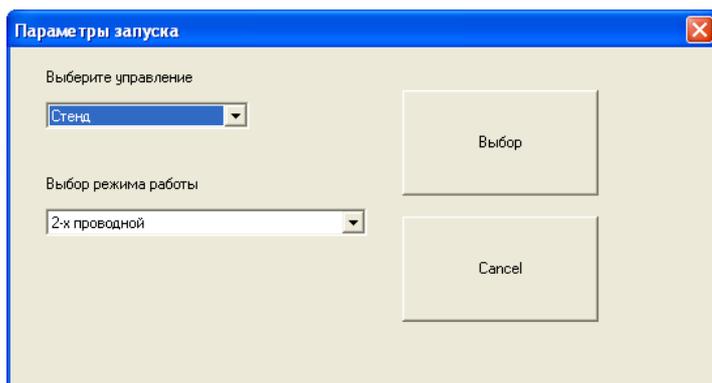


Рис.2. Вид диалогового окна «Параметры запуска»

- защита от случайного нажатия неактивных кнопок управления в данном режиме работы ПЧ;
- выбор между семью различными режимами работы ПЧ;
- связь ПЧ с управляющим компьютером посредством протокола Modbus-RTU;
- индикация нажатия кнопки управления на экране программы;
- цветовая индикация направления вращения (вперед или назад) электропривода управляемого ПЧ;
- кнопка экстренной остановки ПЧ;
- программная блокировка от одновременного срабатывания кнопок «Вперед» и «Назад» в режиме работы «ПК»;
- задание частоты с точностью до 0,1 Гц в режиме управления «ПК».

Основной сложностью, с которой столкнулись авторы при создании программного обеспечения Con&Sim, была реализация связи управляющего компьютера с ПЧ Altivar 71 посредством протокола Modbus-RTU, поскольку SCADA-система GENIE имеет встроенные средства только для работы с протоколом Modbus-ASCII [2]. Поэтому для связи управляющего компьютера и ПЧ было решено использовать свободно распространяемую библиотеку Modbus Library. На ее основе была создана своя динамически компокуемая библиотека UtilsforGenie.dll, обладающая только необходимыми функциями чтения и записи регистров ПЧ Altivar 71, и подключена в коде программного обеспечения Con&Sim.

Второй трудностью был выбор профиля ПЧ Altivar 71 для реализации способа управления «ПК» при разработке программного обеспечения Con&Sim, обеспечивающего простое управление с ПК без использования дополнительных механических кнопок. На основе данных

требований был выбран профиль I/O (профиль ввода/вывода) ПЧ Altivar 71, с помощью которого управление и задание могут отправляться как с терминала, так и через встроенный канал Modbus, при этом прикладные функции назначаются битам слова управления [3].

В результате была получена структура программы Con&Sim, представленная на рис. 3.

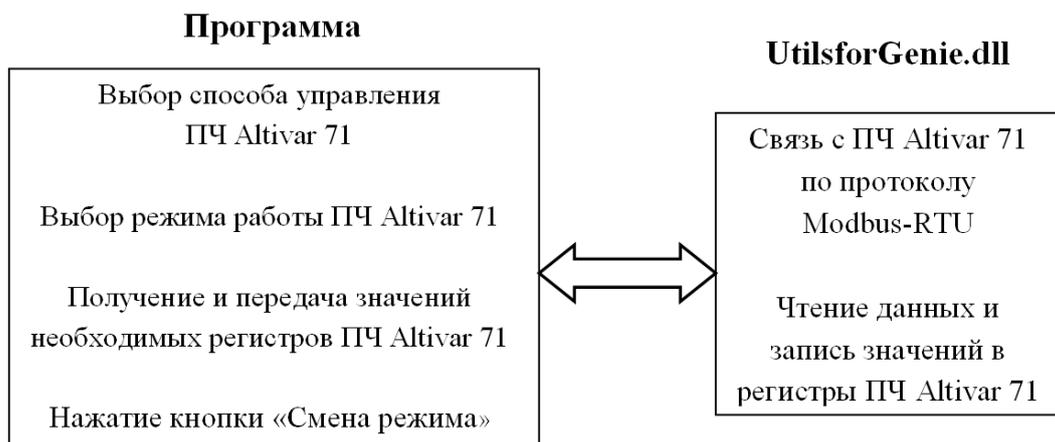


Рис. 3. Структура программного обеспечения Con&Sim

Таким образом, применение программного обеспечения Con&Sim в составе учебного программно-аппаратного лабораторного комплекса позволит контролировать и управлять работой Altivar 71 не только с местного поста управления, но и посредством связи по протоколу Modbus-RTU. В перспективе планируется совершенствование возможностей программы и использование ее в учебно-методическом процессе.

#### Литература

1. Altivar 71 Communication parameters. Руководство пользователя. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://download.schneider-electric.com/files?p\\_File\\_Id=69874821&p\\_File\\_Name=ATV71\\_communication\\_parameters\\_EN\\_1755861\\_08.pdf](http://download.schneider-electric.com/files?p_File_Id=69874821&p_File_Name=ATV71_communication_parameters_EN_1755861_08.pdf)
2. Altivar 71 Integrated Modbus. Руководство пользователя. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www2.schneider-electric.com/resources/sites/SCHNEIDER\\_ELECTRIC/content/live/FAQS/177000/FA177853/en\\_US/Altivar%2071%20Intergrated%20Modbus%2009080512142096779.pdf](http://www2.schneider-electric.com/resources/sites/SCHNEIDER_ELECTRIC/content/live/FAQS/177000/FA177853/en_US/Altivar%2071%20Intergrated%20Modbus%2009080512142096779.pdf)
3. Руководство по программированию Altivar 71. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://download.schneider-electric.com/files?p\\_File\\_Id=16940530&p\\_File\\_Name=ATV71\\_Programming\\_Guide.pdf](http://download.schneider-electric.com/files?p_File_Id=16940530&p_File_Name=ATV71_Programming_Guide.pdf)

**АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ  
МНОГОУРОВНЕВОЙ  
ПОДГОТОВКИ**

## **Использование современных микропроцессорных средств для модернизации натурального учебного эксперимента по электротехнике**

**Кичигин А. В., Мухалёв В. А., Гимбицкий А. И.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра электрооборудования судов)

**Аннотация.** В статье рассматривается модернизация натурального учебного электротехнического эксперимента, на основе предлагаемой микропроцессорной системы сбора информации. Использование этого устройства при выполнении натурального учебного эксперимента будет способствовать приобретению студентами и курсантами навыков работы с современными инструментальными средствами мониторинга скоротечных процессов.

**Abstract.** The article describes the modernization of natural educational electrotechnical experiment, on the basis of proposed microprocessor system of collection and storing of information. Use of this device during performing natural educational experiment will promote acquisition by students and cadets skills of work with modern tools of monitoring of transient processes.

**Ключевые слова:** натуральный учебный электротехнический эксперимент, микропроцессорная система сбора информации, микроконтроллер, аналого-цифровой преобразователь.

**Key words:** natural educational electrotechnical experiment, microprocessor system of collection of information, microcontroller, analog-digital converter.

Глубокое усвоение теоретических основ электротехники, осмысление и понимание физических процессов и явлений, возникающих в электроустановках, невозможно без экспериментальной проверки теоретических положений, без приобретения опыта практической работы с электрическим оборудованием, без навыка использования современных измерительных приборов и систем.

С целью модернизации натурального учебного эксперимента по дисциплине Электротехника на кафедре Электрооборудования судов МГТУ, была разработана микропроцессорная система и собран её опытный образец.

Основные задачи устройства:

1. Измерение аналоговых сигналов мгновенных значений напряжений и токов на участках исследуемой цепи.
2. Преобразование сигналов из аналоговой формы в цифровую.
3. Запись полученных результатов на карту памяти с фиксацией

времени записи данных.

Основой системы является 8-разрядный микроконтроллер Atmel AVR ATmega32, имеющий 32 КБайт Flash-памяти и 2 КБайт SRAM. Микросхема часов реального времени DS1307 обеспечивает привязку каждому измеренному значению точного времени его фиксации. В качестве хранилища данных выступает карта памяти micro SD объёмом до 2 Гб. Питание схемы осуществляется от батареи типа «Крона» напряжением 9 вольт.

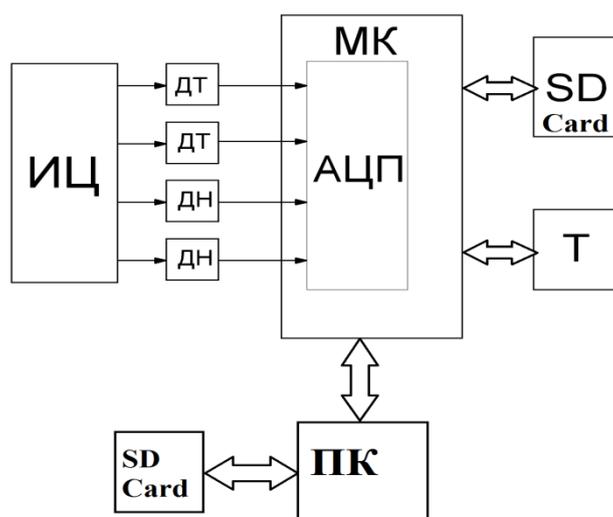


Рис. 1. Структурная схема микропроцессорной системы сбора информации для лабораторного эксперимента по ТОЭ

Сокращения и аббревиатуры, использованные на структурной схеме:

ИЦ – исследуемая цепь.

ДН – датчик напряжения;

ДТ – датчик тока;

МК – микроконтроллер основного модуля сбора информации;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

SD Card-карта хранения информации;

Т-часы реального времени;

ПК- Персональный компьютер.

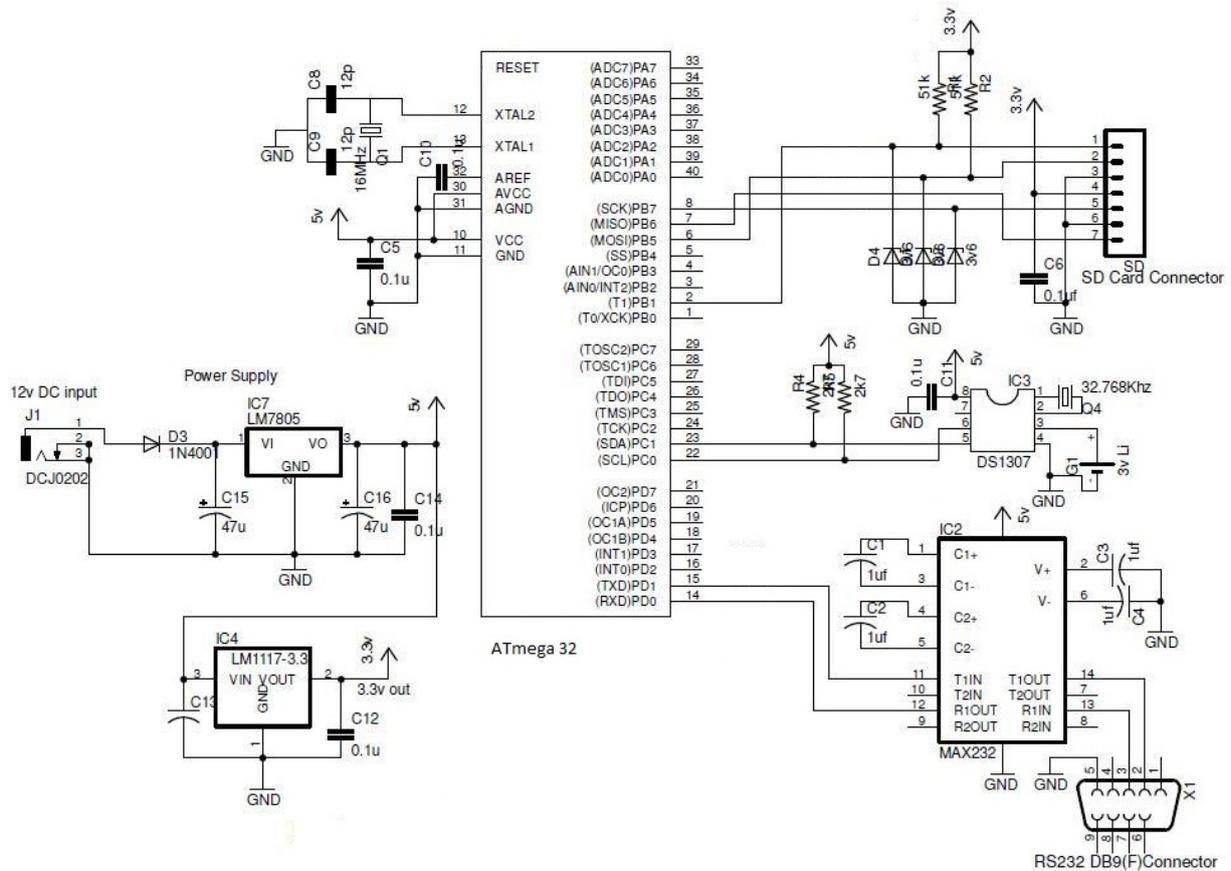


Рис. 2. Принципиальная схема микропроцессорной системы сбора информации

Встроенный в микроконтроллер аналого-цифровой преобразователь, способен одновременно получать показания через 8 каналов, т.е. фактически к устройству может быть подключено до 8 аналоговых датчиков. Данные, получаемые от АЦП, сохраняются на карте памяти micro SD с файловой системой FAT32 в формат файлов – CSV, доступного для чтения простейшим текстовым редактором «Блокнот».

Для настройки и отладки системы используется персональный компьютер, подключенный через интерфейс RS-232. После настройки, система способна работать полностью автономно.

Основные преимущества данной системы в сравнении с её аналогами.

- Высокая мобильность. Питание от переносного источника энергии. Запись данных на SD карту памяти.
- На стадии измерения, полная автономность от персонального компьютера.

- Способность фиксировать единичные переходные процессы, что имеет особенно ценное дидактическое применение на этапе изучения явления переходных процессов в электротехнике.

- Запись измеренных значений в первоначальном виде с предоставлением пользователю возможности самому решать, каким способом обрабатывать эти данные. Начиная с построения графиков зависимостей и заканчивая математическим анализом.

- Универсальность. Это устройство – измерительный комплекс, может быть модернизировано и использовано для учебных нужд других дисциплин технического цикла.

- Низкая стоимость.

Разработанное устройство способно не только расширить перечень измерительных приборов применяемых при обучении ТОЭ. Оно направлено на получение новых, ранее недоступных данных. Дополнение существующих лабораторных стендов микропроцессорным устройством измерения и записи результатов опытов на портативное устройство хранения информации, позволит курсантам и студентам только начинающим изучать дисциплины своей специальности, получить представления о современных методах мониторинга режимов работы электроустановок и дать им минимальные навыки работы с такой системой. Станет наглядным примером промежуточного звена между физическими процессами реального мира и компьютерными, информационными технологиями.

Для студентов старших курсов и аспирантов, это устройство может служить мотиватором к созданию собственных и модернизации существующих компонент учебного эксперимента в лаборатории ТОЭ. Творческая работа, практика, использование теоретических знаний, все эти процессы ведут к познанию и пониманию учебного курса, достижению конечной цели обучения.

## **Формирование профессиональной творческой активности студентов в рамках компетентного подхода**

**Курляндская И. П.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра физики*)

**Аннотация.** Методические основы развития профессиональной творческой активности бакалавров посредством формирования компетенций в процессе обучения в вузе.

**Abstract.** Methodological basis for the development of professional creative activity through the formation of bachelors competencies in the learning process at the university.

**Ключевые слова:** профессиональная творческая активность, образование, компетенции.

**Key words:** professional creative activity, education, competence.

Образование в XXI веке меняет направление, цели и содержание. Вектор современного образования ориентирован на свободное развитие человека, творческую инициативу, самостоятельность обучающихся, конкурентоспособность, мобильность будущих специалистов. Происходящие в образовании изменения теперь более соотносимы с глобальной задачей успешного вхождения человека в социальный мир, его продуктивной адаптацией в нем, что вызывает необходимость обеспечения в образовании более полного, личностного и социально-ориентированного результата. Формирование творческой личности в системе образования традиционно рассматривается в числе приоритетных направлений педагогических исследований. Ведущей задачей реформирования образования всегда являлось развитие исследовательских и конструкторских способностей обучающихся, потребности к непрерывному самообразованию и самосовершенствованию.

В качестве общего определения такого интегрального социально-личностно-поведенческого феномена как результата образования в совокупности мотивационно-ценностных, когнитивных составляющих выступает понятие «компетенция/компетентность», которое сформировалось еще в 70е годы в Америке (в общем контексте предложено Н.Хомским в 1965 г., Массачусетский университет). Категория компетенции содержательно наполняется личностными составляющими, включая мотивацию. Дж. Равен определяет 37 видов компетентностей<sup>1</sup>.

Большой вклад в разработку проблем компетентности в целом внесли отечественные исследователи Н.В. Кузьмина, Л.А. Петровская, А.К. Маркова, Л.М. Митина, Л.П. Алексеева, Н.Г. Шаблыгина и другие.

Чтобы успешно работать в различных сферах, современному выпускнику вуза мало иметь знания умения и навыки, кроме того, необходимо научиться работать творчески, применять различные методы и технологии, заниматься самообразованием. Компетентность включает в себя не только когнитивную и операционно-технологические составляющие, но и мотивационную, этическую, социальную и поведенческую. Разработчики «Стратегии модернизации содержания общего образования» предложили разграничение компетентностей по сферам и определили ключевые: компетентность в сфере самостоятельной познавательной деятельности, основанная на усвоении способов приобретения знаний из различных источников, в том числе внешних; компетентность в сфере гражданско-общественной деятельности; компетентность в сфере социально-трудовой деятельности (в том числе умение анализировать ситуацию на рынке труда, оценивать собственные профессиональные возможности, ориентироваться в нормах и этике взаимоотношений, навыки самоорганизации); компетентность в бытовой сфере; компетентность в сфере культурно-досуговой деятельности. Таким образом, вузы должны готовить инициативных, творческих профессионалов в своей области.

Обращение к анализу накопленных результатов исследований методической подготовки студентов свидетельствует о сохраняющейся значимости работ, ориентированных на раскрытие особенностей личности в творчестве (П.Я. Гальперин, А.В. Брушлинский, Л.С. Выготский, А.Н. Леонтьев, М.Н. Скаткин). В них отмечается, что творчество – обязательная характеристика любого человека, хотя и присуща каждому в различной мере.

В практике подготовки современных бакалавров возникают противоречия, требующие разрешения. Среди них отметим следующие, существующие между: требованиями, предъявляемыми государственным образовательным стандартом к профессиональной подготовке бакалавра и недостаточным уровнем развития умений; анализировать практические явления, выбирать технологии, самостоятельно конструировать деятельность; широкое определение понятийного содержания

компетентности значительно затрудняет ее измерение и оценку в качестве результат обучения; методика развития профессиональной творческой активности обучающихся не имеет технологической четкости.

Одну из актуальных проблем мы видим в том, чтобы привести в соответствие требованиям образовательного стандарта к вариативной деятельности бакалавров содержание, методы и формы организации современного учебного процесса. В исследовании данной проблемы использовалась терминология, применяемая в психолого-педагогических науках и философии, например: профессиональная творческая активность, самостоятельность, методические основы развития профессиональной творческой активности студентов. Исследуя профессиональную творческую активность студентов, было обнаружено, что в это понятие включены многие компоненты, которые, интегрируясь, образуют единое, системное качество личности, способствующее проявлению профессиональных творческих качеств студентов.

Профессиональная творческая активность – это особое качество личности, которое проявляется в поисково-преобразовательной деятельности, а также в направленности и потребности в изменении, как самого себя, так и окружающего, при этом владение опытом творческой деятельности воплощается в культуре и мастерстве. Развитие профессиональной творческой активности студентов характеризуется изменением взглядов личности; профессиональных умений; активным включением в учебный процесс; совершенствованием межличностных отношений, которые проявляется в культуре поведения, повышении мастерства, требовательности и ответственности к труду. Таким образом, развитие творческой активности необходимо рассматривать как результат учебной деятельности студента и как процесс овладения компетенциями, характерными для творческой деятельности современного выпускника. В связи с этим, важным условием развития профессиональной творческой активности бакалавра является проведение большего объема практических занятий, практик в научно-исследовательских центрах, инновационных площадках предприятий и учреждений.

Мы разделяем точку зрения многих авторов на то, что профессиональная творческая активность может реализоваться только при проявлении творческой самостоятельности. Самостоятельность выпускника – это способность к самостоятельному мышлению, умение

анализировать концепции, активно осуществлять научно-исследовательскую деятельность, умение оценивать свои достижения.

Теоретические основы развития профессиональной творческой активности студентов составляют: общепедагогическая теория развития творческой активности личности; таксономия целей образования, воспитания и развития; теория поэтапного развития умственных действий; деятельностный подход в обучении. Отсюда, важной целью учебно-воспитательного процесса вуза является определение методических основ развития профессиональной творческой активности обучающихся, создание на их базе системы заданий и методики её применения для совершенствования методической подготовки бакалавра. Этапы развития творческой активности многие авторы связывают с выдвиганием принципов, решением оригинальных задач, планированием деятельности. Творческая деятельность объективно предполагает творческую активность личности. Как дидактический феномен, творческая активность широко исследуется психологами и педагогами в контексте учебно-познавательной деятельности студентов.

В психолого-педагогической литературе можно выделить составляющие этого качества: целевая личностная установка на выполнение творческой педагогической деятельности, с новым для студента результатом; заинтересованность и ответственность; поиск оптимальных форм, методов и способов получения конечного результата на основе осознанного и обоснованного выбора вариантов; способность испытывать моральное и эстетическое удовлетворение от профессиональной творческой деятельности; внутренняя установка на непрерывность приобщения к результатам творчества.

В современных высших учебных заведениях осуществляются два вида подготовки студентов: теоретическая и практическая. Их взаимосвязь обеспечивает достижение целей, поставленных перед высшей школой. Анализ образовательных программ позволил установить ряд тенденций в области профессиональной творческой подготовки бакалавров: многоэтапность практик, наличие системы заданий, формирующих конструкторские, технологические, исследовательские умения бакалавров. Принципы отбора содержания практик следующие: преемственности, который обеспечивает освоение способов деятельности от базового до творческого уровня; интеграции содержания научных знаний, методов

научного познания, известных способов деятельности, моделирования, опыта творческой деятельности, воплощённого в особых интеллектуальных процедурах; конструирования различных способов деятельности бакалавров.

Таким образом, в методические основы развития профессиональной творческой активности входят принципы: поэтапное конструирование учебного процесса, вариативность технологий изучения содержания, моделирование явлений, интеграция научных знаний, преемственность этапов практики. Овладение компетенциями требует поэтапного формирования умственных действий, обеспечивающих развитие профессиональной творческой активности бакалавров. Уровни творческой активности включают: знание способов деятельности, понимание, применение; анализ, синтез явлений и выбор технологий, конструирование моделей; оценка деятельности, самооценка.

#### Литература

1. Иванов, Д. И. Компетентности и компетентностный подход в современном образовании / Д. И. Иванов // Воспитание. Образование. Педагогика. – 2007. – №6 (12).
2. Равен, Дж. Компетентность в современном обществе. Выявление. Развитие и реализация. – М., 2002 (англ.1984).

## **Особенности обеспечения безопасности работ при ведении действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ на радиационно-опасных объектах**

**Туник В. П., Кузнецов А. В.** (*г. Мурманск, Мурманский филиал ФБГОУ ВПО «Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России», кафедра общетехнических и специальных дисциплин*)

**Аннотация.** Обеспечение радиационной безопасности и безопасности труда при тушении пожаров на радиационно-опасных объектах.

**Abstract.** Radiation safety and safety for fire extinguishing radiation hazardous objects.

Специальное управление ФПС № 48 МЧС России охраняет пять ЗАТО Мурманской области, в которых находятся объекты с хранением отработанного ядерного топлива, твердых и жидких радиационных отходов. Также под охраной управления находятся предприятия производящие ремонт атомных подводных лодок. В управлении создана нештатная служба радиационной, химической и биологической защиты, которая отвечает, в том числе, за экипировку сотрудников на случай аварий на охраняемых радиационно-опасных объектах (РОО).

В настоящий момент на вооружении подразделений управления находятся радиационно-защитные комплекты одежды для пожарных (РЗК). Такой комплект предназначен для защиты пожарных, охраняющих объекты атомной энергетики от внешнего облучения бета и частично гамма излучениями, повышенных температур, тепловых потоков, проникновения (инкорпорации) радиоактивных газов и аэрозолей через дыхательные пути и пищеварительный тракт, а также радиоактивного загрязнения кожи и слизистых оболочек. РЗК используется в комплекте с дыхательным аппаратом со сжатым воздухом. Комплект позволяет исключить субтотальный радиационный ожог и понизить воздействие проникающих излучений на органы и ткани с учётом их различной чувствительности к возникновению детерминированных и стохастических эффектов облучения, увеличивая тем самым вероятность сохранения жизни при

неконтролируемых переоблучениях, а также увеличивая продолжительность времени пребывания в зоне контролируемого облучения.

Сотрудниками Специального управления уделяется большое внимание проблеме безопасности человека и окружающей среды, ведется тщательная подготовка личного состава к возможному тушению пожара или проведению аварийно-спасательных работ на РОО.

Радиационная авария – потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей выше установленных норм или к радиоактивному загрязнению окружающей среды.

При радиационной аварии система радиационной безопасности населения основывается на следующих принципах: предполагаемые мероприятия по ликвидации последствий радиационной аварии должны приносить больше пользы, чем вреда; виды и масштаб деятельности по ликвидации последствий радиационной аварии должны быть реализованы таким образом, чтобы польза от снижения дозы ионизирующего излучения, за исключением вреда, причиненного указанной деятельностью, была максимальной.

Установлены следующие основные гигиенические нормативы (допустимые пределы доз) облучения на территории Российской Федерации в результате использования источников ионизирующего излучения: для населения средняя годовая эффективная доза равна 0,001 зиверта или эффективная доза за период жизни (70 лет) – 0,07 зиверта; в отдельные годы допустимы большие значения эффективной дозы при условии, что средняя годовая эффективная доза, исчисленная за пять последовательных лет, не превысит 0,001 зиверта; для работников средняя годовая эффективная доза равна 0,02 зиверта или эффективная доза за период трудовой деятельности (50 лет) – 1 зиверту; допустимо облучение в годовой эффективной дозе до 0,05 зиверта при условии, что средняя годовая эффективная доза, исчисленная за пять последовательных лет, не превысит 0,02 зиверта. В случае радиационных аварий допускается облучение, превышающее установленные основные гигиенические нормативы (допустимые пределы доз), в течение определенного

промежутка времени и в пределах, определенных санитарными нормами и правилами.

Планируемое повышенное облучение граждан, привлекаемых для ликвидации последствий радиационной аварии, аварийно-спасательных работ и дезактивации, может быть обусловлено только необходимостью спасения людей и (или) предотвращения еще большего облучения их. Облучение граждан, привлекающихся к ликвидации последствий радиационных аварий, не должно превышать более чем в 10 раз среднегодовое значение основных гигиенических нормативов облучения для работников (персонала). Планируемое повышенное облучение граждан, привлекаемых для ликвидации последствий радиационных аварий, допускается один раз за период их жизни при добровольном их согласии и предварительном информировании о возможных дозах облучения и риске для здоровья.

Поражение радиоактивностью возможно при тушении пожаров на атомных электростанциях, других объектах атомной промышленности. Сама угроза радиоактивного заражения психологически сильно действует на людей. Последнее усиливается невидимостью радиоактивности, сомнениями в интенсивности радиоактивного излучения, необычностью и неизвестностью этого фактора, знанием тяжелых последствий от него. В условиях радиоактивности при тушении пожара приходится считаться с возможностью появления лучевой болезни личного состава, ранее подвергшегося радиоактивному облучению. Поэтому психологическая реакция личного состава на радиоактивную опасность может базироваться как на сознании опасности (нередко ее переоценки), так и на основе психофизиологических симптомов развивающейся лучевой болезни. Подготовка к действиям в условиях радиоактивности особенно сложна и своеобразна.

Планирование действий по тушению пожаров органами управления Государственной противопожарной службы (ГПС) и подразделениями ГПС предполагает разработку плана тушения пожара на РОО и плана привлечения сил и средств территориального гарнизона ГПС при тушении пожара (ликвидация последствий радиационной аварии) на РОО.

Личный состав подразделений ГПС, привлекаемых на тушение и ликвидацию последствий радиационной аварии на РОО, проходит обучение по специальной программе, которая включает следующую тематику

занятий: особенности ведения боевых действий в условиях повышенных уровней ионизирующих излучений; организация дозиметрического контроля; меры по защите личного состава от радиоактивного заражения; проведение санитарной обработки личного состава, дезактивации и дозиметрического контроля боевой одежды и снаряжения, пожарной техники; взаимодействие со специальными службами РОО.

Для проведения занятий привлекаются соответствующие специалисты РОО. В целях обеспечения безопасного ведения работ по ликвидации горения и чрезвычайных ситуаций на РОО, включая ядерные реакторы, предприятия с хранением и обращением радиоактивных материалов, транспортные средства, перевозящие радиоактивные материалы или источники ионизирующего излучения, должностные лица органов управления и подразделений ГПС совместно с администрацией объекта, в соответствии с нормами радиационной безопасности, разрабатывают Инструкцию о порядке организации и проведения работ по ликвидации горения и ЧС на территориях, в зданиях и помещениях на РОО.

Работы по ликвидации ЧС и их последствий, связанных с возможным переоблучением личного состава подразделений ГПС, проводятся под радиационным контролем по специальному разрешению (допуску). При ликвидации горения в организациях с хранением и обращением радиоактивных веществ администрация организации обеспечивает личный состав подразделений ГПС средствами защиты от излучения, приборами дозиметрического контроля и средствами индивидуальной санитарной обработки людей и дезактивации техники. Так же она организывает дозиметрический и радиационный контроль облучения участников тушения пожара, а по окончании тушения (в течение не более суток) выдает установленный документ о полученной дозе облучения каждым участником. При дозах, приближающихся к допустимому порогу, администрация объекта обязана сообщить об этом руководителю тушения пожара.

При ликвидации горения огнетушащие вещества подаются только тонкораспыленными, в виде мощных импульсных струй, распыляющихся на большие расстояния и только по горячей площади, обеспечивая высокую точность огнетушащего воздействия и малый расход огнетушащих средств, при этом снижается степень распыления радиоактивной пыли и повторное возникновение пожара. Использовать зараженную воду из контура охлаждения атомного реактора для тушения

или защиты на пожаре запрещено.

Для работ по ликвидации чрезвычайной ситуации и горения на РОО привлекают минимально необходимое количество личного состава (с учетом резерва для сменного режима работы), так же стараются использовать только необходимое количество пожарной и другой приспособленной техники для работы в условиях воздействия радиации. У входа в опасную зону (здание, помещение) выставляют пост безопасности, возглавляемый лицом среднего или старшего начальствующего состава подразделений ГПС. Обязательно заполняется журнал учета работы личного состава подразделений ГПС в условиях радиации.

Руководитель тушения пожара через администрацию объекта организует инструктаж личного состава подразделений ГПС, направляемого для выполнения работ, по радиационной безопасности. Он разъясняет характер и последовательность работ, а также обеспечивает контроль за временем пребывания каждого специалиста в опасной зоне и своевременной заменой в установленные администрацией (дозиметрической службой) сроки. Во время ликвидации чрезвычайной ситуации, горения на РОО руководитель тушения пожара контролирует непрерывное ведение радиационной разведки; своевременное и умелое использование средств индивидуальной и коллективной защиты, защитных свойств техники, ПТВ и местности; использование противорадиационных препаратов, антидотов, средств экстренной медицинской помощи; выбор наиболее целесообразных способов передвижения и тушения пожаров в зоне заражения; строгое соблюдение установленных правил поведения личного состава на зараженной местности.

Для ликвидации чрезвычайной ситуации на РОО используют специальную пожарную и другую технику, имеющую защиту от радиации. Непригодную пожарную технику можно использовать только на таком участке, где технику можно установить со стороны неповрежденных, капитальных стен или зданий, которые могут служить экраном от ионизирующих излучений. Перегруппировка сил и средств производится всегда с учетом радиационной обстановки. Пункты сбора (размещения) резервных сил и средств не должны располагаться с подветренной стороны от источников радиоактивного излучения.

После ликвидации пожара и чрезвычайных ситуаций на радиационно-опасных объектах весь личный состав подразделений государственной

противопожарной службы, участвовавший в тушении пожара, проходит медицинское обследование в специализированном медицинском учреждении. Проводится дезактивация пожарной техники, пожарнотехнического вооружения, средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения и имущества на специальных обмывочных пунктах.

Подразделения государственной противопожарной службы стоят на страже безопасности и успешно выполняют свои функции по ликвидации чрезвычайных ситуаций на радиационно-опасных объектах, так как имеют достаточно сил, необходимых средств и специальную качественную подготовку для этой работы.

# **БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ**

## Критериальный выбор управлений операциями в рамках нечетких норм безопасной эксплуатации судна

**Блажеев А. Ю., Сологубов В. В., Меньшиков В. И.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра судовождения)

**Аннотация.** Рассматривается процесс критериального выбора управлений состоянием безопасности судна в рамках нечеткой нормы, полученной с помощью системы двойных неравенств с линейной целевой функцией. При условии полной информированности судового специалиста предложена функция критериального выбора, позволяющая найти работающее решение и соответственно работающее управление.

**Abstract.** The article considers us the process of criteria-based selection state management process of the ship security in the structure of fuzzy norm system of double inequalities with linear objective function. Under the condition of complete information of the ship specialist proposed the function of criteria-based selection witch can help to find a working solution and of course working management method.

**Ключевые слова:** безопасность, эксплуатация, судно, выбор, управление.

**Key words:** safety, operation, ship, choise, management.

Решение задачи по критериальному выбору управлений судовыми операциями с учетом нормы безопасности, в рамках не четких (размытых) ограничений, заданных в виде систем двойных неравенств с линейной целевой функцией было выполнено при следующем допущении.

Заданы системы неравенств

$$g_j(x) \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, m; \quad (x_1, x_2, \dots, x_n) \in R^n$$

и вектор весовых коэффициентов  $\Lambda \equiv \{\lambda_j\}_{j=1}^m$ , удовлетворяющий условию нормирования.

Тогда не четким решением системы при заданном векторе весовых коэффициентов  $\Lambda$  можно считать не четкое множество

$$M_\Lambda \equiv \{(x, \mu_\Lambda(x)) \mid \mu_\Lambda(x) > 0\}$$

определенное в пространстве  $R^n$ , для которого  $\mu_\Lambda(x) \in [0, 1]$ . При этом функцию  $\mu_\Lambda(x)$  следует интерпретировать как функцию принадлежности элемента  $x \in R^n$  к заданной системе неравенств, а координату  $\lambda_j \in \Lambda$  – как количественную оценку важности (значимости, необходимости) конкретного неравенства в системе таких неравенств.

Если дополнительно определить величину скаляра  $\alpha \in (0, 1]$ , то можно окончательно выбрать не четкую норму безопасности, исключающую появление не штатных ситуаций в виде:

$$M_{\Lambda}^{\alpha} \equiv \{(x, \mu_{\Lambda}(x)) \mid \mu_{\Lambda}(x) > \alpha\}.$$

В данном случае норма  $M_{\Lambda}^{\alpha}$  является обобщением классического (минимаксного) подхода к нормированию безопасности и сводится к минимаксному подходу при  $\alpha = 1$ .

Описанный метод формирования не четких (размытых) норм безопасности на основе систем двойных неравенств позволяет выделить множество состояний судовых операций, которые способны исключить любую возможность появления не штатных ситуаций в классе технологических процессов  $X$ , идущих на судне. Кроме того, описанный метод формирования не четкой нормы безопасных состояний может быть алгоритмизирован. В таком алгоритме выбора и оптимизации нормы безопасности при не четких ограничениях решаемые задачи сведены к конечному множеству задач, каждая из которых является оптимизационной в соответствующей четкой области.

Использование предложенного алгоритма позволяет разрабатывать принципиально новые элементы культуры управления, которые способны минимизировать количество не штатных (опасных) ситуаций в судовой организационно-технической системе [1], [2].

С физической точки зрения любая судовая операция может быть представлена как последовательность штатных и не штатных ситуаций, причем в штатных ситуациях состояние безопасности отвечает установленной норме, а в не штатных ситуациях возможны как «существенные», так и «не существенные» нарушения этой нормы [5]. В тоже время следует обратить особое внимание на то, что не штатные ситуации в силу их двойственности могут быть как опасными, так и безопасными. Опасные (существенные) ситуации непосредственно влияют на состояние судового технологического процесса и способны перевести судно в критическое или аварийное состояние. Не опасные (не существенные) не оказывают какого-либо значимого влияния на состояние безопасности технологического процесса, а лишь снижают эффективность этого процесса за счет дополнительного привлечения ресурса.

При критериальном выборе управлений с учетом нечеткой нормы безопасности и возможностей появления не работающих управлений

предложен статический вариант модели судовой операции, для которой существует лишь ограничение  $\varphi(u, \xi) \geq 0$  и задан критерий безопасности вида  $J(u, \xi)$ , где  $u$  и  $\xi$  вектора работающих и неработающих управлений соответственно [3].

Введенное ограничение в части «не опасности» не работающих решений и соответственно появления «не опасных» не штатных ситуаций позволяет снизить размерность механизма выбора работающих управлений до однокритериального выбора. При этом конкретизированный критерий эффективности  $J(u, \xi)$ , должен минимизировать использование не запланированного ресурса, необходимого для выполнения  $\xi$  управлений. Для синтеза механизма выбора  $C: u = u(t)$  необходимо и достаточно, чтобы при поддержании состояния безопасности такой выбор обеспечивал бы принадлежность управления  $u \in U(\xi)$  пересечению  $U_0$  всех возможных множеств  $U(\xi)$ .

Если  $U_0 \neq \emptyset$  и  $u \in U_0$ , то на априорном уровне будет обеспечен такой выбор управления, который гарантирует допустимость  $u \in U_0$  на всем отрезке  $[t_0, t_1]$ , и при этом будет достигаться значение критерия эффективности не ниже чем величина, определенная так

$$J_0 = \max_{u \in U_0} [\inf_{\xi \in \Xi} J(u, \xi)] = \inf_{\xi \in \Xi} J(u, \xi).$$

Естественно при анализе результатов от реализации механизма критериального выбора  $C: u = u(t)$  следует исходить из допущения о том, что может появляться дополнительная и ничем не ограниченная информация об управлениях  $\xi(t)$ , сопутствующих управлениям  $u(t)$ . Тогда при описании механизма выбора управления  $C: u = u(t)$ , в отличие от описания процесса планирования операцией, следует использовать гипотезу об информированности судового специалиста [4]. Именно для условия информированности судового специалиста для каждого варианта  $\xi$  можно с помощью функции  $C: u = u(t)$ , выбрать управление  $u(\xi, t)$ , исключающее использование неработающего управления  $\xi$ , но, естественно, лишь при гарантии полноты полученной информации.

## Литература

1. Гладышевский М. А. Организационно-технические структуры, обеспечивающие безопасную эксплуатацию судна / М. А. Гладышевский,

М. А. Пасечников, К. В. Пеньковская ; под общ. ред. В. И. Меньшикова. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2008. – 212 с.

2. Проблемы безопасного мореплавания в сложных навигационных условиях стесненных вод / В. И. Меньшиков, А. Н. Суслов, В. В. Шутов; под общ. ред. В. И. Меньшикова. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2013. – 186 с.

3. Никитцев К. В. Непрерывность причинно-следственных связей и ее влияние на характер выбранного решения / Никитцев К. В., Шутов В. В., Меньшиков В. И. // Рыбное хозяйство, вып. 6, 2012. С. 75 – 77.

4. Рамков И. А. Самоконтроль при обработке навигационной информации в структурах безопасного мореплавания / И. А. Рамков, В. И. Меньшиков // Научное обозрение, № 5, 2009. С. 14 – 16.

Феллер, В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Т. 2. – М.: Мир, – 1976. – 435 с.

## Оценка безопасности судоходства на основе учета вероятностных показателей

**Борисова Л. Ф.** (МурманскФГБОУ ВПО «МГТУ» кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем)

**Аннотация.** Обоснованы принципы оценки значений показателей безопасности мореплавания и рисков потерь с учетом вероятностных показателей. Показан способ расчета количественных значений показателей безопасности и рисков потерь.

**Abstract.** The principles of valuation of navigation safety indices and risks of losses which take into account probabilistic factors have been substantiated. The method of calculation of safety indices and risks of losses have been given.

**Ключевые слова:** морская транспортная система, безопасность мореплавания, показатели риска, метод расчета.

**Keywords:** marine transport system, navigation safety, indices of risk, standards of navigation safety, methods of calculation.

Целью обеспечения безопасности судоходства является устойчивое и безопасное функционирование морского транспортного комплекса, защита интересов личности, общества и государства, объектов и субъектов морской транспортной инфраструктуры и потребителей транспортных услуг. Обеспечение и поддержание необходимого уровня безопасности судоходства требует привлечения ресурсов – финансовых, производственных и кадровых. Минимизация этих ресурсов должна проводиться на основе учета степени влияния отдельных составляющих безопасности и их количественных оценок на общую безопасность мореплавания на всех этапах жизненного цикла комплекса технических средств судовождения. Это позволит определить оптимальные способы обеспечения нормативного уровня безопасности, а также определить приоритеты капиталовложений в мероприятия по повышению безопасности судоходства.

Конечной целью анализа показателей безопасности судоходства является получение информации об уровне фактической или прогнозируемой безопасности. Эта информация необходима для сертификации услуг и судовых технических средств по показателям безопасности, для оценки достаточности мероприятий, направленных на обеспечение нормативного уровня безопасности, для минимизации

ресурсов, выделяемых на решение задач безопасности судоходства, в том числе для обоснования приоритетов при распределении этих ресурсов.

Анализ показателей безопасности судоходства производится на всех этапах жизненных циклов технологических комплексов морской транспортной системы. *На этапе технического задания на разработку комплекса обосновываются значения показателей безопасности движения судов, исходя из экономических или этических соображений. На этапе технических предложений производится расчет прогнозируемых значений показателей безопасности судна с учетом предложенных технических решений.* Для этого осуществляются идентификация опасных состояний движения судна и вызывающих их опасных дестабилизирующих факторов, определение побочных явлений и поражающих факторов, которые могут возникнуть в конкретных неработоспособных опасных состояниях морского комплекса, получение исходных данных для разработки правил эксплуатации его технических средств. *На последующих этапах производится актуализация результатов анализа безопасности движения с учетом результатов испытаний.* Необходимость в анализе безопасности движения и рисков потерь также возникает при выявлении причин крушений и аварий.

В качестве количественных показателей безопасности судоходства на практике используются статистические данные числа аварийных ситуаций различного типа за определенный период времени. Однако использование в статистической теории безопасности судоходства только статистических показателей недостаточно. Для получения прогнозируемой оценки безопасности судоходства при сертификации услуг на их соответствие требованиям безопасности необходим учет вероятностных показателей, причем значения вероятностного показателя безопасности должны отличаться от 0 и 1, так как показатель безопасности, равный "0", не имеет смысла, а абсолютная безопасность при значении "1" нереализуема. Во-вторых, показатели безопасности должны достаточно четко отображать интересы всех субъектов, имеющих отношение к судоходству, в том числе пассажиров и грузоотправителей. Наконец, расчетные выражения для определения показателей безопасности движения должны иметь такую форму, которая позволяла бы рассчитывать их через параметры технических средств морской транспортной системы, характеристики технического персонала, участвующего в реализации

транспортного процесса, а также через характеристики внешней среды, в которой реализуется этот процесс.

В этой связи целесообразен учет следующих дополнительных показателей безопасности судоходства: *показатель безопасности движения судна* – вероятность нахождения движения судна в неопасном состоянии в течение расчетного времени; *показатель безопасности морской транспортной системы по параметрам движения судна* – вероятность нахождения морской транспортной системы в работоспособном или в неработоспособном неопасном по параметрам движения судна состоянии в течение расчетного времени; *показатель безопасности технического средства морской транспортной системы по параметрам движения судна* – вероятность отсутствия у технического средства опасных по параметрам движения судна отказов за расчетное время; *показатель безопасности аппаратного средства морской транспортной системы по параметрам движения судна* – вероятность отсутствия у аппаратного средства морской транспортной системы опасных по параметрам движения судна отказов за расчетное время; *показатель безопасности программного средства морской транспортной системы по параметрам движения судна* – вероятность отсутствия у программного средства морской транспортной системы опасных по параметрам движения судна ошибок за расчетное время; *показатель безопасности технического персонала морской транспортной системы по параметрам движения судна* – вероятность того, что технический персонал морской транспортной системы не совершит опасных по параметрам движения судна ошибок за расчетное время; *показатель безопасности пассажиров по параметрам движения судна* – вероятность того, что пассажиры судна не совершат опасных по параметрам движения судна действий за расчетное время; *показатель безопасности груза по параметрам движения судна* – вероятность того, что груз не создаст за расчетное время опасных по параметрам движения судна дестабилизирующих факторов.

С характеристикой безопасности судоходства тесно связаны оценки рисков потерь или ущербов, возникающих в результате нахождения судна в опасном состоянии, которые тоже должны учитываться в виде вероятностных показателей: *показатель риска  $M_i$  потери при движении судна* – вероятность потери  $M_i$  вследствие перехода движения судна в опасное состояние за расчетное время; *показатель риска экономического ущерба  $N_i$  при движении*

судна – вероятность экономического ущерба  $N_i$  вследствие перехода движения судна в опасное состояние за расчетное время.

Для расчета количественных значений показателей безопасности движения судна  $P(S_o)$  или  $Q(S_o) = 1 - P(S_o)$ , показателя риска потери  $Q(M_i)$  и показателя риска экономического ущерба  $Q(N_i)$ , учитывая общность задач, можно использовать аналитические выражения для определения аналогичных показателей безопасности движения поезда из работы [1]:

$$Q(S_o) = \sum_{k=1}^s Q(S_{ok}), \quad (1)$$

где  $Q(S_o)$  – вероятность нахождения процесса движения судна в одном из опасных состояний  $S_{o1}, \dots, S_{os}$  за расчетное время  $T$ ;  $Q(S_{ok})$  – вероятность нахождения процесса движения судна в опасном состоянии  $S_{ok}$ , за расчетное время  $T$ ;  $s$  – общее число опасных состояний;

$$Q(M_i) = \sum_{j=1}^h \sum_{k=1}^s Q(S_{ok}) Q(H_j / S_{ok}) Q(M_i / H_j), \quad (2)$$

где  $M_i$  – потеря  $i$ -го вида;  $Q(M_i)$  – вероятность потери вида  $M_i$  в результате воздействия одного из поражающих факторов  $H_1, \dots, H_h$ , возникающих при переходах процесса движения судна в одно из опасных состояний  $S_{o1}, \dots, S_{os}$  за расчетное время  $T$ ;  $Q(H_j / S_{ok})$  – условная вероятность возникновения поражающего фактора  $H_j$  при переходе движения судна в опасное состояние  $S_{ok}$  за расчетное время  $T$ ;  $Q(M_i / H_j)$  – условная вероятность возникновения потери вида  $M_i$  в результате воздействия поражающего фактора  $H_j$  за расчетное время  $T$ ;

$$Q(N_i) = \sum_{j=1}^h \sum_{k=1}^s Q(S_{ok}) Q(H_j / S_{ok}) Q(N_i / H_j), \quad (3)$$

где  $N_i$  – экономический ущерб  $i$ -го вида;  $Q(N_i)$  – вероятность экономического ущерба вида  $N_i$  от воздействия одного из поражающих факторов  $H_1, \dots, H_h$ , возникающих при переходах процесса движения судна в одно из опасных состояний  $S_{o1}, \dots, S_{os}$  за расчетное время  $T$ ;  $Q(N_i / S_{ok})$  – условная вероятность возникновения экономического ущерба  $N_i$  при переходе процесса движения судна в опасное состояние  $S_{ok}$  за расчетное время  $T$ ;  $Q(N_i / H_j)$  – условная вероятность возникновения экономического ущерба  $N_i$  при воздействии поражающего фактора  $H_j$  за расчетное время  $T$ .

В качестве расчетного времени  $T$  в зависимости от решаемой задачи может быть выбрано общее время движения по маршруту между портами

отправления и назначения, время движения между двумя заданными точками пути, ограничивающими часть полного маршрута, или время движения по отдельному элементу пути – участку между двумя поворотными точками (узлами) маршрута.

#### Литература

1. Лисенков В.М. Статистическая теория безопасности движения поездов. - М.: Транспорт, 1999, 145 с.

## Применение ледокольной платформы на воздушной подушке для борьбы со льдами у шельфовых платформ на примере северного Каспия

Гасанов К. Г. (г. Астрахань, ФГБОУ ВПО «АГТУ»)

**Аннотация.** В данной статье рассматривается проблема применения ледокольной платформы на воздушной подушке (далее ЛПВП) для снижения нагрузки от льда на шельфовые платформы. Использование ЛПВП одно из перспективных способов разрушения льда. Испытания этих судов показало их высокую ледоразрушающую способность. Кроме того, произведен сравнительный анализ с другими видами ледокольных судов.

**Abstract.** This article discusses the problem of applying icebreaking platform hovercraft (hereinafter IPH) to reduce the load on the ice shelf platforms. Using IPH one of the promising methods for ice breaking. Tests of these vessels showed their high ice-breaking ability. In addition, comparative analysis with other types of icebreaking vessels.

**Ключевые слова:** ледокольная платформа на воздушной подушке, шельфовая платформа, ледокол, лед, СВП.

Как известно, разведка и разработка морских нефтяных площадей на Северном Каспии связана с сооружением целого комплекса инженерных коммуникаций для размещения технологического оборудования, обслуживающего персонала и осуществления производственных процессов. Для обустройства таких месторождений создаются ледостойкие буровые установки, способные противостоять воздействию окружающей среды. Однако постоянный ледоход на севере Каспийского моря, наносит значительный ущерб. Таким образом, плавучие льды, гонимые сильными северными ветрами, представляют большую опасность для морских промышленных объектов, находящихся в пределах западного побережья Среднего Каспия. Строить мощные ледостойкие конструкции представляется экономически невыгодно, из-за эпизодичности явления. В связи с этим интересным будет вопрос использования ледокольной платформы на воздушной подушке, в качестве альтернативного метода борьбы с ледообразованием.

В своей работе я провожу анализ возможности применения ледокольной платформы на воздушной подушке для борьбы со льдами у шельфовых платформ, а также сравнительный анализ с другими типами ледоразрушающих судов используемых на Северном Каспии.

Принцип работы ЛПВП заключается в том, что разрушение льда происходит не за счет приложенных к нему значительных усилий со стороны, а за счет собственной тяжести ЛПВП. При движении с малой скоростью, порядка 5-8 км/ч, под льдом образуется воздушная каверна, и вода перестает поддерживать ледяной покров. В результате лед разрушается за счет силы тяжести ЛПВП (как консоль).

Простейшей операцией для снижения нагрузки дрейфующего ровного сплошного ледяного покрова является движение галсами. По мере увеличения толщины льда, применение этой операции становится все более сложным. Поэтому при рассмотрении даже такого простого маневра следует оценить необходимые ледовые характеристики судна, исходя из экстремальных ледовых условий для данного морского месторождения.

Для оценки эффективности использования ЛПВП для разрушения сплошного ледяного покрова дрейфующего перед буровой платформой используем следующее неравенство:

$$h \leq \frac{h_{lim}}{v_w - v_{min}} * (v_w - v_d * \sqrt{C^2 + 1}) \quad (1)$$

где:  $v_w = 6,07$  м/с – скорость ЛПВП на тихой воде;

$v_{min} = 1,95$  м/с – минимальная устойчивая скорость;

$h_{lim} = 0,7$  м – предельная толщина льда, преодолеваемая непрерывным ходом;

$C = \frac{2*100}{50} = 4$  – коэффициент, зависящий от габаритов буровой платформы;

В результате получаем следующую зависимость, представленная на рисунке 1:

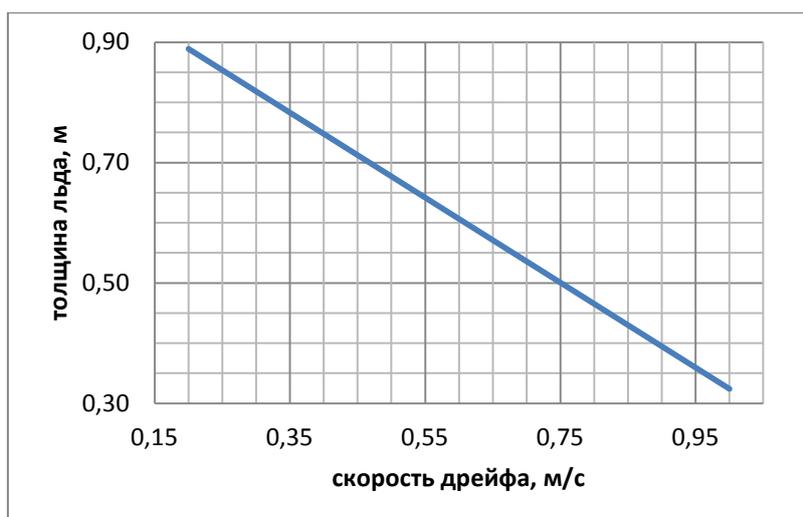


Рис.1 Зависимость толщины ровного льда, в котором лед может эффективно разрушать лед

Одним из способов сравнения эффективности различных средств борьбы со льдом могут служить энергетические затраты на разрушение единицы объема льда в единицу времени. Эти затраты можно оценить величиной

$$K = \frac{N}{B \cdot v_{min} \cdot h_{lim}} \quad (2)$$

где: N – энергетические затраты, кВт

B – ширина разрушаемого канала, м

Для ряда технических средств при движении во льдах предельной толщины расчеты дают следующие величины, представленные в таблице 1

Таблица 1

Тип судна	h, м	B, м	v, км/ч	N, кВт	K
Буксир "МБ"	0,55	10,2	2	1030	92
Буксир "ОТА"	0,55	11,6	2	1472	115
Буксир "Взморье"	0,70	15,0	2	5280	251
"Капитан Чечкин"	0,70	19,5	2	4600	168
Буксир "ОТА" и ЛПВП	0,70	20,0	8	1922	17
Ледокол на ВП	0,70	15,0	47	3650	7

### Выводы

1. Анализ данных ледопроеходимости ЛПВП показывает, что при скорости дрейфа  $v_d < 0,5$  м/с ЛПВП обладает повышенными характеристиками ледовой ходкости;

2. ЛПВП позволяет увеличить минимальную скорость движения судна 3-4 раза на ровном ледяном поле, в сравнении с классическими типами ледоколов;

3. За счет ширины ЛПВП, удастся увеличить ширину разрушаемого канала, что является эффективным для движения галсом;

4. Анализ показывает, что энергетические затраты на разрушение единицы объема льда в единицу времени одно из наиболее эффективных у ЛПВП;

5. Анализ эксплуатационных затрат руб./сут. показал, что у ЛПВП расходы на содержание судна ниже, чем у ледоколов;

Выполненный в работе анализ показывает, что ледокольные платформы на воздушной подушке могут использоваться для снижения

нагрузки на буровые платформы. Использование к обычному ледоколу или буксиру ЛПВП позволяет резко повысить эффективность разрушения льда. Так, во льду толщиной 40 см скорость небольшого ледокола «Ока» с платформой в 2 раза больше, чем у тяжелого ледокола типа «Капитан Чечкин», мощность которого почти в 2,5 раза превышает суммарную мощность «Оки» и платформы.

#### Литература

1. Сазанов К. Е. О возможности использования ледоколов для снижения ледовой нагрузки на морские инженерные сооружения // Морской вестник. Серия Морская техника: Наука и технологии. – 2007; №4 (24). – С. 71-74
- Зуев В. А. Использование судов на воздушной подушке для разрушения ледяного покрова / Козин В. М. – Владивосток: Издательство дальневосточного университета, 1988. – 128 с.

## Совершенствование системы информационной поддержки для управления технологическими процессами в морском порту

**Истратов Р. А., Литун А. В., Прохоренков А. М.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра Автоматики и вычислительной техники*)

**Аннотация.** В работе рассмотрен круг задач, решение которых необходимо выполнить на этапах разработки и внедрения координирующей информационной системы, которая создается с целью повышения эффективности обработки судов и оптимизации перегрузочных процессов в морском порту.

**Abstract.** In this work the circle of tasks which must be performed on the stages of development and implementation of coordinating information system, which is created with the purpose of increase of efficiency of vessel handling and optimization handling processes in the sea port.

**Ключевые слова:** морской порт; морской транспортный узел; портовые услуги; информационные технологии; методы управления.

**Key words:** seaport; sea transport; port services; information technologies; management methods.

Реализация федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России» предусматривает строительство на берегах Кольского залива четырех новых терминалов и ряда объектов инфраструктуры. Реализация этой программы позволит увеличить ежегодный грузооборот Мурманского транспортного узла уже к 2020 году примерно в 5 раз (до 80 млн. тонн). Мурманский порт является базовым портом для развития судоходства по трассе Северного морского пути. Объединение всех видов транспорта в рамках единого информационного поля - задача весьма актуальная и сложная, ее реализация требует многоуровневого подхода, начиная от преодоления межведомственных административных барьеров до оптимизации форм перевозочных документов. Основной проблемой организации эффективного взаимодействия всех пользователей, участвующих в процессе обработки грузов МТУ, является отсутствие в Мурманской области как регионального, так и портовых логистических центров. Решение задач оперативного управления транспортным узлом возможно только при наличии координирующей информационно-управляющей системы, которая предназначена для оперативного сбора, автоматизированной

обработки и хранения информации. Внедрение такой системы позволит повысить эффективность управления перегрузочными процессами МТУ, уменьшить трудоемкость и продолжительность принятия решений при поиске оптимального плана перевозки грузов внутри порта.

Программа инновационного развития ОАО «Мурманский морской торговый порт» на период 2011 – 2015 г.г. предусматривает совершенствование системы информационной поддержки управления технологических процессов и является существенной частью комплекса мероприятий по разработке и внедрению инноваций. Для реализации успешной деятельности предприятия разрабатывается и внедряется комплексная информационная система. Основные направления инновационных технологических внедрений:

1. Технологии, повышающие эффективность эксплуатации и развития инфраструктуры порта:

- проведение работ по реконструкции существующей инфраструктуры;

- модернизация существующего оборудования с учётом последних достижений науки и техники.

2. Технологии, повышающие качество услуг портовой деятельности, в частности, путем внедрения системы электронного документооборота, в том числе включая таможенные, сертификационные и другие документы.

3. Технологии, направленные на повышение качества услуг в береговой (тыловой) зоне, т.е. направленные на:

- оптимизацию подходов к порту через создание в портовой зоне транспортно-логистических центров планирования прибытия и убытия грузов, включая технологии взаимодействия с железнодорожными, автомобильными и внутренними водными подходами к порту;

- эффективную эксплуатацию портовых сооружений, включая сдачу в аренду сторонним организациям;

4. Технологии повышения безопасности при развитии существующих и строительстве новых объектов морской портовой инфраструктуры.

Разрабатываемая и внедряемая комплексная информационная система (ИС) может быть представлена в виде локальной вычислительной сети (ЛВС), которая объединяет рабочие места пользователей. Для решения отмеченных выше задач, прикладное программное обеспечение

разрабатываемой ИС должно включать ряд подсистем. К основным из них следует отнести следующие подсистемы: финансово-бухгалтерский учет; кадровый учет; учет грузов; оперативное диспетчерское управление; учет обработки вагонов; учет работы механизмов; учет и обработка архивных документов; учет прохождения входящей и исходящей корреспонденции; программы автоматической обработки сведений и обмена данными; ПО системы видеонаблюдения; программа управления производственными процессами специализированного комплекса грузового района № 3 ММТП; информационно-справочные программы; учета технического состояния вагонов и техники; информации о ремонте вагонов и техники.

Внедрение ИС позволяет автоматизировать рабочие места диспетчерских служб, отдела механизации, грузовых складов, диспетчеров по железнодорожным операциям и других отделов, что приводит к снижению количества ошибок, времени расчетов и формирования отчетности, вследствие чего повышается оперативность получения данных для принятия управленческих решений. Использование современной СУБД позволяет не только хранить большой объем информации, но и значительно увеличить скорость выбора информации и математических действий с ней при составлении (получении) необходимых отчетов. Проблемы информационной интеграции ИС имеют два аспекта: структурный (возможность согласования модулей ИС) и семантический (возможность установления соответствия между информационным представлением сущностей ИС). Такой подход позволяет обосновать выбор структуры и состав аппаратно-программных средств, необходимых для построения информационной системы.

На рис. 1 представлена структура ИС. Применение клиент-серверной архитектуры позволяет ускорить обработку информации за счет исключения передачи по локальной сети исходной информации для проведения расчетов. Автоматический ввод и вывод информации о планировании обработки судов, реализуемый системой, позволяют прогнозировать прием и расстановку судов по причалам, планировать подачу и накопление грузов на складских площадях, что ведет к уменьшению стальнойного времени обработки судов, а так же времени простоя на рейде.

Наличие информации по планированию и фактическому выполнению погрузки/выгрузки судов (вагонов, автомашин) значительно уменьшает

время формирования отчетов, и как следствие этого – сокращает время анализа выполнения плана погрузо-разгрузочных работ и позволяет своевременно вносить изменения в сменно-суточный план. Анализ информации по обработке вагонов не только уменьшает риск появления «брошенных вагонов», ускоряет их поиск, но и позволяет уменьшить грузонапряженность путей, увеличить оперативность принятия решений по обработке вагонов и снизить затраты за пользование вагонами.

Электронный обмен данными с ОАО «РЖД», клиентами порта и их автоматическая интеграция в систему позволяют осуществлять более

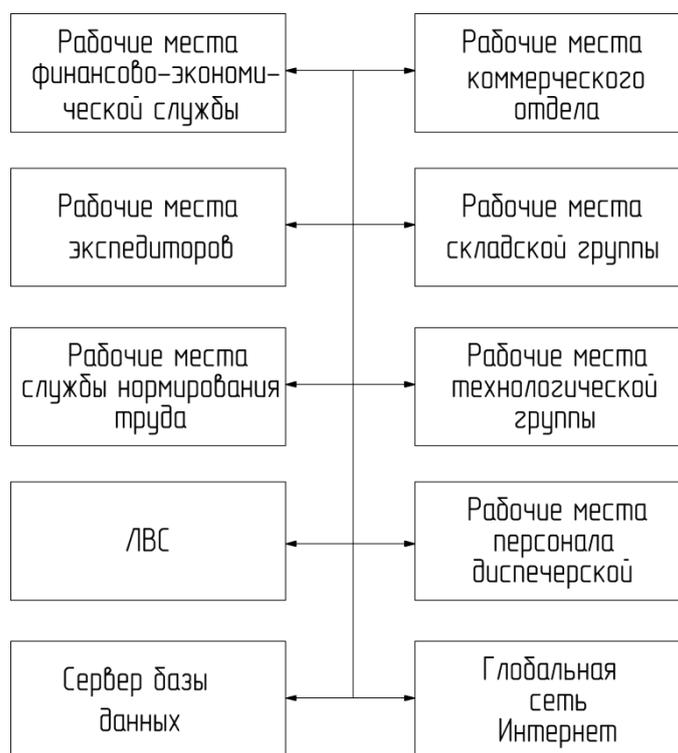


Рис.1. Структура информационной системы

четкое планирование работ, равномерное пополнение складов, улучшают своевременность поставки грузов, уменьшают риск затора вагонов и улучшают взаимоотношения с клиентами.

**Размещение судовых специалистов по рабочим местам с согласованием портрета субъекта «человеческого элемента» и портрета его рабочего места**

**Карташов С. В., Меньшиков В. И.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра судовождения)

**Аннотация.** Предложен вариант решения задачи по многокритериальному согласованию портрета судового специалиста и портрета рабочего места при наличии лица ответственного за решение такой задачи. Показано, что решение задачи будет получено, если для каждого объекта определена степень соответствия его требованиям характеристик субъектов и, наоборот, для каждого субъекта определяется его соответствие требованиям всех объектов.

**Abstract.** The article suggests variants of solving problems coordination portrait of marine specialist with different criteria and properties of his workplace and of course here we need a person who will be responsible for solving of this task. The task will be solved if will be determine the degree of conformity of the object to characteristics of the object and reverse task: for every subject will be determine its correspondence to the requirements of all objects.

**Ключевые слова:** многокритериальность, согласование, портрет, соответствие, требования.

**Key words:** multicriterious, coordination, portrait, conformity, requirements.

Среди задач управления организационными и организационными системами весьма распространенной является задача согласования «человеческого элемента» и рабочих мест на судне при наличии лица, ответственного за это согласование [4]. Поэтому необходимо рассмотреть задачу согласования психофизических возможностей судового специалиста и требований, предъявляемые к нему особенностями рабочего места, а также согласование психофизических характеристик взаимодействующих судовых специалистов, задействованных в организационно-технической системе несения вахты. С психофизической стороны каждый судовой специалист может быть охарактеризован оценками из некоторой группы критериев, выбранных как судовой администрацией, так и высшим руководством компании [5].

С другой стороны, каждое рабочее место, нуждающееся в специалисте, выдвигает ряд требований к нему, таких, например, как вид деятельности, уровень профессиональной квалификации. Очевидно, что

производительность труда на рабочем месте судового специалиста будет зависеть от того, насколько возможности каждого члена экипажа, отраженные в его характеристиках, были учтены при составлении штатного расписания, распределяющего судовых обязанности [1] – [3].

В качестве принципиальных и отличительных черт рассматриваемой задачи следует отметить следующие особенности. Так каждый судовой специалист и каждая судовое рабочее место могут быть определены с помощью вектора оценок из некоторой совокупности заданных критериев. Критерии оценки судового специалиста и рабочего места должны иметь «зеркальный» характер. Причем одному (или нескольким) критерию, характеризующему требования, предъявляемые рабочим местом, должен соответствовать один (или несколько) критериев, характеризующих психофизические возможности судового специалиста. Отметим, что большинство таких критериев имеют качественный, субъективный характер, шкалы их оценок чаще всего имеют вид словесных формулировок. Фактически пары «зеркальных» критериев имеют общую шкалу оценок, хотя каждая из оценок этой шкалы может иметь две формулировки.

Важной особенностью рассматриваемой задачи является наличие лица принимающего окончательное решение (капитан). Однако его роль в данной задаче иная, чем в обычных задачах принятия индивидуальных решений. В типичных задачах принятия решений на основе предпочтений капитан принимает решение в рамках понятий лучшей или худшей альтернативы. При этом выбор альтернативы определяется субъективной моделью принятия решений. В рассматриваемых задачах рациональное лицо принимающее решение (старший помощник капитана, ставший механик) не может не учитывать возможности выполнения работ судовым специалистом, определенные в его характеристике.

Пусть в судовых условиях сложилась ситуация, когда все рабочие места (объекты) и специалисты (субъекты) можно разбить попарно так, что:

- для каждого субъекта требования «своего» объекта точно соответствуют его возможностям, а требования других не соответствуют;
- для каждого объекта «свой» субъект полностью удовлетворяет его требованиям, а прочие не удовлетворяют.

Очевидно, что в этом случае имеется совокупность очевидных назначений, состоящих из наиболее близких пар «объект – субъект» и

капитан должен признать такие назначения наилучшим решением проблемы, хотя при этом он никак не участвует в ее решении. Отношение капитана к решаемой проблеме можно сформулировать следующей фразой: «Я не вмешиваюсь, если все устроится само собой наилучшим образом».

Однако имеются ситуации, когда вмешательство капитана необходимо, поскольку в общем случае не существует очевидных назначений. В связи с этим возникают проблемы следующего вида:

- к какому из нескольких объектов ближе по характеристикам конкретный субъект;
- к кому из нескольких субъектов ближе по характеристикам конкретный объект.

Ответы на эти вопросы могут быть определены при помощи специальных процедур получения информации от ЛПР. Итак, роль ЛПР состоит в определении назначений для случаев, отличающихся от идеального случая.

Учет приведенных выше особенностей позволяет сформулировать многокритериальную задачу о согласовании характеристик субъектов и объектов. В общем случае такую задачу можно сформулировать так – имеются  $n$  субъектов и  $n$  объектов, каждый из которых характеризуется совокупностью оценок по  $N$  критериям. Эти оценки определены экспертами так, что каждый субъект и объект имеют одну оценку по каждому из критериев. Если имеется лицо принимающее решение – руководитель (старший помощник капитана, старший механик), то необходимо найти  $n$  наиболее близких по своим характеристикам пар «объект – субъект» или «субъект – субъект».

Существенные трудности решения рассматриваемой задачи заключаются в наличии многих критериев оценки объектов и субъектов, в необходимости рассмотрения задач с достаточно большим числом субъектов и объектов и в стремлении построить такой метод решения, когда информация от ЛПР использовалась бы в минимально возможной степени. Основная идея решения многокритериальной задачи о согласованном выборе пар «объект – субъект» или «субъект – субъект» заключается в декомпозиции рассматриваемой проблемы. Хотя каждый из рассматриваемых субъектов и объектов имеет оценки по  $N$  критериям, его характеристики рассматриваются не абсолютно, а относительно. Для каждого объекта должна быть определена степень соответствия его

требованиям характеристик всех субъектов и, наоборот, для каждого субъекта определяется его соответствие требованиям всех объектов. На основе анализа таких соответствий и должен делаться выбор пар «объект – субъект» или «субъект – субъект».

#### Литература

1. Гладышевский М. А. Организационно-технические структуры, обеспечивающие безопасную эксплуатацию судна / М. А. Гладышевский, М. А. Пасечников, К. В. Пеньковская ; под общ. ред. В. И. Меньшикова. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2008. – 212 с.
2. Кукуи, Ф. Д. Основные процессы в структурах безопасной эксплуатации судна / Ф. Д. Кукуи , Н. А. Анисимов, А.А. Анисимов; под общ ред В. И. Меньшикова. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2008. – 185 с.
3. Меньшиков В. И. Оптимизация выбора результата при разрешении проблемной промыслово-навигационной ситуации / Меньшиков В. И., Никитцев К. В., Левоев И. Н., Сологубов В. В. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т – 2013. – Т.16 № 4 – С 761 – 763.
4. Меньшиков В. И. Проблемы безопасного мореплавания в сложных навигационных условиях стесненных вод / В. И. Меньшиков, А. Н. Суслов, В. В. Шутов; под общ. ред. В. И. Меньшикова. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2013. – 186 с.
5. Сборник циркуляров и резолюций 79, 80,81 и 82 сессии комитета ИМО по безопасности на море.

**Вероятность появления ненамеренных угроз, связанных с нарушениями инструкций по эксплуатации судовых технических средств**

**Кулизнев И. А., Лохов С. С., Меньшиков В. И.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра судовождения)

**Аннотация.** Рассмотрена вероятностная оценка появления ненамеренных угроз при выполнении судового технологического процесса с учетом уровня его защищенности. Показано, что эффективность реализуемой судовой операции зависит от эффективности и надежности (безотказности) выполнения процедуры защиты от не санкционированной замены судовых специалистов и квалификации персонала контролирующего ход выполнения этой операции.

**Abstract.** The article considers us the probability of occurrence of unintentional threats during of run the ship technological process with consideration of the level of process security. It shown that the efficiency of the operation depends on the efficiency and reliability perform procedures of protecting against unauthorized replacement of marine specialists and of course it depends on qualification of personnel controlling the operation.

**Ключевые слова:** вероятность, угроза, защита, замена, специалист.

**Key words:** probability, danger, protection, replacement, specialist.

Безопасность судна является сложным свойством, которое включает в себя ряд аспектов, в том числе таких как: навигационная безопасность, техническая безопасность, экологическая безопасность [4]. Переход судна из безопасного в опасное состояние происходит в результате какого-либо *опасного события*, которое образует опасную ситуацию. Опасная ситуация наступает тогда, когда текущий ущерб будет превышать его допустимое значение. Обратный переход судна из опасного в безопасное состояние осуществляется путем восстановления безопасного состояния. При этом опасная ситуация имеет вероятностный характер и создается при реализации угрозы наступления такой ситуации, когда эффективно реализовать судовую операцию не возможно [1] – [3].

К ненамеренным угрозам, снижающим эффективность судовой операции, можно отнести нарушения инструкции по эксплуатации судовых технических средств, когда осуществляются замещение подготовленного специалиста не подготовленным специалистом. Пусть вероятность того, что судовая операция при не санкционированной замене

специалиста в течение некоторого времени будет выполняться эффективно  $P_0(t)$ . Эту вероятность можно найти следующим образом:

$$P_0(t) = \prod_{i=1}^n \{1 - [1 - P_{Ai}(t)] P_{Si}(t)\},$$

где  $P_{Ai}(t)$  – вероятность обнаружения  $i$ -й технологической угрозы от замены судового специалиста в течение времени  $t$  (уровень защиты состояния эффективности судовой операции);  $P_{Si}(t)$  – вероятность появления  $i$ -й угрозы от замены судового специалиста в течение времени  $t$ ;  $n$  – число угроз – возможных замен специалистов при выполнении судовой операции.

Поскольку уровень защищенности эффективно реализуемой судовой операции зависит от эффективности и надежности (безотказности) выполнения процедуры защиты от не санкционированной замены судового специалиста и квалификации персонала контролирующего ход выполнения судовой операции, то вероятность обнаружения угрозы  $P_{Ai}(t)$  можно найти так

$$P_{Ai}(t) = P^*_{Ai} P^{\text{оп}}_{Ai}(t)$$

где  $P^*_{Ai}$  – вероятность обнаружения угрозы в результате проведения процедуры защиты от  $i$ -й угрозы при условии безотказной работы всей процедуры в целом (показатель эффективности защиты);  $P^{\text{оп}}_{Ai}(t)$  – вероятность безотказной работы процедуры защиты при нахождении  $i$ -й угрозы в течение времени  $t$ .

Наибольшая степень сближения свойств эффективности и безопасности выполняемой судовой операции происходит в том случае, когда в виде угрозы выступает отказ на рабочем месте с замененным судовым специалистом, который обусловлен только естественным несоответствием уровня подготовленности специалиста портрету рабочего места. Вероятность эффективного и безопасного состояния судовой операции [5], при отказе критичного элемента в составе этой операции, можно найти из выражения

$$P_0(t) = 1 - q_0(t) = 1 - [1 - P_{Ai}(t)] q_{кр}(t),$$

где  $q_0(t)$  – вероятность опасного отказа при реализации судовой операции, а  $q_{кр}(t)$  – вероятность критичного отказа при реализации судовой операции.

Свойство безопасности судна при идеальной (в смысле эффективности функционирования) процедуре защиты будет определяться

только свойствами надежности критичных элементов защиты и надежностью проведения самой процедуры защиты. При разработке процедур по защите судна от совокупности возможных угроз следует использовать в качестве показателей состояния безопасности судна вероятностные характеристики опасного события, такие, например, как вероятность того, что судно в течение некоторого времени будет находиться в безопасном состоянии. Свойство безопасности судна при идеальной (в смысле эффективности функционирования) процедуре защиты определяется только свойствами надежности критичных элементов защиты и надежностью проведения самой процедуры защиты.

#### Литература

1. Гладышевский, М. А. Организационно-технические структуры, обеспечивающие безопасную эксплуатацию судна / М. А. Гладышевский, М. А. Пасечников, К. В. Пеньковская ; под общ. ред. В. И. Меньшикова. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2008. – 212 с.
2. Кукуи, Ф. Д. Основные процессы в структурах безопасной эксплуатации судна / Ф. Д. Кукуи , Н. А. Анисимов, А.А. Анисимов; под общ ред В. И. Меньшикова. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2008. – 185 с.
3. Меньшиков, В. И. Проблемы безопасного мореплавания в сложных навигационных условиях стесненных вод / В. И. Меньшиков, А. Н. Суслов, В. В. Шутов; под общ. ред. В. И. Меньшикова. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2013. – 186 с.
4. Сборник циркуляров и резолюций 79, 80,81 и 82 сессии комитета ИМО по безопасности на море.
5. Феллер, В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Т. 1, 2. – М.: Мир, – 1976. – 435 с.

## Расчет силы гидродинамического сопротивления плоской рыболовной сети при продольном обтекании в автомоделной области

**Наумов В. А., Агиевич Н. А.** (г. Калининград, Калининградский государственный технический университет, кафедра водных ресурсов и водопользования)

**Аннотация.** Приведены формулы для расчета коэффициента гидродинамического сопротивления плоской рыболовной сети при продольном обтекании. Показано, что традиционно используемая формула может привести к значительным ошибкам при расчете силы гидродинамического сопротивления в автомоделной области.

**Abstract.** Comparison of formulas for the calculation of hydrodynamic drag flat fish netting longitudinally conducted. It is shown that the conventionally used formula can lead to significant errors in the calculation of the hydrodynamic drag force in the self region.

**Ключевые слова:** плоская рыболовная сеть, продольное обтекание, сила сопротивления

**Key words:** flat fish netting, longitudinal flow, the drag force

У многих орудий промышленного рыболовства значительная часть сетного полотна расположена параллельно направлению движения и дает существенный вклад в гидродинамическое сопротивление орудия лова [1]. Сила гидродинамического сопротивления, действующая на плоскую рыболовную сеть при продольном обтекании рассчитывается по формуле

$$R_0 = 0,5 \cdot C_0 \cdot F_H \cdot \rho \cdot V^2 = 0,5 \cdot C^0 \cdot F \cdot \rho \cdot V^2, \quad C^0 = F_0 C_0, \quad (1)$$

где  $F$  – габаритная площадь сети;  $F = Lb$ ,  $L$  – длина сети,  $b$  – ширина сети;  $F_H$  – площадь нитей в плане;  $F_0 = F_H / F$  – относительная площадь нитей (сплошность сети);  $\rho$  – плотность воды;  $V$  – скорость;  $C_0$  – коэффициент гидродинамического сопротивления при угле атаки  $\alpha = 0$ .

Одна из первых формул, предложенная японскими исследователями по результатам их экспериментов (см. [3]),

$$R_0 = 18 \cdot F \cdot \rho \cdot V^2. \quad (2)$$

Формула (2) не показывает влияние числа Рейнольдса, коэффициентов посадки или относительной площади нитей сети  $F_0$  на силу гидродинамического сопротивления; она связывает среднее значение  $R_0$  со скоростью  $V$  в серии проведенных опытов. Но, сравнивая формулу (2) с (1), можно оценить средний коэффициент гидродинамического сопротивления сети при продольном обтекании в указанных опытах

$$C_0 = 2 \cdot 18 / \rho = 0,036 \approx 0,04.$$

В формуле (2) не учитывается влияние длины сети на коэффициент гидродинамического сопротивления. Такое влияние было установлено Н.Т. Сениным, который провел серию опытов с длинными образцами сетей. Ф.И. Баранов [4], используя эти опытные данные и соображения гидродинамической теории, предложил формулу, которая прогнозирует уменьшение коэффициента сопротивления при увеличении длины рыболовной сети,

$$R_0 = 18 \cdot F \cdot \rho \cdot L^{-0,2} \cdot V^{1,75}. \quad (3)$$

Опытные исследования [2] показали, что  $C_0$  может зависеть от параметров сети: диаметра нити  $d$ ; шага ячеи  $a$ ; коэффициентов посадки  $u_x$ ,  $u_y$ ; длины сети  $L$ ; относительной площади нитей  $F_0$  и чисел Рейнольдса:

$$Re_L = \frac{V \cdot L}{\nu}, \quad Re_d = \frac{V \cdot d}{\nu}, \quad F_0 \approx \frac{d}{a} \cdot \frac{1}{u_x \cdot u_y}, \quad (4)$$

где  $\nu$  – коэффициент кинематической вязкости воды.

В [2] после обработки результатов серии опытов были предложены формулы для коэффициента гидродинамического сопротивления плоской рыболовной сети при продольном обтекании в области больших чисел Рейнольдса (5) и в переходной области сопротивления (6)

$$C^0 = 0,0151 + 1,036 \cdot F_0, \quad Re_L = 10^6; \quad (5)$$

$$C^0 = 0,102 \cdot Re_d^{0,14}, \quad 10^2 < Re_d < 6 \cdot 10^6. \quad (6)$$

Формулы (5)-(6) были получены для разных областей сопротивления, их нельзя использовать при произвольных числах Рейнольдса. Заметим, что в качестве базовой площади (см. формулу (1)) в [2] принята не габаритная, а площадь нитей.

Авторами в работе [5] после обработки результатов некоторых данных опытов [2] была предложена формула для коэффициента гидродинамического сопротивления плоской рыболовной сети при продольном обтекании в автомодельной области.

$$C_0 = 17,45 \cdot F_0^{0,627} \cdot \left(\frac{d}{L}\right)^{0,582} \quad \text{или} \quad C^0 = 17,45 \cdot F_0^{1,627} \cdot \left(\frac{d}{L}\right)^{0,582} \quad (7)$$

Экспериментальные данные [2] в автомодельной области сопротивления отклоняются от результатов расчетов по формуле (7) не более чем на 16 %.

В ряде опубликованных работ (см., например, [6]) предлагается для любых параметров сети вычислять коэффициент гидродинамического сопротивления плоской сети при продольном обтекании по формуле

$$C_0 = F_0 \cdot Re_d^{-0,165}. \quad (8)$$

Преобразуем формулу (8) к виду (9) и покажем, что использование указанной формулы в автомоделной области сопротивления может привести к значительным ошибкам

$$C_0 = F_0 \cdot \left( \frac{d}{L} \cdot Re_L \right)^{-0,165}. \quad (9)$$

На рис. 1а показано, что величина  $C_0$ , рассчитанная по формуле (9), монотонно уменьшается с ростом числа Рейнольдса – линия 2. Тогда как опытные данные, приведенные в [1,2,6], говорят, что при  $Re_L > 10^6$ , этот коэффициент можно считать не зависящим от числа Рейнольдса.

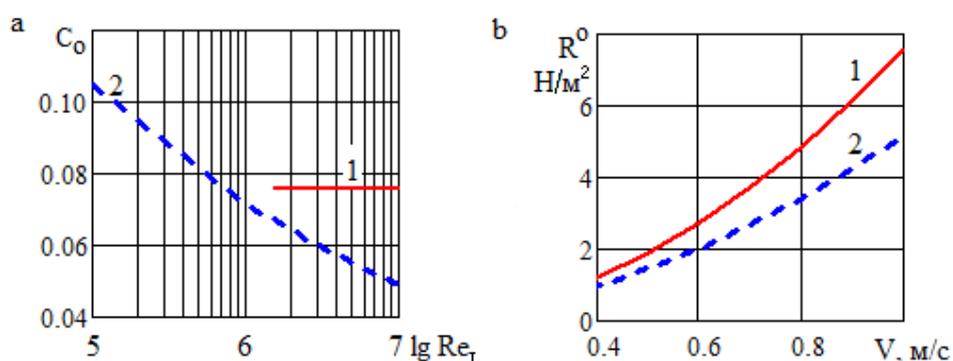


Рис. 1. а – коэффициент гидродинамического сопротивления плоской сети при продольном обтекании; б – сила сопротивления на единицу площади рыболовной сети; 1 – по формуле (7), 2 – по формуле (9)

По рис. 1б указанное отличие мало сказывается на результате расчета силы гидродинамического сопротивления, действующей на плоскую рыболовную сеть при небольших скоростях. Но при скоростях около одного метра в секунду ошибка расчета силы гидродинамического сопротивления превышает 30 %.

На рис. 2 показано, как влияют на коэффициент гидродинамического сопротивления сплошность сети  $F_0$  и отношение диаметра нити к длине сети  $\delta = d/L$ . Рост обеих этих величин приводит к увеличению коэффициента гидродинамического сопротивления. Заметим, что при увеличении длины сети  $L$  коэффициент  $C_0$  уменьшается, что согласуется с формулой (3) Ф.И. Баранова.

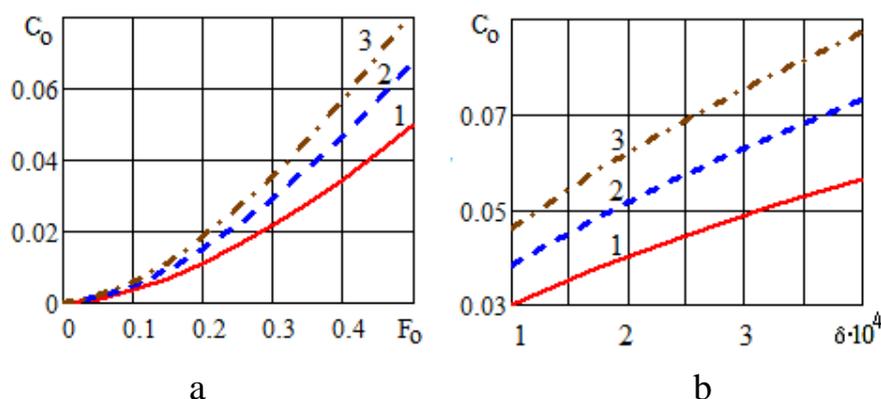


Рис. 2. Коэффициент гидродинамического сопротивления плоской сети при продольном обтекании; а – зависимость от сплошности сети при различных значениях отношения  $\delta = d/L$ : 1 –  $\delta = 0,0001$ ; 2 –  $\delta = 0,0002$ ; 3 –  $\delta = 0,0003$ ; б – зависимость от отношения  $\delta$  при различных значениях сплошности сети: 1 –  $F_0 = 0,2$ ; 2 –  $F_0 = 0,3$ ; 3 –  $F_0 = 0,4$

#### Литература

1. Великанов, Н.Л. Коэффициент гидродинамического сопротивления плоских сетей при продольном обтекании / Н.Л. Великанов, В.А. Наумов // Рыбное хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 94-97.
2. Буй-Ван-Ки, Сопротивление плоской сети, параллельной потоку / Буй-Ван-Ки, Ю.А. Данилов // Сборник научных трудов КТИРПХ. – 1971. – Вып. 32. – С. 58-65.
3. Розенштейн М.М. Механика орудий рыболовства: учебное пособие / М.М. Розенштейн. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2000. – 363 с.
4. Баранов, Ф.И. Техника промышленного рыболовства / Ф.И. Баранов. – М: Пищепромиздат, 1960. – 696 с.
5. Наумов, В.А. Эмпирическая формула для коэффициента гидродинамического сопротивления плоской рыболовной сети при продольном обтекании в автомодельной области / В.А. Наумов, Н.А. Агиевич // Известия КГТУ. – 2014. – № 32.
6. Недоступ, А.А. Методы расчета пассивных сетных орудий внутреннего и прибрежного рыболовства / А.А. Недоступ. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2010. – 280 с.

## **Моделирование динамических процессов крыла ставного подвешного невода**

**Недоступ А. А., Ражев А. О.** (г. Калининград, Калининградский государственный технический университет, кафедра промышленного рыболовства)

**Аннотация.** В статье приводится методика расчета крыла ставного подвешного невода в условиях изменяющегося течения, расположенного перпендикулярно потоку воды.

**Abstract.** The article provides a method of calculating the wing seine in a variable velocity of flow, placed perpendicular to the water flow.

**Ключевые слова:** крыло невода, уравнения, динамика.

**Key words:** wing seine, equations, dynamic.

Ставной неводной лов имеет большое промысловое значение в экономике России. Одной из значимых проблем при эксплуатации ставных подвешных неводов является его штормоустойчивость. При проектировании ставных неводов необходимо учитывать то, чтобы в условиях критической гидрометеорологической обстановки обеспечить максимально возможный вылов в сравнительно короткие сроки.

Одной из основных задач для эффективного промысла является разработка методик расчета крыла ставного невода как при отсутствии течений, так и при их наличии; определение экспериментальных коэффициентов держащей силы различных типов якорей.

В данной статье предлагается математическая модель крыла ставного подвешного невода, позволяющая по заданной конструкции и параметрам материалов дели, оснастки и внешней среды определить его силовые и пространственно-временные характеристики.

Рассмотрим метод моделирования поведения крыла ставного подвешного невода, находящегося в потоке воды с изменяющейся во времени скоростью течения. На верхней подборе крыла расположены оснастка и плав, нижняя подбора подгружена. Крыло ставного невода закреплено при помощи горизонтальных и наклонных оттяжек к якорю. На горизонтальных оттяжках расположен плав (см. рис. 1).

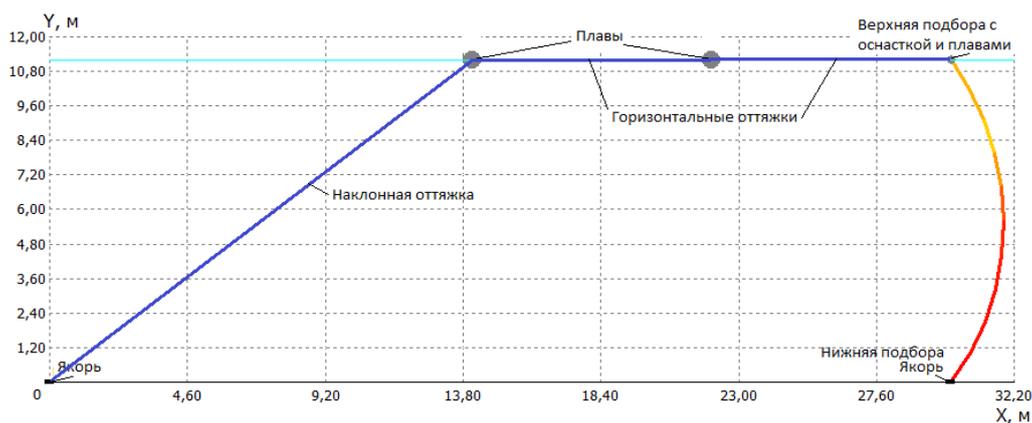


Рис. 1. Вид крыла ставного подвесного невода в плоскости OXY

Пусть поток воды направлен параллельно ее поверхности по нормали к крылу невода. При таких условиях расчет можно проводить в плоскости OXY, то есть в двумерном пространстве. В плоскости OXY крыло ставного невода представляет собой кривую линию. Применив метод конечных элементов разобьем эту кривую на несколько участков и заменим каждый участок прямолинейным отрезком (см. рис. 2). Чем больше разбиений, тем точнее будет математическая модель. Аналогично поступим с оттяжками. Каждую оттяжку представим одним прямолинейным отрезком. Введем понятие узла как точку на конце отрезка. В результате получим ненаправленный односвязный граф, состоящий из множества вершин  $N$ , являющихся точками соединения отрезков (участков крыла невода и оттяжек) и множества ребер, замещающих отрезки (см. рис. 2).

Сосредоточим массы и веса всех участков невода в узлах графа и составим дифференциальные уравнения движения и определим начальные условия для каждого узла  $i \in N$  (1) [1]:

$$\begin{cases} \frac{d\bar{v}_i}{dt} = \bar{w}_i, & \bar{v}_i(0) = \bar{0} \\ \frac{d\bar{r}_i}{dt} = \bar{v}_i, & \bar{r}_i(0) = \bar{r}_i^0 \end{cases}, \quad (1)$$

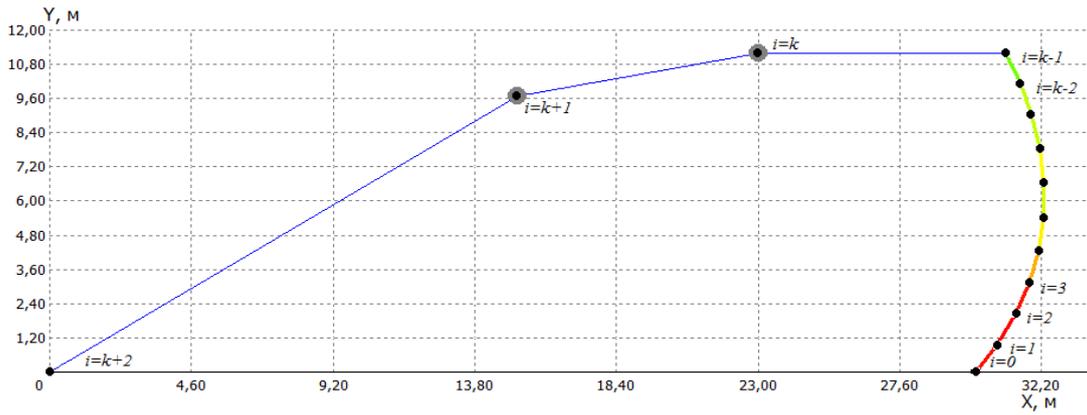


Рис. 2. Граф математической модели крыла ставного подвесного невода  
 где  $v_i$  – скорость узла  $i$ ;  $w_i$  – ускорение узла  $i$ ;  $r_i$  – координаты узла  $i$ ;  
 $r_i^0$  – начальные координаты узла  $i$ ;  $t$  – время процесса моделирования.

Ускорение для каждого узла определяется из уравнения (2):

$$m_i \bar{w}_i = \sum_{j \in N_i} \left( \frac{\bar{r}_j - \bar{r}_i}{|\bar{r}_j - \bar{r}_i|} \frac{T_{ij}}{2} - \frac{\bar{R}_{ij} + (0, G_{ij})}{2} \right) + \bar{F}_i, \quad (2)$$

где,  $m_i$  – сосредоточенная масса в узле  $i$  с учетом присоединенной массы;  $w_i$  – узловое ускорение в точке  $i$ ;  $R_{ij}$  – сила гидродинамического сопротивления, действующая на участок невода или оттяжку между узлами  $i$  и  $j$ ;  $G_{ij}$  – вес участка невода или оттяжки между узлами  $i$  и  $j$ ;  $r_i$  – координаты узла  $i$ ;  $r_j$  – координаты узла  $j$ ;  $T_{ij}$  – сумма сил натяжения всех ниток, пересекающих плоскость, проходящую через узлы  $i$  и  $j$  параллельно плоскости OXZ;  $F_i$  – дополнительная сила, зависящая от узла  $i$ ;  $N_i$  – множество всех узлов, смежных узлу  $i$  по ребру  $(i,j)$ .

При расчете ускорений необходимо учесть влияние присоединенной массы. Для упрощения вычислений будем считать присоединенную массу каждой нитки как для цилиндра диаметром, равным диаметру нитки. Присоединенная масса для цилиндра равна массе жидкости в его объеме [2,3].

Суммарная сила натяжения на участке  $(i,j)$  определяется из уравнения (3):

$$T_{ij} = \begin{cases} \left( \frac{|\bar{r}_j - \bar{r}_i|}{L_{ij}} - 1 \right) E_{ij} A_{ij} & |\bar{r}_j - \bar{r}_i| > L_{ij} \\ 0 & |\bar{r}_j - \bar{r}_i| \leq L_{ij} \end{cases}, \quad (3)$$

где,  $A_{ij}$  – сумма площадей поперечного сечения всех ниток или оттяжек на участке  $(i,j)$  плоскостью, проходящей между узлами  $i$  и  $j$  параллельно плоскости OXZ;  $L_{ij}$  – длина участка  $(i,j)$  при  $T_{ij}=0$  (без

растяжения);  $E_{ij}$  – модуль упругости материала участка невода (для капрона принят  $1,7 \cdot 10^9$  Па).

Найдем для каждого узла  $m_i$  и  $F_i$ , а для каждого участка  $G_{ij}$ ,  $R_{ij}$  и  $A_{ij}$ , и подставим их в уравнения (2) и (3). Массу, сосредоточенную в узле и вес участка вычислим по формулам (4):

$$m_i = m_{0i} + \frac{1}{2} \sum_{j \in N_i} ((\rho_{ij} + \rho)V_{ij}), \quad G_{ij} = (\rho_{ij} - \rho)V_{ij}g, \quad (4)$$

где,  $\rho_{ij}$  – усредненная плотность ниток участка  $(i,j)$ ,  $\rho$  – плотность воды,  $V_{ij}$  – объем ниток участка  $(i,j)$ ,  $m_{0i}$  – собственная масса (с учетом присоединенной) узла  $i$  без участков.

Для узлов  $i=[1 \dots k-2]$  и  $i=k$  (см. рис. 3) примем:  $F_i=0$ ;  $m_{0i}=0$ . Для узла  $i=0$  (нижняя подбора, вертикальная оттяжка и якорь) дополнительная сила и собственная масса находятся по формулам (5):

$$\overline{F}_i = -\overline{(0, 2G_{nau_{xB}} + G_B)} - \overline{e_i} R_{jB} \overline{(F_i, 0)}, \quad m_{0i} = \frac{(2nau_{xB}G_B + G_B)(\rho + \rho)}{(\rho_G - \rho)g}, \quad (5)$$

где,  $G$  – погонный вес в воде нижней подборы;  $G_B$  – вес якоря вертикальной оттяжки;  $n$  – количество ячей по верхней кромке крыла;  $u_x$  – посадочный коэффициент по верхней кромке крыла;  $a$  – шаг ячее;  $R_G$  – сила гидродинамического сопротивления участка нижней подборы;  $e_i$  – единичный вектор, имеющий направление скорости перемещения узла  $i$  относительно потока воды;  $F_{jB}$  – сила удержания якоря вертикальной оттяжки;  $\rho_G$  – усредненная плотность нижней подборы с якорем.

Дополнительные силы и собственные массы для узлов находятся по формулам (6)-(8). Для узла  $i=k-1$  (верхняя подбора с плавками):

$$\overline{F}_i = \overline{(0, 2Q_{nau_x})} - \overline{e_i} R_Q, \quad m_{0i} = \frac{2nau_x Q (\rho_Q + \rho)}{(\rho - \rho_Q)g}, \quad (6)$$

где,  $Q$  – погонная плавучесть верхней подборы;  $R_Q$  – сила гидродинамического сопротивления участка верхней подборы;  $\rho_Q$  – усредненная плотность верхней подборы.

Для узлов  $i=k$  и  $i=k+1$  (плав на горизонтальных оттяжках):

$$\overline{F}_i = \overline{(0, Q_v)} - \overline{e_i} R_v, \quad m_{0i} = \frac{Q_v (\rho_v + \rho)}{(\rho - \rho_v)g}, \quad (7)$$

где,  $Q_v$  – плавучесть плава,  $\rho_v$  – усредненная плотность плава,  $R_v$  – сила гидродинамического сопротивления плава.

Для узла  $i=k+2$  (якорь на наклонной оттяжке):

$$\overline{F}_i = -\overline{(0, G_H)} - \overline{(F_{fH}, 0)}, \quad m_{0i} = \frac{G_H (\rho_{GH} + \rho)}{(\rho - \rho_{GH}) g}, \quad (8)$$

где,  $G_H$  – вес якоря наклонной оттяжки;  $F_{fH}$  – сила удержания якоря наклонной оттяжки;  $\rho_{GH}$  – плотность якоря наклонной оттяжки.

Для вычисления силы гидродинамического сопротивления  $R_{ij}$  используются эвристические зависимости [4], связывающие проекции этих сил на оси локальной декартовой системы координат с проекциями участка невода в той же системе координат.

Силу удержания якорей определим по формулам (9) и (10):

$$F_f = \begin{cases} \operatorname{sgn}((\overline{v}_G - \overline{v})_x) f F_y & | F_y < 0 \\ 0 & | F_y \geq 0 \end{cases}, \quad (9)$$

$$F_{i,y} = \left( \sum_{j \in \{1,k\}} \left( (\overline{r}_j - \overline{r}_i) \frac{T_{i,j}}{|\overline{r}_j - \overline{r}_i|} - \frac{\overline{R}_{i,j} + \overline{(0, G_{i,j})}}{2} \right) + \overline{F}_i \right)_y, \quad (10)$$

где,  $F_{i,y}$  – проекция на ось ОУ равнодействующей сил за вычетом силы трения, приложенных к якорю;  $f$  – коэффициент держащей силы;  $v_G$  – абсолютная скорость якоря;  $r_i$  – координаты якоря.

#### Литература

1. Недоступ А.А., Ражев А.О. Моделирование динамических характеристик ставной сети. Рыбное хозяйство. №2. – 2013. – С. 97-99.
2. Ламб Г. Гидродинамика, пер. с англ., М. – Л., 1947.
3. Риман И. С., Крепс Р. Л. Присоединенные массы тел различной формы, М., 1947.
4. Недоступ А.А., Володько Д.А., Ражев А.О. Гидродинамический расчет рыболовной сети// Сборник трудов V международной научно-практической конференции «Инженерные системы – 2012». РУДН. Москва. 2012. – С. 27-31.

## **Исследование погружения нижней подборы кошельковых неводов в гидроканале ОАО «МариНПО»**

**Недоступ А. А., Макаров В. В.** (*г. Калининград, Калининградский государственный технический университет, кафедра промышленного рыболовства*)

**Аннотация.** В статье описываются опыты с моделями кошельковых неводов проведенных в гидроканале ОАО «МариНПО»

**Abstract.** This paper describes experiments with models of purse seines conducted in flume tank of "MariNPO".

**Ключевые слова:** кошельковый невод, модель, гидроканал.

**Key words:** purse seine, model, flume tank.

Кошельковые невода относятся к обкидным орудиям лова. Они представляют собой сетную стенку большой длины и высоты, которой окружают скопление рыбы. Общая длина невода, обычно, колеблется от 200 до 1500м, а высота стены – от 30 до 300м.

Работы с промысловыми кошельковыми неводами не всегда позволяют производить многократное повторение опытов, учитывать все внешние факторы, кроме этого, не позволяют вести наблюдение за происходящими процессами. Проведение подобных работ связано с неудобствами ввиду значительных размеров кошельковых неводов, больших затрат средств и времени и, кроме того, из-за сложности постановки опытов возможны ошибки. В связи с этим очень важно знание хотя бы приблизительных ожидаемых результатов, которые позволят намного сократить и облегчить опыты с натурой. Такие предварительные результаты могут быть получены путем моделирования происходящих процессов, после сравнения, которых с результатами, проведенными на натуре, может быть получена наиболее правильная закономерность между интересующими нас факторами. Такой подход к решению этого вопроса позволяет на уменьшенной модели проводить качественное и количественное изучение процесса, происходящего на натуре, дает возможность обобщить результаты единичного опыта и распространить его на природу.

Исследования в гидроканале позволяют измерить все основные характеристики кошелькового лова – время замета, глубину погружения стенки невода, натяжение в стяжном тросе.

Гидроканал построен в 1979 году, и представляет собой специальную установку лабораторного типа для проведения экспериментов в области гидромеханики орудий промышленного рыболовства.

В нашем распоряжении имелись два отчета натуральных испытаний, в которых проводились экспериментальные работы по определению скорости погружения кошелькового невода при различной загрузке и которые легли в основу наших опытов (см. табл. 1):

- 1) В 1985г. В С-В Атлантике на СТР пр.503 типа «Альпинист» со штатным кошельковым неводом 740×225м по чертежу 014-93-100
- 2) В 1984г в Ц-В Атлантике на СТР пр.503 «Чесма» с кошельковым неводом 740×200м по чертежу 1793 НПО «Промрыболовства»

Таблица1. Основные характеристики кошельковых неводов

	Лвп, м	Лнп, м	Н, м	Загрузка, кг
014-93-100	703	882	225	2199
1793 НПО «Промрыболовства»	740	851	200	2459

По результатам анализа натуральных данных были сделаны выводы:

- 1) при загрузке нижней подборы на 25%, по сравнению со штатной, скорость погружения кошелькового невода увеличивается на 38%,
- 2) дальнейших увеличениях загрузки нижней подборы (50%, 100%) скорость погружения практически не увеличивается,
- 3) при увеличении загрузки на 25%, 50%, 100% по сравнению со штатной, глубина погружения кошелькового невода возрастает на 23-26%.

Цель нашей работы на основе полученных натуральных данных и собственных опытов с моделями неводов разработать простые и надежные полуэмперические математические модели движения кошелькового невода при различных гидрологических условиях.

На кафедре промышленного рыболовства КГТУ были проведены опыты с моделями натуральных кошельковых неводов (см. табл. 2). Были взяты 2 отчета натуральных испытаний кошельковых неводов: чертеж 014-93-

100 (1985) и 1793 НПО (1984). Модели были сконструированы исходя из расчета масштабов подобия по теории Фридмана А.Л. (модель 1) [5] и Недоступа А.А. (модель 2) [2-4].

Таблица 2. Конструктивные характеристики моделей кошельковых неводов

Модель	L, м	H, м	L <sub>вп</sub> , м	H <sub>п</sub> , м	L <sub>нп</sub> , м	a, мм	d, мм	u <sub>x</sub>	u <sub>y</sub>
1	11,0	2,3	7,7	1,6	9,32	8,0	0,95	0,7	0,714
2	11,4	2,1	8,0	1,5	9,4	5,0	0,4	0,7	0,714

В табл. 2 указано:  $L$  – длина невода в жгуте;  $H$  – высота (максимальная) в жгуте;  $L_{вп}$  – длина верхней подборы;  $H_n$  – высота невода (максимальная) в посадке;  $L_{нп}$  – длина нижней подборы;  $u_x$  – посадочный коэффициент по высоте крыла невода;  $u_y$  – посадочный коэффициент по длине крыла невода.

Опыты проводились в гидроканале ЗАО «МариНПО». Для каждой модели при разных загрузках (0Т, 1Т, 1.5Т) проводилось по три замета, измерялось время, и глубина погружения моделей кошельковых неводов при условии течения и без течения, время замета 10с (см. табл. 3).

Таблица 3. Загрузка нижней подборы (равномерно распределенная) моделей кошелькового невода

Модель	Загрузка при 0Т, кг	Загрузка при 1Т, кг	Загрузка при 1,5Т, кг
1	0,0	0,289	0,433
2	0,0	0,26	0,39

По результатам экспериментов, были построены графики зависимости для каждой модели при различной загрузке при условии отсутствия и наличия течения, были рассчитаны средние значения глубины. на графиках видно, что при загрузке 1.5Т время погружения и глубина не сильно увеличивается в сравнении с загрузкой 1Т.

На рис. 1 – 4 изображены графики зависимости глубины погружения моделей 1 и 2 от времени при загрузке нижней подборы 0Т, 1Т и 1,5Т  $Y=f(t, 1Т, v_m=0,22 \text{ м/с})$  без течения и с течением  $v_m$ .

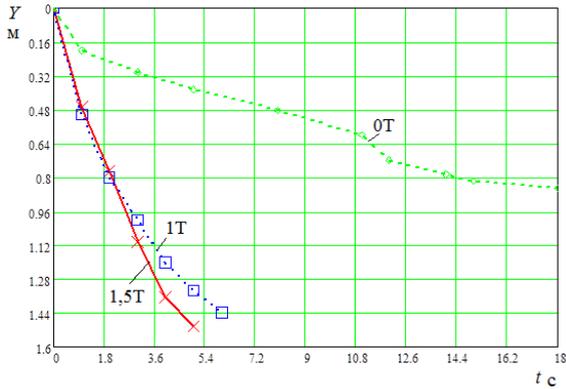


Рис. 1. График зависимости глубины погружения модели 1 от времени при загрузке  $Y=f(t,T)$  без наличия течения

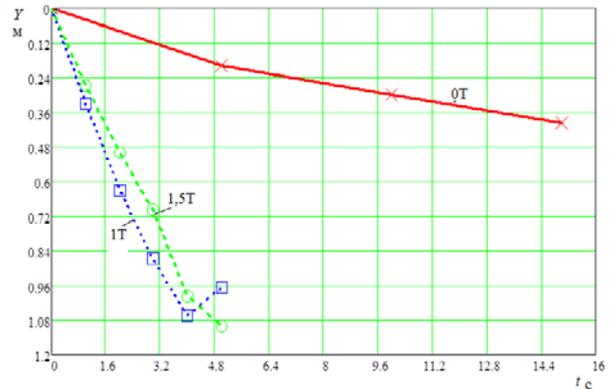


Рис. 2. График зависимости глубины погружения модели 1 от времени при загрузке  $Y=f(t,1T, v_T=0,22 \text{ м/с})$  с наличием течения

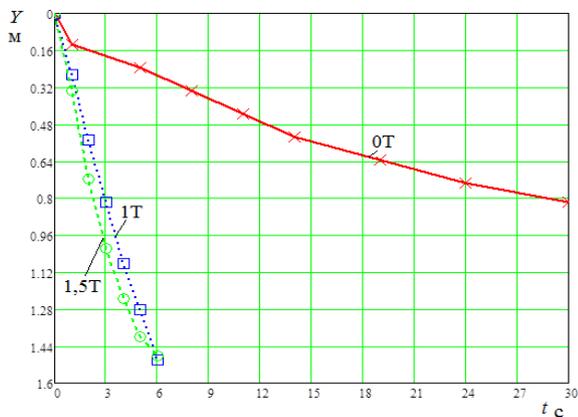


Рис. 3. График зависимости глубины погружения модели 2 от времени при загрузке  $Y=f(t,T)$  без наличия течения

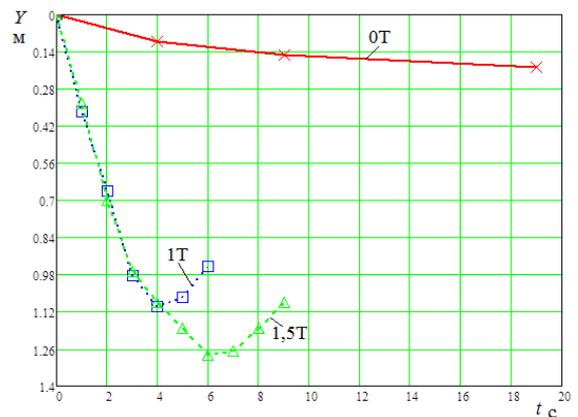


Рис. 4. График зависимости глубины погружения модели 2 от времени при загрузке  $Y=f(t,1T, v_T=0,22 \text{ м/с})$  с наличием течения

Кроме графиков был выполнен расчет времени погружения нижней подборы по формулам Баранова Ф.И., Андреева А.А. и Великанова Н.Л. и сравнен с экспериментальными данными (см. табл. 4 и 5).

Таблица 4. Сравнение, методов расчета времени, погружения модели кошелькового невода по чертежу 014-93-100

Загрузка (N/м)	По формуле Баранова,сек	По формуле Андреева, сек	По формуле Великанова, сек	Опытные данные, сек
T(2,9)	2,76	3,26	2,56	6
1,5T(4,3)	2,44	2,68	2,08	5

Таблица 5. Сравнение, методов расчета времени, погружения модели кошелькового невода по чертежу 1793 НПО «Промрыболовства»

Загрузка (N/м)	По формуле Баранова, сек	По формуле Андреева, сек	По формуле Великанова, сек	Опытные данные, сек
T(2,6)	3,13	3,44	2,72	6
1,5T(3,9)	2,52	2,83	2,22	6

Выводы сделанные на основе экспериментальных работ:

- 1) Время погружение при загрузке 1Т и 1.5Т не различаются, что подтверждают исследования проведенные с кошельковым неводом по чертежу 014-93-100;
- 2) Расчетные данные по сравнению с экспериментальными данными значительно отличаются друг от друга ( $t_p=2,72$ сек,  $t_{оп}=6$ сек);
- 3) Модель 2 сначала погружается на максимальную глубину, потом поднимается. Это можно объяснить тем, что сопротивление сетного полотна больше чем у модели 1 за счет разного шага ячеи ( $a_1=8$ мм,  $a_2=5$ мм);
- 4) Расчетные данные не сходятся с опытными на более 100%, необходимо уточнить математическую модель расчета времени погружения стенки кошелькового невода.

#### Литература

1. Великанов Н.Л., Корягин С.И. Механика системы «кошельковый невод – промысловое судно». Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта. – 2012. – 250 с.
2. Недоступ А.А., Полозков А.В. Математическое моделирование процесса погружения стенки кошелькового невода/ Рыбное хозяйство. – №3. – 2011. – С. 100-102.
3. Недоступ А.А. Физическое моделирование орудий и процессов рыболовства: Монография. Калининград: Издательство ФГБОУ ВПО «КГТУ». – 2012. – 375 с.
4. Недоступ А.А., Наумов В.А., Ражев А.О. Математическое моделирование процесса погружения сетной стенки кошелькового невода под действием течения/ Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. Орел. №. 2-3 (292). 2012. – С. 80-86.

5. Фридман, А.Л. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. М: Легкая и пищевая промышленность. – 1981. – 327 с.
6. Отчет о научно-исследовательской работе исследования гидродинамических сил, действующих на кошельковый невод, 2818НПО – 1987 – Калининград – 75 с.
7. Отчет. Определение скорости погружения кошельковых неводов, 014-119-000 – 1986 – Мурманск – 17 с.

## Политика Китая в Арктике

**Орешкин М. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологии металлов и судоремонта)

Разворачивается борьба за природные ресурсы шапки Земли. КНР испытывает острейшую потребность в любых природных ресурсах. Поэтому Арктика представляет для Пекина очень значительный интерес. Позиция Китая более всего схожа с позицией США, то есть он выступает за максимальную интернационализацию Арктики.

За последние годы интерес различных внерегиональных игроков к Арктике продолжает усиливаться. Китай проявляет интерес к Арктике и усиливает своё присутствие в регионе. Пятая китайская арктическая экспедиция, запланированная на июль-сентябрь 2012 года, впервые прошла по Северному морскому пути от побережья Сибири до Баренцева моря. Китайские полярники на ледоколе «Сюэлун» («Хуе Лонг») нанесли визит в Исландию и обсудили там двустороннее сотрудничество в области научных исследований Арктики.

«Это первый случай, когда наше научно-экспедиционное судно достигнет района Баренцева моря по северо-восточному маршруту», – сказал начальник Государственного океанологического управления Китая Лю Цыгуй, сообщает РИА Новости со ссылкой на агентство Синьхуа. Основной задачей ученых стало исследование морских вод, атмосферы, состояния морских льдов и живого мира в Северного Ледовитого океана. Ледокол «Сюэлун» уже успел пройти Северо-Западным проходом и провести исследования у побережья Аляски и Канады.

Китайские эксперты ранее выступали с критикой в адрес приарктических государств за исключение из игры других важных участников, имеющих интересы на севере. Осенью 2011 года BarentsObserver цитировал статью из журнала «Beijing Review»: «Немыслимо, чтобы неарктические страны использовали арктические водные пути и потребляли арктические энергоносители, не играя при этом роли в процессе принятия решений». Помимо экспедиции на ледоколе, Китай отправил несколько групп полярников на свою арктическую станцию «Хуанхэ» на Шпицбергене для выполнения программы по изучению причин и механизмов изменения климата и состояния окружающей среды.

Главным проводником китайских интересов в этом регионе выступает Норвегия, которая в 2012 году даже предложила сделать Китай членом Арктического совета (кроме пяти перечисленных стран в него сейчас входят Швеция, Финляндия и Исландия).

В последние годы для совершения полярных экспедиций в стране используется судно "Сюелун" ("Снежный дракон"), купленное за рубежом. Однако, это судно имеет свои минусы, например, недостаточно сильная способность преодоления льдов, отсутствие ряда необходимых систем, включая систему эвакуации, сообщил Ли Юаньшэн.

Для удовлетворения потребности в проведении многоотраслевых научных исследований и повышения уровня исследований в полярных зонах планеты необходимо построить новый отечественный полярный экспедиционный ледокол, отметил Ли Юаньшэн. По его словам, новый ледокол, который намечено построить до конца 2013 года и спустить на воду в 2014 году, будет совершать научные экспедиции вместе с судном "Сюелун". Ледокол будет выполнять ледокольные операции, а судно "Сюелун" будет перевозить необходимые для экспедиции средства и материалы.

#### Литература

1. Балакин, В. И. Стратегия Китая в Арктике и Антарктике / В. И. Балакин // Китай в мировой и региональной политике. История и современность. Вып. XVII. – М. : ИДВ РАН, 2012. – С. 227–241.

## Оценка функции готовности «человеческого элемента» при эксплуатации судна

**Пеньковский Д. В., Зива И. И., Пеньковская К. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра судовождения)

**Аннотация.** Предложен вариант функции готовности «человеческого элемента» при эксплуатации судовых технических средств. Составлена модель сглаживания, которая, ослабляя влияние прошлых событий на будущее, может быть использована для прогноза основных показателей надежности судового персонала компании применительно к оценке вероятности безошибочного несения вахты (ВБНВ).

**Abstract.** The article offers the option the function of readiness of the person during the operation of ship's technical means. During the work was compiled “smoothing model” witch can weaken the influence of a past events for the future. This model can be used for the forecasting of the main indicators of reliability working personal of shipping company in the theory of error-free Watchkeeping.

**Ключевые слова:** функция, готовность, прогноз, надежность, вахта.

**Key words:** function, availability, forecast, safety margin, watch.

Отличительными особенностями в развитии современных информационных и экспертных систем, в том числе систем обеспечивающих безопасность мореплавания, являются непрерывное повышение плотности потока поступающих данных и скорость их обработки. Кроме того, практически осуществлен переход от аналоговых устройств к цифровым устройствам обработки информации. В результате внедрения этих технологий повышается оперативность решения штурманом навигационных задач при одновременном снижении его психофизиологических затрат в процессе их выполнения. Однако существенным недостатком используемых в настоящее время судовых информационных и экспертных систем является отсутствие в них возможности представления данных оператору в том случае, когда поступающие сообщения принимаются в условиях низкого соотношения полезной мощности информационного сигнала к суммарной мощности действующих на приёмник системы помех [1] – [3].

В этих ситуациях информационные и экспертные системы либо игнорируют такие сигналы, либо в лучшем случае посылают в адрес источника данных сообщений запрос об их повторе. Указанные ситуации

частичной информационной неопределённости представляют серьёзную опасность для навигации, поскольку ценность сообщения об угрожающих судну опасностях заключается не только в полноте содержащихся в них сведений, но и в своевременности их доставки. Данную проблему в значительной степени можно нивелировать, если наряду с совершенствованием технической части информационных систем использовать методы интеллектуальной обработки сообщений, поступающих оператору. В этом случае вероятность неправильной интерпретации принимаемых данных будет сведена к минимуму и одновременно появится возможность предварительного решения задачи по обеспечению безопасности мореплавания в каждом конкретном случае непосредственно информационной системой без вмешательства оператора. Его функции в этих условиях должны заключаться в выборе окончательного варианта действий, оптимального с его точки зрения. Таким образом, задачу обеспечения безопасной эксплуатации судна в условиях частичной неопределённости данных, получаемых от судовых информационных систем за счет внедрения методов интеллектуальной обработки поступающих сообщений, способных повысить информативность этих систем, можно считать актуальной. Для определения вида функциональной готовности «человеческого элемента» эксплуатирующего экспертную систему, которая обеспечивает безопасность мореплавания, введем в рассмотрение случайный процесс  $x(t) \in X(t)$ , определенный в эргатической системе «человек – техническое средство». Пусть в этой системе процесс  $x(t) \in X(t)$  характеризует поведение «человеческого элемента» при восприятии навигационной информации от экспертной системы в момент  $t$ , а при его реализации может быть представлен следующими параметрами: –  $t_i$  – случайными моментами, появления ошибок у «человеческого» элемента при восприятии информации; –  $t'_i$  – случайными моментами исправления этих ошибок; –  $U_i$  – случайным временем без ошибочной деятельности; –  $V_i$  – случайным временем исправления ошибок. Если в момент  $t$  человеческий элемент не совершает ошибок при восприятии навигационной информации, то будем считать, что случайный процесс  $x(t) \in X(t)$  в этот момент находится в состоянии  $H_0$ . Если в момент  $t$  «человеческий элемент» совершает ошибку при восприятии навигационной информации и этот момент меньше чем реакция судна на управление, принятой по

данным от экспертной системы  $\tau_{don}$ , то будем считать, что случайный процесс  $x(t) \in X(t)$  находится в состоянии  $H_1$ . В тех же случаях, когда «человеческий элемент» совершает ошибку при восприятии навигационной информации и этот момент больше чем реакция судна на управление, принятой по данным от экспертной системы  $\tau_{don}$ , то будем считать, что случайный процесс  $x(t) \in X(t)$  находится в состоянии  $H_2$ . Кроме того, необходимо принять, что величина реакции «человеческого элемента» на ошибку восприятия навигационной информации является постоянной величиной и не зависит от его психофизического состояния.

С позиции обеспечения безопасности из трех состояний, в которых может находиться «человеческий элемент», опасным следует считать лишь состояние  $H_2$ , поскольку в этом состоянии уже невозможно избежать ошибки, можно лишь минимизировать ее последствия. При таком подходе к классификации деятельности «человеческого элемента» в составе экспертной системы функцию готовности к безошибочному восприятию навигационной информации и соответствующих рекомендаций можно представить следующим образом:

$$k(t, \tau_{don}) = P[x(t) \in H_0 \cup H_1].$$

Детерминированные процессы, отражающие функцию готовности судового персонала компании могут быть описаны математической моделью в следующем общем виде:

$$X(t) = W[\beta(x, t)] + V[\alpha(\varepsilon), t], \quad (1)$$

где  $V[\alpha(\varepsilon), t]$  – вектор функции многомерных коэффициентов  $\alpha$  и времени  $t$ , а  $W[\beta(x, t)]$  – линейная или нелинейная по параметру  $t$  математическая модель этой деградации.

В частном случае для индивидуальной характеристики функции готовности судового специалиста можно использовать уравнение:

$$X(t) = W[\beta(x), t] + \varepsilon(t),$$

где  $W[\beta(x), t]$  – функция необратимой составляющей готовности;  $\varepsilon(t)$  – колебания обратимой компоненты с периодами, меньше интервала прогнозирования.

Построение модели  $W[\beta(x), t]$  зависит от сложности состояния прогнозируемой кадровой системы компании [4], [5]. Например, для описания показателей надежности эксплуатации судна можно использовать общепринятый метод, основанный на интерполяционном подходе. Для такого подхода функция готовности  $X(t)$  может быть описана

полиномом степени  $m$ , например, интерполяционной формулой Лагранжа или Ньютона. Тогда

$$W[L(\mu, m)X] = L_{\mu 0} X(t_0) + L_{\mu 1} X(t_1) + \dots + L_{\mu i} X(t_i) + \dots + L_{\mu \mu} X(t_\mu),$$

где  $t_\mu$  – точки наблюдения за изменениями параметра  $X(t_\mu)$ .

Таким образом, если показатели  $X(t_\mu)$  принимаются за необходимый уровень функции готовности, то степень близости этого уровня к реальному состоянию кадровой системы компании, может быть определена обычным способом, например, по методу наименьших квадратов.

Корректировка функции готовности в кадровой системе на судне компании зависит от ее многомерности и в наиболее простом случае может быть представлена линейной моделью имеющей вид:

$$W[\beta(x), t] = \sum_{i=1}^{\mu} \beta_i(x) \varphi_\mu(t),$$

где  $\varphi_\mu(t)$  – любая система временных функций, в которых варьируются коэффициенты регрессий.

Численная реализация метода наименьших квадратов связана с соотношением:

$$\sum_{I=1}^n \{X(t_i) - W[\beta(x), t_i]\}^2 = \min,$$

при условии, что степень полинома аппроксимации  $m$  заведомо меньше числа точек наблюдения  $n$ , фиксирующих каждый момент  $t_i$ .

Построение более сложных моделей функции готовности судовых специалистов возможно лишь по результатам апробации простых математических моделей. Однако здесь следует отметить, что применительно к формализованным оценкам возрастных изменений надежности судовых специалистов достаточного количества экспериментальных данных в настоящее время нет.

Для простых моделей процесса  $W[\beta(x), t_i]$  известны методы их коррекции по результатам анализа полученного прогноза. Если значения временного ряда  $X(t)$  неравнозначно влияют на значения прогнозируемой области, то возможно их взвешивание и сглаживание. Используя экспоненциальные закономерности, для текущих данных, им можно присваивать более высокую значимость (вес), чем результатам более ранних оценок. Для сглаживания и взвешивания используются известные

методы оценок, например, методы рекуррентных отношений. При этом общая модель функции готовности «человеческого элемента» может быть представлена в виде:

$$W[\beta(x), t] = \beta \sum_{i=1}^{n-1} (1-\beta)^i X(t_{n-i}) + \sum_{i=0}^m (X(t_i)/m) \quad (2)$$

где  $m$  – число начальных значений вероятности безошибочного несения вахты;  $\beta < 1$  – параметр сглаживания;  $X(t_{n-i})$  – значения параметра процесса деградации уровня функции готовности вахты в момент  $t_{n-i}$ ;  $X(t_i)$  – значения параметра процесса деградации этого уровня в момент времени  $t_i$ .

Таким образом, модель сглаживания (2), ослабляя влияние прошлых событий на будущее, может быть использована для прогноза основных показателей надежности судового персонала компании применительно к оценке вероятности безошибочного несения вахты (ВБНВ). В этом случае, используя базу данных о судовых специалистах по результатам прошлой работы, можно исключить из общей выборки сведения о надежности отдельных судовых специалистов, которые не вписываются в общие закономерности. Формально такой критерий отбора может быть составлен с привлечением правила «трех сигм» и способен обеспечить решение задачи выбора при нормальном законе распределения исследуемой выборки судовых специалистов.

## Литература

1. Гладышевский М. А. Организационно-технические структуры, обеспечивающие безопасную эксплуатацию судна / М. А. Гладышевский, М. А. Пасечников, К. В. Пеньковская ; под общ. ред. В. И. Меньшикова. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2008. – 212 с.
2. Кукуи, Ф. Д. Основные процессы в структурах безопасной эксплуатации судна / Ф. Д. Кукуи, Н. А. Анисимов, А.А. Анисимов; под общ ред В. И. Меньшикова. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2008. – 185 с.
3. Меньшиков В. И. Оптимизация выбора результата при разрешении проблемной промыслово-навигационной ситуации / Меньшиков В. И., Никитцев К. В., Левоев И. Н., Сологубов В. В. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т – 2013. – Т.16 № 4 – С 761 – 763.

4. Пеньковский Д. В. Оценка деградации уровня знаний и умений человеческого элемента при эксплуатации судна / Д. В. Пеньковский, К. В. Пеньковская, В. И. Меньшиков // Вестник Астраханского государственного технического университета, серия Морская техника и технология № 2 – 2013. – 56 – 60 С.
5. Пеньковский Д. В. Оценка основных параметров процесса ротации судового персонала в компании / Д. В. Пеньковский, К. В. Пеньковская, В. И. Меньшиков // Вестник Астраханского государственного технического университета, серия Морская техника и технология № 2 – 2013. – 51 – 56 С.

## **Подводная геодезическая сеть территориальных вод морских государств. Обозначение границы территориальных вод на морских картах, в национальной геодезической системе**

**Санаев А. И.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ»*)

**Аннотация.** Рассматривается новое направление в прикладной науке по навигации о создании подводной сети для территориальных вод данного государства, чтобы эта территория была подобна территории на Земле этого государства и подводные гидроакустические центры были бы надёжно закреплены на дне территориальных вод данного государства и были бы как геодезические центры в геодезической сети. Это можно считать, что предлагается прогноз для будущего развития водных границ для территориальных вод между соседними морскими государствами и принятия приведённых координат для морских принимаемых карт, как бумажных, так и в электронном виде между соседними государствами.

Земные геодезические сети изучены и имеют теоретическую основу. Геодезические координаты границы между соседними государствами строго обозначены и согласованы между соседними странами.

Подводные сети в территориальных водах придётся заново создавать. Это будущее для морских государств. Желательно, для подводных вод иметь бы международный закон, как в Извещениях Мореплавателей различных международных морских границ. Возможно, подводная сеть будет иметь большое теоретическое и практическое значение для развития подводных границ между соседними морскими границами в будущем.

Это направление должно заинтересовать морские государства, которые объявили территориальные морские воды и желают морскую границу грамотно обозначить на своих выпускаемых морских картах, в своих национальных геодезических системах. Это будет первый шаг в создании подводных границ в территориальных водах морских государств. Данные границы должны быть согласованы с соседним государством. Возможно, могут заинтересоваться целые отрасли, подобные государственным геодезическим системам. Спутниковые же навигационные системы будут существовать и развиваться.

Приводится анализ, как в современных условиях оборудовать внешние границы территориальных вод государства в национальной

геодезической системе. Для выпускаемых морских карт, для пояса Земли от  $80^0$  северной широты до  $80^0$  южной широты данного государства и для морских и электронных карт, а также изучение существующих земных границ между соседними государствами. Военные гидрографы начали изучать побережье земли Франца-Иосифа и делать прибрежный гидрографический промер и топографическую съёмку береговой черты островов.

Какие были использованы общенародные законы и соглашения между соседними государствами. Необходимо познакомиться с государственными пограничными знаками, различными нейтральными полосами, водной территорией, горной местностью и другими частями соседней границы. Надо полагать, что это всё находится в динамике, в развитии новой техники.

Думаю, что надо поставить вопрос о применении геоцентрических координат Земли для морских навигационных карт, для всех морских государств. Должны принять две геодезические системы. Первая геодезическая система. Начальное направление на точку пересечения \_Гринвичского меридиана с земным экватором. В этой системе координаты постоянные. Вторая система. Начальное направление направлено на точку весеннего равноденствия. В этой системе учитывается изменения астрономических координат. Возможно, можно принять координаты на какой-то определённый срок, задаваясь точностью координат на данный период. Иметь общую систему координат на какой-то период для всех государств, для морских навигационных карт.

Анализируются существующие координаты центра Земли. В современных условиях эти координаты используются для навигационных спутников, как в Америке, так и в России.

Созданы навигационные комплексы, которые мгновенно решают поставленные задачи, но учёным надо знать первичные источники начальных данных, чтобы было понятно всем инженерам и судоводителям.

Как у становить на дне вод территориальных гидроакустические активные и пассивные центры подводных знаков и их надёжно закрепить. Это новое направление, которое требует теоретического и практического изучения и экспериментов.

Возможно, первый шаг, установить специальные морские буи с гидроакустической аппаратурой на малых глубинах, чтобы они имели

точность на первых порах в пределах 10-20 метров. Это нужно, чтобы точно обозначить границы своих территориальных вод. Они должны иметь международное признание. Вот для этого создаётся подводная сеть, которая связана с геодезическими координатами данной береговой черты государства. Эта сеть подобна геодезической наземной сети, с классами точности сетей, которая принята многими государствами. Соблюдаются, принятые всемирные морские законы и расчёты выполняются для морских навигационных карт. Координаты берутся приведённые для пояса Земли с северной и южной широтой  $80^0$  и национальной геодезической системой. Проекция продольно цилиндрическая, подобная проекции Меркатора и национальная геодезическая система. Референц-эллипсоид для Российской Федерации надо взять ПЗ-90. (Уже принята система ГСК-2011-для геодезических и картографических работ в России).

Второй вариант. Необходимо взять для России референц-эллипсоид ПЗ-90 и геодезические координаты. Проекцию Земли взять поперечно цилиндрическую. Расчёт вести на трапециях Земли  $4^0$  по широте и  $6^0$  по долготе. Масштаб взять 1:100 000, может быть подойдёт и масштаб 1:200 000, чтобы производить расчёт в геодезических координатах России в данной национальной геодезической системе.

На земле территория Земли России была выполнена в масштабе

1:1 000 000 для трапеций в  $4^0$  широте и  $6^0$  по долготе с перекрытием соседних границ зон в 30 минут.

Устанавливаются на дне территориальных вод данного государства гидроакустические аппараты активного и пассивного действия. Создаются подводные пункты, входящие в систему треугольников, которые в дальнейшем уравниваются как в геодезии. Определение подводных центров производится по СНС «Навстар». Эти треугольники после гидроакустических работ в данном районе уравниваются, как в геодезии уравнивали геодезические сети после геодезических работ. Создаются координаты данного подводного района. Представляется каталог. Он может быть, как секретным, так и открытым. Принимается точность координат по районам территорий, согласно важности их для навигации и самого государства.

Это будет запасной вариант, который можно использовать, если выйдет из строя СНС. Это приоритет самого государства для

территориальных вод. Морские границы территориальных вод будут иметь хорошее теоретическое обоснование.

Координаты, возможно, надо брать приведённые и национальные геодезические системы или же настало время взять геоцентрические координаты для трёх океанов для морских навигационных карт. Они могут быть, как в постоянной системе координат, где начальное направление направлено на точку пересечения Гринвичского меридиана с земным экватором. В точной системе координат, начальное направление, указывает на точку Весеннего равноденствия и учитывается годовое изменение астрономических координат Земли.

Как создать секретную или открытую подводную геодезическую сеть с гидроакустическими подводными центрами, которые нужно надёжно закрепить на дне. Создать знаки в виде гидроакустических активных и пассивных аппаратов, соблюдая существующие международные морские законы. Эту секретную или открытую подводную сеть можно поместить в своих территориальных водах, а также в отельных районах открытых водах морей, океанов Земли, соблюдая соответствующие всемирные морские законы. Необходимо теоретическое рассмотрение гидроакустических аппаратов, которые необходимо надёжно устанавливать на морском дне. Акустические аппараты должны быть активные и пассивные и дальность действия должна быть максимальная, для средней дальности и малой дальности. Безусловно, эту сеть нужно контролировать и охранять. Создать определённые точки на побережье для контролирования за данными акустическими центрами. Работа важная и интересная. Вначале создать подводный полигон, с подводными гидроакустическими знаками, которые объединены в единую сеть. Как охранять эту сеть и как её использовать практически. Работа большая и интересная.

Данная сеть не будет уступать СНС «Глонасс», так как эта система будет использована для определения гидроакустических аппаратов. Но эта система будет в дальнейшем не зависима от СНС и будет использована данным государством в секретных или открытых целях, как запасная, не зависящая от воздействия других сил.

Первый вариант расчёта в приведённых координатах для существующих морских бумажных карт или электронных карт. Пояс

Земли от  $80^{\circ}$  N до  $80^{\circ}$  S. В Антарктиде будут морские карты по ним можно работать, используя локсодромию и ортодромию.

Возможно, следует использовать геодезические координаты и поперечную цилиндрическую проекцию, как это сделано на территории Российской Федерации для топографических карт.

Пример. Гидрографы, в своё время, использовали для определения места судна на своей территории створы, навигационные знаки, отражатели, радиомаяки, радионавигационные системы, спутниковые навигационные системы и так далее. Раз они могут это создать, то могут это и уничтожить эти знаки и системы. Пример. Я для морской карты №945 рассчитывал створы и маяки, контролировал их строительство. Но если бы поступил строгий приказ Правительства об уничтожении этих створов и маяков на морской карте №945, то поджечь деревянные знаки не стоило бы мне трудностей. Это я указываю просто для примера, что может сделать гидрограф в своём государстве. Думаю, что можно уничтожить или засекретить спутниковую навигационную сеть различными способами.

Поэтому для подводных лодок предлагаю создать секретную или открытую акустическую подводную сеть для различных важных подводных районов. Указать точность этих систем. Опробовать такие автономные сети и дать рекомендации. Это запасной вариант, когда выйдут из строя спутниковые навигационные системы.

Расчёт текущих координат определяется по схеме после обсервации судна.

$$, \varphi_T = \varphi_0 + \Delta\varphi . \quad , \lambda_T = \lambda_0 + \Delta\lambda .$$

Приращение координат определяется за короткое время по формулам письменного счисления.  $\Delta\varphi = S \cdot \cos K$        $\Delta\lambda = S \cdot \sin K$

Гидрографическое судно, имея на борту спутниковую аппаратуру, навигационные комплексы и гидроакустическую систему, ставит на выбранном дне моря, океана гидроакустические подводные центры и буи, или устройства и надёжно их закрепляет на дне и создаёт сети как в геодезии. Как это сделать нужно, отработать практически. Затем, определяя своё место по СНС «Глонасс», для своей морской бумажной карте или на электронной карте, в продольной цилиндрической проекции, для пояса Земли от 80 градусов северной широты до 80 градусов южной, в своей геодезической системе. Эта система подобна проекции Меркатора. Указывается национальная геодезическая система своего государства. С

помощью гидроакустической судовой аппаратуры определяем точно гидроакустические аппараты на дне данного района. Создаём подводную сеть для определения места атомной и простой подводных лодок и надводных кораблей.

За системой надо следить, охранять и корректировать. В данном районе подводная лодка скрытно будет иметь координаты своего места, и направлять свои ракеты на заданную цель. Безусловно, это практически надо доработать. Произвести эксперименты. Это новое направление в прикладной науке. Должна быть заинтересованность государства или определённых ведомостей. Создание автономных систем не зависящих от СНС «Глонасс» и СНС «Навстар-GPS» это перспектива для будущего.

Начало создания гидроакустической сети. Используем 12-мильную границу, аналитически рассчитанную для морской карты №12000. Точки границы должны входить в гидроакустические треугольники. Начать с морской навигационной карты №12000, в которой уже аналитически рассчитаны координаты 12-мильной границы. Изучив гидроакустические аппараты и их дальность, начать использовать создавать гидроакустическую подводную сеть на карте №12000.

1. Определить нужные районы, где не тралят донную рыбу морские рыболовные суда, чтобы не повредить гидроакустическую сеть данного района. Возможно, создать запретные районы, где находятся подводная гидроакустическая аппаратура.

2. Определить количество и дальность действия этой гидроакустической системы. Её надёжность и точность. Большая исследовательская гидроакустическая работа.

3. Скрытность данной системы в пассивном и активном варианте.

Работы, очень много, но она может быть сделана по подобию геодезической сети разного класса точности. Работа, на мой взгляд, очень интересная скрытная и важная для подводных и надводных кораблей. Я просто хочу заинтересовать военную и гражданскую гидрографии, чтобы они начали в этом направлении работать. Просто начали бы делать эксперименты для различных морских районов и различной точности, как в геодезии, так и гидрографии. Территориальные воды будут продолжением земной территории России.

Это начало громадной и интересной геодезической и гидрографической работы. Имея гидрографическую, гидроакустическую и

спутниковую аппаратуру на военных и гражданских судах и созданную гидроакустическую подводную сеть. Имея специальную аппаратуру можно начать производить исследования. Нужна только воля предприятий или самого государства. В этих условиях атомные подводные лодки могут, не всплывая иметь точно своё место и выполнять, поставленные перед ними задачи. Это можно выполнять скрытно, и оперативно для военных нужд. Кроме того, можно не использовать спутниковые навигационные системы. Подводная сеть территориальных вод может решать многие вопросы определения места судна.

Только имея гидроакустическую аппаратуру подводной лодки, скрытно и очень точно определять свои координаты, использовать текущие координаты и производить запуски ракет из подводного положения атомной лодки, по заранее известным целям. Эта система может пригодиться и при плавании подводной лодки подо льдом Ледовитого океана.

Безусловно, это начало нового направления в прикладной науке, на которое надо обратить учёным, которые используют навигационные и топографические карты и национальную геодезическую систему. Тема, безусловно, требует тщательной проработки.

Необходимо изучить, как создаётся береговая граница между соседними государствами. Статус этой границы и международные документы. Это новое направление в исследовании данного вопроса.

Есть открытая техническая Литература и открытые различные документы нашего государства и других всеобщих морских законов и конвенций. Привожу часть таких документов.

Начало создания гидроакустической сети для морской навигационной карты №12000.

Имея теорию аналитического расчёта внешней 12мильной границы в территориальных водах морей Арктики и Северной части Тихого океана Российской Федерации, укажем теоретический расчёт подводной гидроакустической сети для территориальных вод Российской Федерации для морской карты №12000. Берём список координат, рассчитанный для внешней для морской карты №12000, и создаём на этой карте треугольники для расстояний 3-12 миль. Используя дальность гидроакустических аппаратов для этого района. Затем производим уравнивание данных треугольников, после гидроакустических работ. Как

обычно делали после геодезических работ и указывали класс точности сетей. Необходимо согласовать вопросы о координатах для морских **картах, на которых указаны эти территории.**

#### Литература

1. Конвенция о территориальном море и прилежащей зоне. Выпущено 29 апреля 1958 г., Женева. Конвенцию ООН за 1982 – 1984 годы.
  2. Законодательные акты и распоряжения государственных органов СССР по вопросам мореплавания. Приложение к выпуску 1 Извещений мореплавателям. Министерство обороны Союза ССР. ГУНиО. 1986г.
  3. Словарь международного права. – М. : Международные отношения, 1985.
  4. Сборник международных соглашений и законодательных актов СССР по вопросам мореплавания. Министерство обороны Союза ССР, гидрографическое управление. – М., 1971.
  5. №13. Постановление Правительства Российской Федерации. 1369. О формировании банка данных о внешней границе исключительной экономической зоны Российской Федерации. Председатель Правительства Российской Федерации В. Путин. Москва 16 марта 2000 г. №230.
  6. Правительство Российской Федерации. Постановление от 28 декабря 2012 г. №1463 Москва. О единых государственных системах координат. Председатель Правительства Российской Федерации. Д. Медведев.
  7. Приложение к постановлению Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2012 г. №1463. Фундаментальные геодезические постоянные, а также параметры земного эллипсоида, применяемые в единых государственных системах координат.
  8. Таблица ширины территориальных вод и специальных зон зарубежных государств Министерство Обороны Союза ССР ГУНиО. 1978 г.
  9. Сборник основных сведений о ширине и методах отсчёта прибрежных
  10. Морских вод зарубежных государств. Министерство Обороны Союза ССРГУНиО. 1981г.
- Данилов В.В., Хренов Л.С., Кожевников Н.П., Кононов Н.С Геодезия М., Недр. 1974. 416 с.

## Способ управления судном при выполнении им швартовочной операции к борту судна, лежащего в дрейфе

Юдин Ю. И., Петров С. О., Холичев С. Н (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра судовождения)

**Аннотация.** Способ управления швартуемым судном при выполнении им швартовочной операции к борту судна партнёра, лежащему в дрейфе (оба судна вместе называются швартуемыми судами) по величине поперечных смещений двух точек швартуемого судна, носовой  $A$  и кормовой  $B$ , от текущего положения траектории сближения с судном партнёром, лежащем в дрейфе.

**Abstract.** Method of steering of the vessel during mooring operation to drifting partner vessel (both vessels are called mooring vessels) by means of lateral deflection magnitude of two points of the mooring vessel, forward  $A$  and aft  $B$  from current position of approach path with drifting partner vessel.

**Ключевые слова:** Швартовка судна, способ управления судном, траектория сближения, поперечное смещение носовой и кормовой точек.

**Key words:** Vessel's mooring, steering method, approach path, lateral deflection of forward and aft points.

Технический результат, на достижение которого направлен описываемый в данной статье способ, состоит в соблюдении условия движения швартуемого судна в конечной стадии швартовки со скоростью равной продольной составляющей линейной скорости судна партнёра.

Для достижения указанного технического результата в способе управления швартуемым судном, при выполнении им швартовочной операции к борту судна партнёра когда в пределах контуров швартуемого судна и судна партнёра, в их диаметральных плоскостях выбирают по две точки, одна из которых находится в носу  $A$  (швартуемое судно),  $A_n$  (судно партнёр), другая – в корме  $B$  (швартуемое судно),  $B_n$  (судно партнёр) относительно мидель-шпангоута соответствующего судна.

Координаты точек  $A$ ,  $B$ ,  $A_n$ ,  $B_n$  в неподвижной координатной системе определяют непрерывно с высокой точностью ( $\pm 1,0$  м). Используя значения координат точек швартуемого судна  $A(X_{0A}, Y_{0A})$ ,  $B(X_{0B}, Y_{0B})$  и судна партнёра, лежащего в дрейфе  $A_n(X_{0An}, Y_{0An})$ ,  $B_n(X_{0Bn}, Y_{0Bn})$  в

неподвижной координатной системе, координаты тех же точек в подвижных системах координат, связанных с швартуемым судном  $A(X_A, Y_A)$ ,  $B(X_B, Y_B)$  и судном партнёром, лежащем в дрейфе  $A_n(X_{An}, Y_{An})$ ,  $B_n(X_{Bn}, Y_{Bn})$ , координаты ЦТ швартуемого судна в связанной с ним подвижной координатной системе  $G(X_G, Y_G)$  и судна партнёра, лежащего в дрейфе в связанной с ним подвижной координатной системе  $G_n(X_{0Gn}, Y_{0Gn})$ , а так же значения расстояния между ДП швартующихся судов  $h_o$  и расстояние между ЦТ швартующихся судов  $m$  рассчитывают:

– координаты центра тяжести швартуемого судна  $G(X_{0G}, Y_{0G})$  в неподвижной координатной системе;

- координаты центра тяжести судна партнёра, лежащего в дрейфе  $G_n(X_{0Gn}, Y_{0Gn})$  в неподвижной координатной системе;

- координаты точек  $A'_n(X_{A'n}, Y_{A'n})$  и  $B'_n(X_{B'n}, Y_{B'n})$ , расположенных на перпендикулярах к ДП судна партнёра, лежащего в дрейфе восстановленных в точки  $A_n$  и  $B_n$ ;

- координаты проекции ЦТ судна партнёра, лежащего в дрейфе  $G'_n(X_{0G'n}, Y_{0G'n})$  в неподвижной координатной системе на траекторию сближения в конечной стадии швартовки, проходящую параллельно ДП судна партнёра, лежащего в дрейфе через точки  $A'_n$  и  $B'_n$ ;

- координаты второй заданной точки  $P_2(X_{0P2}, Y_{0P2})$  в неподвижной координатной системе;

- текущее значение длины тормозного пути швартуемого судна рассчитывается с использованием уравнения его движения

$$dv/dS = f(v, C_1, C_2, C_3, \dots),$$

где  $v$  – текущее значение скорости швартуемого судна;

$S$  – путь;

$C_1, C_2, C_3, \dots$  – текущие значения параметров уравнения движения швартуемого судна, зависящие от текущих значений параметров, характеризующих текущее состояние загрузки судна и внешней среды (водоизмещения швартуемого судна; параметров посадки корпуса; направления и скорости ветра; параметров волнения; направления и скорости течения; глубины акватории в районе выполнения швартовной операции).

Текущее значение длины тормозного пути швартуемого судна в процессе его сближения с судном партнёром, лежащим в дрейфе

определяется интегрированием уравнения движения швартуемого судна в пределах от  $v = v_n$  до  $v = v'_x$ , т.е.

$$S_T = \int_{v_n}^{v'_x} f(v, C_1, C_2, C_3, \dots) dv .$$

где  $v'_x$  – продольная составляющая линейной скорости швартуемого судна.

При этом текущие значения параметров уравнения движения швартуемого судна  $C_1, C_2, C_3, \dots$  в процессе выполнения швартовой операции может непрерывно идентифицироваться с использованием метода, описанного в работе [5],[6];

- координаты первой заданной точки  $P_1(X_{0P1}, Y_{0P1})$  в неподвижной координатной системе.

Зная координаты первой заданной точки и координаты ЦТ швартуемого судна, определяют текущее положение траектории сближения, проходящей через первую заданную точку  $P_1(X_{0P1}, Y_{0P1})$  и ЦТ швартуемого судна  $G(X_{0G}, Y_{0G})$ . После этого определяют поперечные смещения точек  $A$  и  $B$  от найденной указанным способом траектории сближения.

Непрерывно определяемые значения координат точек  $A$  и  $B, A_n$  и  $B_n$ , позволяют непрерывно вычислять координаты ЦТ швартуемого судна  $G$ , а в месте с непрерывно определяемым текущим значением длины тормозного пути  $S_T$ , и первой заданной точки  $P_1$ , а также поперечные смещения  $d_A$  и  $d_B$  точек  $A$  и  $B$  швартуемого судна от текущего положения траектории сближения.

Возникающие поперечные смещения вырабатывают сигнал на отклонение рулевого органа, например, руля швартуемого судна, по закону:

$$\alpha = -k_A \times d_A + k_B \times d_B ,$$

где  $k_A, k_B$  – коэффициенты усиления по поперечным смещениям носовой и кормовой точек швартуемого судна от текущего положения траектории сближения.

Таким образом, швартуемое судно движется по линии  $GP_1$  в направлении точки  $P_1$ .

В момент выхода швартуемого судна в первую заданную точку, что соответствует равенству координат ЦТ швартуемого судна  $G(X_{0G}, Y_{0G})$  и координат первой заданной точки  $P_1(X_{0G}, Y_{0P1})$  ( $X_{0G} = X_{0P1}; Y_{0G} = Y_{0P1}$ ), оно

переходит к сближению со второй заданной точкой  $P_2$ , при этом текущее положение траектории сближения соответствует положению линии, проходящей через точки  $A'_n(X_{A'n}, Y_{A'n})$  и  $B'_n(X_{B'n}, Y_{B'n})$ , координаты которых рассчитываются непрерывно. Текущие координаты второй заданной точки  $P_2$  ( $X_{OP2}, Y_{OP2}$ ), лежащей на линии  $A'_n B'_n$  вычисляются непрерывно.

Непрерывно определяемые значения координат точек  $A$  и  $B$ ,  $A_n$  и  $B_n$ , позволяют непрерывно вычислять: координаты точек  $A'_n$  и  $B'_n$ , ЦТ швартуемого судна  $G$  и ЦТ судна партнёра, лежащего в дрейфе  $G_n$ , второй заданной точки  $P_2$  в неподвижной координатной системе, а также поперечные смещения  $d_A$  и  $d_B$  точек  $A$  и  $B$  швартуемого судна от текущего положения траектории сближения, которой является линия  $A'_n B'_n$ .

Возникающие поперечные смещения вырабатывают сигнал на отклонение рулевого органа, например, руля швартуемого судна, по известному закону. Таким образом, швартуемое судно движется в точку  $P_2$  по линии  $A'_n B'_n$ .

Моментом выхода швартуемого судна во вторую заданную точку  $P_2$  соответствует равенству координат ЦТ швартуемого судна и второй заданной точки, то есть  $X_{OG} = X_{OP2}, Y_{OG} = Y_{OP2}$ .

В результате применения данного способа достигается возможность получения технического результата – соблюдение безопасности выполнения швартовой операции к борту судна партнёра, лежащего в дрейфе, таким образом, предлагаемый способ управления судном при выполнении им швартовой операции к борту судна партнёра, лежащего в дрейфе соответствует критерию патентоспособности и может широко применяться на практике.

## Литература

1. Дмитриев, В.И. Справочник капитана: справочник / В.И. Дмитриев – Москва: Элмор, 2009. – 797 с.
2. Патент №2422326 Российская Федерация, МПК<sup>8</sup> В63Н25/00. Способ управления судном при выполнении им швартовой операции к борту судна партнера, заявитель и патентообладатель Мурм. гос. техн. ун-т.-2010116539/11; заявл.26.04.2010; опубл.27.06.2011.
3. Снопков, В.И. Управление судном: учебник /В.И. Снопков – Москва: Транспорт, 1991. – 359 с.

4. Цурбан, А.И. Швартовные операции морских судов./ А.И. Цурбан, А.М. Оганов. – М: Транспорт, 1987. – 176 с.
5. Юдин Ю.И. Синтез моделей механизма предвидения для экспертных систем, обеспечивающих безопасную эксплуатацию судна: монография/Ю.И.Юдин. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2007. – 198 с.
6. Юдин, Ю. И. Теоретические основы безопасных способов маневрирования при выполнении точечной швартовки: монография / Ю. И. Юдин, С. В. Пашенцев, Г. И. Мартюк, А. Ю. Юдин. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2009. – 152 с.

## Способ определения поперечной гидродинамической силы образующейся на корпусе судна при выполнении сложного маневрирования

Юдин Ю. И., Холичев С. Н, Петров С. О. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра судовождения)

**Аннотация.** Способ относится к управлению траекторией движения судна, выполняющего сложное маневрирование при швартовке или динамическом позиционировании. Совершенствование управления судном, выполняющим сложное маневрирование, достигается путем прогнозирования его движения методом компьютерного моделирования с использованием математической модели судна.

**Abstract.** Method relates to the management of the trajectory of the vessel performing the difficult maneuvering during mooring or dynamic positioning. Improving the management of the vessel, perform complex maneuvers is achieved by predicting its movements by computer simulation using a mathematical model of the ship.

**Ключевые слова:** математическая модель, поперечная гидродинамическая сила, динамическое позиционирование, швартовка судна.

**Key words:** mathematical model, the transverse hydrodynamic force, dynamic positioning, mooring vessel.

Способ разработан для управления траекторией движения судна, выполняющего сложное маневрирование при швартовке, динамическом позиционировании или дрейфе. Способ характеризуется тем, что перед выполнением сложного маневрирования судно выполняет вращение под воздействием средств активного управления, например подруливающего устройства, при этом измеряют величину угловой скорости судна  $\omega$  и рассчитывают вращающий момент  $M_{пр}$ , образуемый подруливающим устройством. Значения угловой скорости  $\omega$  и вращающего момента  $M_{пр}$  используют для определения значения гидродинамического коэффициента  $c_2$  и величины поперечной составляющей гидродинамической силы  $Y_{\beta}$ , образующейся на корпусе судна при его движении лагом, по формуле:  $Y_{\beta} = C_{y\beta} 0,5 \rho v^2 F_{дп}$ , при этом  $C_{y\beta} \cong c_2$ ,  $\rho$  – массовая плотность воды;  $v$  – линейная скорость судна;  $F_{дп}$  – приведенная площадь диаметрального батокса судна. Повышается эффективность и безопасность выполнения сложного маневрирования судна.

Цель разработки данного способа – совершенствование управления судном, выполняющим сложное маневрирование.

Эффективность и безопасность выполнения сложного маневрирования зависят от наличия необходимой информации, позволяющей адекватно оценить характер поведения судна при воздействии на него внутренних или внешних управляющих воздействий. В качестве управляющих воздействий в данном случае рассматриваются воздействия в виде сил и моментов, образуемых в результате работы движительно-рулевого комплекса судна или движительно-рулевых комплексов вспомогательных (внешних) средств управления, например буксиров.

Прогнозировать поведение судна при выполнении сложного маневрирования в результате управляющих воздействий невозможно без определения гидродинамических параметров его математической модели, в частности значения поперечной гидродинамической силы, образующейся на корпусе судна при его движении.

Ввиду отсутствия соответствующих технических средств измерения гидродинамической силы, образующейся на корпусе судна при его движении, представляется возможным ее определение расчетно-экспериментальным способом.

Известен способ определения гидродинамических параметров математической модели судна (Пат. №2442718, опубл. 20.02.2012).

Способ основан на измерении с помощью приемников спутниковой навигационной системы с дифференциальными поправками в реальном масштабе времени координат двух определенным образом разнесенных в диаметральной плоскости по длине судна точек, условно названных носовой и кормовой, и определении с использованием результатов измерений текущих координат этих точек, текущих значений, кинематических параметров движения судна:

- линейных скоростей носовой  $F$  ( $v_f$ ) и кормовой  $A$  ( $v_a$ ) точек и их проекций на продольную  $X$  ( $v_{xf}$ ,  $v_{xa}$ ) и поперечную ( $v_{yf}$ ,  $v_{ya}$ ) координатные оси, координатной системы  $ZXO$ , связанной с судном;
- абсциссы центра вращения ( $x_0$ ) в координатной системе  $ZXO$ ;
- проекции вектора линейной скорости в центре тяжести на поперечную ось ( $v_y$ );
- линейной скорости центра тяжести судна ( $v$ );
- радиуса кривизны траектории центра тяжести судна ( $R$ );
- угловой скорости судна ( $\omega$ );

- которые используют для вычисления текущих значений гидродинамических параметров математической модели судна, на базе которой выполняют компьютерное моделирование с целью прогнозирования движения судна при маневрировании.

Однако бывают такие виды маневрирования, когда для прогнозирования движения судна нет необходимости определять все гидродинамические параметры его математической модели, как выше указано (Пат. №2442718), достаточно определить только значение поперечной составляющей гидродинамической силы, образующейся на корпусе судна при его движении. К указанным видам маневрирования следует отнести швартовные операции, динамическое позиционирование, дрейф судна. Отличительной особенностью таких маневров является то, что, дрейфуя, выполняя швартовную операцию, позиционируя, судно движется лагом, значения углов дрейфа при этом находятся в диапазоне  $90 \pm 20^\circ$  [2], [3], [5]. Это позволяет рассчитывать значение поперечной составляющей гидродинамической силы, образующейся при движении судна с использованием значения только одного гидродинамического параметра математической модели судна.

Задачей предлагаемого способа является существенное уменьшение количества параметров математической модели, используемых для прогнозирования движения судна в процессе маневрирования, и, как следствие, уменьшение вероятности ошибки прогноза и повышение уровня его надежности и качества.

Способ заключается в следующем. Значение поперечной составляющей гидродинамической силы, образующейся на корпусе судна при его движении, определяется зависимостью:

$$Y_{\beta} = C_{y\beta} 0,5\rho v^2 F_{др}, \quad (1)$$

где  $C_{y\beta}$  – коэффициент поперечной составляющей гидродинамической силы;  $\rho$  – массовая плотность воды;

$v$  – линейная скорость судна;

$F_{др}$  – приведенная площадь диаметрального батокса судна.

Коэффициент поперечной составляющей гидродинамической силы рассчитывается по формуле:

$$C_{y\beta} = 0,5c_1 \sin 2\beta \cos \beta + c_2 \sin \beta |\sin \beta| + c_3 \sin^4 2\beta \operatorname{sign} \beta, \quad (2)$$

здесь  $c_1, c_2, c_3$  – гидродинамические коэффициенты, определяемые

расчетным способом с использованием известных расчетных зависимостей [4], при этом численное значение коэффициента  $c_2$  на порядок выше значений коэффициентов  $c_1, c_3$ ;

$\beta$  – угол дрейфа.

Из выражения (2) следует, что при углах дрейфа, близких к  $90^\circ$ , оно может быть заменено зависимостью

$$C_{y\beta} \cong c_2. \quad (3)$$

Разность в значениях коэффициента  $C_{y\beta}$  при расчете по формулам (3) и (2), в диапазоне углов дрейфа  $90 \pm 20^\circ$ , составляет не более 10%, что удовлетворяет требованиям к точности определения усилий, образующихся на корпусе судна при его движении [2].

Для определения значения поперечной составляющей гидродинамической силы, образующейся на корпусе судна при его движении, можно использовать зависимость (3), неизвестным гидродинамическим параметром в которой является только коэффициент  $c_2$ .

Для определения значения коэффициента  $c_2$  необходимо выполнить вращение корпуса судна под воздействием средств активного управления, например подруливающего устройства.

$$M_{pr} = T_{епр} \times X_{pr}, \quad (4)$$

Таким образом, процедура определения значения поперечной составляющей гидродинамической силы, образующейся на корпусе судна при его движении лагом, заключается в следующем. Перед выполнением сложного маневрирования судно выполняет вращение под воздействием средств активного управления, например подруливающего устройства, при этом измеряют величину угловой скорости судна  $\omega$  и рассчитывают вращающий момент, образуемый подруливающим устройством где  $T_{епр}$  – тяга подруливающего устройства;  $X_{pr}$  – абсцисса канала подруливающего устройства.

Используя значения угловой скорости  $\omega$  и вращающего момента  $M_{pr}$  в соответствии с формулой, представленной в работе [3], рассчитываем значение коэффициента  $c_2$

$$c_2 = 29,645 M_{pr} / (\omega^2 L^4 \rho d) \quad (5)$$

где  $L$  – длина судна;  $d$  – средняя осадка судна.

На основании зависимостей (3), (1) находим величину поперечной составляющей гидродинамической силы, образующейся на корпусе судна

при его движении лагом.

#### Литература

1. Басин, А. М. Ходкость и управляемость судов /А. М.Басин. – М.: Транспорт, 1967.- 255 с.
2. Мاستушкин, Ю. М. Средства активного управления промысловыми судами. / Ю. М.Мастушкин, Е. М.Шестерненко. – М.: Агропромиздат, 1985. – 128 с.
3. Соболев, Г. В. Управляемость корабля и автоматизация судовождения / Г.В.Соболев. – Л.: Судостроение, 1976. – 478 с.
4. Справочник по теории корабля: В 3 т. Т.3. Управляемость водоизмещающих судов. Гидродинамика судов с динамическими принципами поддержания / под ред. Я.И.Войткунского. – Л.: Судостроение, 1985. – 544 с.
5. Юдин, Ю. И. Теоретические основы безопасных способов маневрирования при выполнении точечной швартовки. / Ю. И.Юдин, С.В.Пашенцев, Г. И.Мартюк, А. Ю.Юдин. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2009. – 152 с.

**Развитие морского портового комплекса на арктическом направлении**

**Фофанова А. Ю.** (г. Мурманск, Мурманский филиал РАНХиГС при Президенте РФ, кафедра экономики)

**Аннотация.** Перспективы развития портового комплекса Мурманской области на Арктическом направлении определяются национальной морской политикой. Государство поставило долгосрочные задачи. Для этого потребуются восстановить существовавшую инфраструктуру. В связи с разработкой месторождений объем перевозок в арктические районы быстро увеличивается.

**Abstract.** Prospects for the development of the port of the Murmansk region in the Arctic direction defined national maritime policy. The state has set long-term objectives. To do this, you need to restore infrastructure existed. In connection with the development of fields in the volume of traffic increases rapidly to the Arctic regions.

**Ключевые слова:** перспективы развития, портовый комплекс, Мурманская область.

**Key words:** prospects for the development, port, Murmansk region

В начале 1980-х гг. в результате нарушения межрегиональных связей и перестройки организации управления резко снизился поток грузов, жизненно необходимых для населения и промышленности Арктики. В итоге уменьшилась загрузка региональных портов, наблюдался массовый отъезд специалистов. Например, Мурманский порт сократил численность работающих с 3,8 тыс. чел. в 1987 г. до 2,5 тыс. – в 1992 г. [6]. Правительство осознало серьезность положения, и пятикратное увеличение в 1992 г. тарифов позволило сохранить ледокольный флот страны [7].

Перспективы развития морского портового комплекса Мурманской области на Арктическом направлении определяются главным образом национальной морской политикой. Базисом реализации программных политических установок в целях эффективности морской деятельности является морская экономика. Она основывается на предусмотренных Морской доктриной стратегических региональных направлениях. Наиболее значимым из них (по различным аспектам, в т.ч. экономическим) является Арктическое. Предпосылкой национальной морской политики по нему является создание условий для деятельности российского флота в Баренцевом, Белом, других морях Арктики, на трассе Северного морского пути (СМП), на севере Атлантики. При этом государство поставило следующие долгосрочные задачи: исследовать и освоить Арктику с

ориентацией на развитие экспортных отраслей хозяйства и решение социальных проблем; защищать там интересы РФ; создать суда ледового класса для морских перевозок и пр. [4].

Морская деятельность в акватории морей Европейской Арктики средствами морского портового комплекса Мурманской области представлена единством военно-морской деятельности, грузовыми перевозками, промышленным рыболовством, освоением морских месторождений, перспективами развития морской энергетики и системами базирования флота [5].

Основой развития арктической системы является СМП, комплексное развитие которого позволит решить следующие задачи: это транспортировка внутрироссийских грузов. СМП – это важнейшее средство упрочения единого экономического пространства в Арктической зоне, оживления экономики и жизнеобеспечения для большинства северных территорий РФ; это реализация транзитного потенциала. СМП – самостоятельный евроазиатский коридор. В ближайшие годы планируется перевозить по нему 450-500 млн т транзитных международных грузов. К 2015-2017 гг. транзитные потоки по данному пути могут составить 5,5-7 млн т.

Для его эффективного функционирования потребуется восстановить существовавшую инфраструктуру пути. Необходимость комплексного развития СМП диктуется перспективными прогнозами о ведении крупномасштабных проектов в Арктике по освоению месторождений углеводородного сырья и их обеспечению [1]. Министерство природных ресурсов России разработало и утвердило в 2006 г. Стратегию изучения и освоения нефтегазового потенциала континентального шельфа на период до 2020 г. В ходе ее выполнения планируется к 2020 г. аккумулировать извлекаемые суммарные ресурсы углеводородов в объемах 23-26 млрд т нефти и 90-100 трлн м<sup>3</sup> газа, включая разведанные запасы нефти в объеме 10-13 млрд т, газа – 10-20 трлн м<sup>3</sup> [8].

Для того чтобы реализовать все направления, предполагается, что объемы добычи нефти на участках недр континентального шельфа РФ составят к 2020 г. – до 95 млн т; объем добычи газа к 2020 г. – не менее 150 млрд м<sup>3</sup>. В связи с этим потребуются инвестиционные вложения – около 2,1–3,3 трлн руб. и средства из федерального бюджета (с 2009 г. по 2020 г.) – примерно 33 млрд руб. Конечный суммарный доход российского бюджета составит 3,2–4 трлн руб., в том числе от разовых платежей – до

150 млрд руб. [8].

Другие шельфы РФ (кроме арктического) предоставят к 2020 г. около 40 млрд м<sup>3</sup> природного газа. Возможно построить два атомных ледокола, так как в 2018 г. пять российских ледоколов могут прекратить эксплуатацию и работу продолжит только «50 лет Победы».

В связи с этим заинтересованные федеральные органы разрабатывают программу изучения и освоения всего континентального шельфа РФ, реализация которой позволит изучить и освоить его минерально-сырьевой потенциал с одновременным развитием портовой инфраструктуры. Однако рентабельность перевозок морскими судами в арктических районах традиционно низкая – по причинам малой скорости во льдах, потерь ходового времени, невозможности плавания кратчайшими путями, необходимости дорогой системы обеспечения безопасности. В совокупности это приводит к значительному повышению стоимости перевозок грузов. Малые сроки безледокольной навигации и высокая стоимость делает портовые услуги экономически невыгодными для вывоза сырья из арктических районов, так как оно будет неконкурентоспособным на мировом рынке [2].

В связи с поиском, разведкой и разработкой месторождений объем перевозок в арктические районы быстро увеличивается и уже выходит за пределы короткого срока безледокольной арктической навигации. Задача продления срока этой навигации является одной из главных проблем арктического судоходства. Существует даже точка зрения, что для увеличения сроков плавания в арктических морях необходимо повысить мощность ледоколов.

Перспективы разработки месторождений нефти арктических морей в ближайшие годы должны изменить объем и характер грузопотоков в Арктике, перегружаемых в портах Мурманской области. При любых обстоятельствах порт Мурманск сохранит свое традиционное значение «ворот в Арктику», поскольку он начальный отрезок СМП и ближайший к центру страны выход в открытый океан. Обслуживание Крайнего Севера означает сохранение жизни на этой территории, а существующие проблемы решаются в основном за счет использования возможностей Мурманского порта.

В связи с этим представляется важным выбрать ограниченный круг ключевых вопросов, решив которые, можно преобразовать действующую

систему грузоперевозки в Арктике в новую – совместными усилиями всех участников. В противном случае завоз грузов на Крайний Север из года в год будет происходить под флагом «героической эпопеи» [3, с. 123].

Изменение механизма портовой работы должно охватить такие экономические интересы основных участников передачи грузов в порту, которые бы при работе «по-старому» привели к ощутимым материальным убыткам. Следовательно, в заданном направлении начнут работать все заинтересованные в успехе: министерства, предприятия, организации всех видов транспорта и их клиенты. При достаточном экономическом стимуле предприятия, участвующие в перевозках через морские порты, приступят по собственной инициативе к разработке и внедрению элементов новой системы, в первую очередь – в собственной сфере деятельности.

#### Литература

1. Адрианов, В. Современные тенденции в развитии мирового морского транспорта и перспективы развития морского транспорта России // Общество и экономика. – 2005. – № 6. – С. 169-179.
2. Бурханов, В. Ф. Проблемы подводного судоходства в зарубежной Арктике [Текст] : География водных путей Арктики : сборник статей – Л., 1978. – С. 65-74.
3. Бутов, В. И. Основы региональной экономики [Текст] / В. И. Бутов, В. Г. Игнатов, Н. П. Кетова. – Ростов н/Д. : Изд. центр «МарТ», 2001. – 448 с.
4. Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 г. // Судостроение. – 2001. – № 6. – С. 9–12.
5. Остапенко, В. Морская экономика Севера // Морской сборник. Журнал военно-морского флота. – 2005. – № 3. – С. 35.
6. Программа возрождения Российского флота // Водный транспорт. «Панорама». – 1993. – № 48. – С. 3.
7. Пузырев, В. П. Под флагом России. История зарождения и развития морского флота [Текст] / В. П. Пузырев. – М. : Согласие, 1995. – 565 с.
8. Селин, В. С. Экономические условия и инновационные возможности обеспечения конкурентоспособности месторождений углеводородного сырья арктического шельфа [Текст] / В. С. Селин. – Апатиты : Изд. КНЦ РАН, 2008. – 267 с.

# БИОРЕСУРСЫ, УСТОЙЧИВОСТЬ И РАЗВИТИЕ ЭКОСИСТЕМ СУБАРКТИКИ

**Изменения структуры литорального сообщества бухты Белокаменная  
Кольского залива**

**Афончева С. А., Губина Д. В.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ»,  
кафедра биологии*)

**Аннотация.** Изучены сезонные изменения таксономического состава сообщества макробентоса в бухте Белокаменная и рассмотрены перестройки структуры сообщества, выражающиеся в смене видов-доминантов в сообществе. Наиболее вариабельна структура сообщества на среднем горизонте литорали.

**Abstract.** Seasonal changes of the taxonomic composition of macrobenthos community in the Belokamennaya bay were studied and the rearrangements within the community, expressing through shifts of dominant species, were considered. The most variable community structure is observed in the middle intertidal horizon.

**Ключевые слова:** макробентос, литораль, структура сообществ, Кольский залив, виды доминанты.

**Key words:** macrobenthos, intertidal zone, community structure, the Kola bay, dominant species.

Сообщества макробентоса, как и любые живые системы, подвержены изменениям во времени. Сообщества не являются окончательно сформированными неизменными структурами, они представляют собой варианты в процессе развития сообщества. Наиболее простые и периодически встречающиеся изменения сообществ это сезонные изменения их структуры [1]. Перестройка структуры сообществ может быть вызвана вариацией внешних абиотических условий, определяться динамикой развития популяций фонообразующих видов [2].

Целью работы является исследование сезонных изменений в структуре литорального сообщества бухты Белокаменной. Для оценки изменений нами были изучена динамика таксономического состава ценоза и рассмотрены сезонные смещения в структуре сообщества.

Сбор проб осуществлен в среднем колене Кольского залива в бухте Белокаменная. Пробы отбирали посезонно в 2012-2013 гг., с нижнего, среднего и верхнего горизонтов литорали (в зимний период – со среднего и нижнего), в трех повторностях. Применяли метод пробных площадей с использованием учетной рамки размером 10\*10 см. Пробы подвергали камеральной обработке.

Бухта Белокаменная открытого типа, располагается в среднем колене в прибрежной излучине Кольского залива [3]. Литораль характеризуется большой протяженностью, в сизигийный отлив обнажается до 350-400 м.

Всего в исследуемом районе обнаружено 18 таксонов.

Таксономический состав сообщества претерпевает изменения в течение сезонов. Доминируют двустворчатые моллюски (рис. 1). На литорали можно выделить два основных биоценоза – *Macoma balthica* на верхнем горизонте, *Mytilus edulis* – на среднем и нижнем горизонтах, что определяется наличием соответствующего предпочтениям вида субстрата на литорали. Летние сезоны характеризуются наиболее уравновешенным численным составом ценоза: *Bivalvia* составляют 30-35%, *Gastropoda* 15-20%, *Oligochaeta* – 20-23%. В обилии представлены ракообразные, увеличивается численность полихет, встречается наибольшее число видов гастропод (*Testudinalia tessellata*, *Hydrobia ulvae*, *Skeneopsis planorbis*).

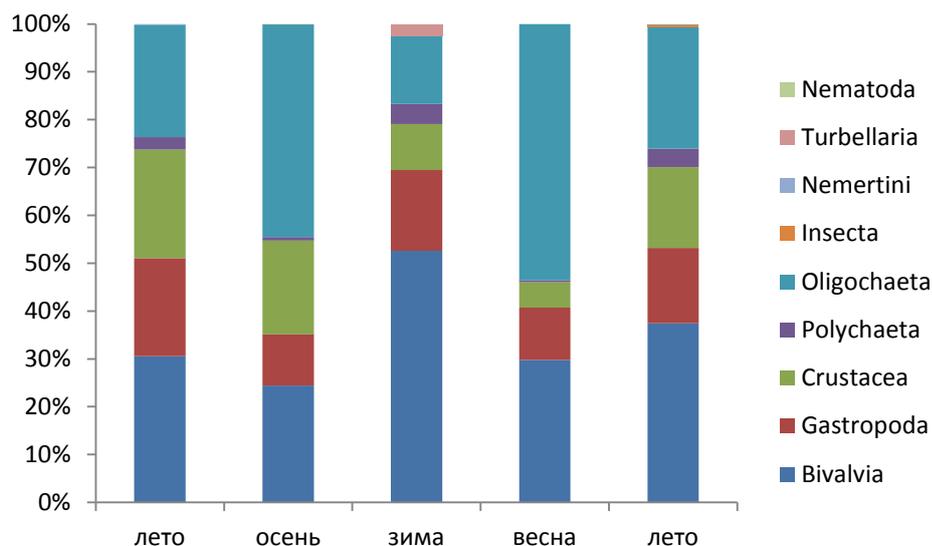


Рис.1. Структура сообщества макробентоса б. Белокаменная по численности

Сезонная динамика структуры сообщества в бухте Белокаменная носит различный характер на трех горизонтах литорали.

Верхний горизонт литорали характеризуется наиболее стабильной структурой сообщества: доля биомассы доминирующей макомы на протяжении всех сезонов составляет 50-63 %, доля мидий низкая, относительная биомасса литторин составляет 15 % с пиком в весенний сезон (до 33 %). Смены доминантов в сообществе не происходит.

Наиболее переменны характеристики сообщества на средней литорали. На данном участке в весенний период наблюдается смена доминирующих видов: мидия уступает место макоме и литторинам, которые формируют соответственно 50 % и 30 % биомассы сообщества. В летний сезон мидия снова лидирует на полигоне, достигая прежнего высокого значения (более 50 %).

На нижнем горизонте неизменно доминирует *Mytilus edulis*, хотя значения ее относительной биомассы на участке варьируют в широком диапазоне от 82 % в летний период до 36 % весной. Поселения видов *Littorina saxatilis* и *Macoma balthica* подвержены менее ярко выраженным флуктуациям: доля маком увеличивается с осеннего по летний сезон, при этом динамика макомы обратна динамике мидии, при снижении в сообществе массовой доли *Mytilus edulis* доля макомы увеличивается (рис. 2.).

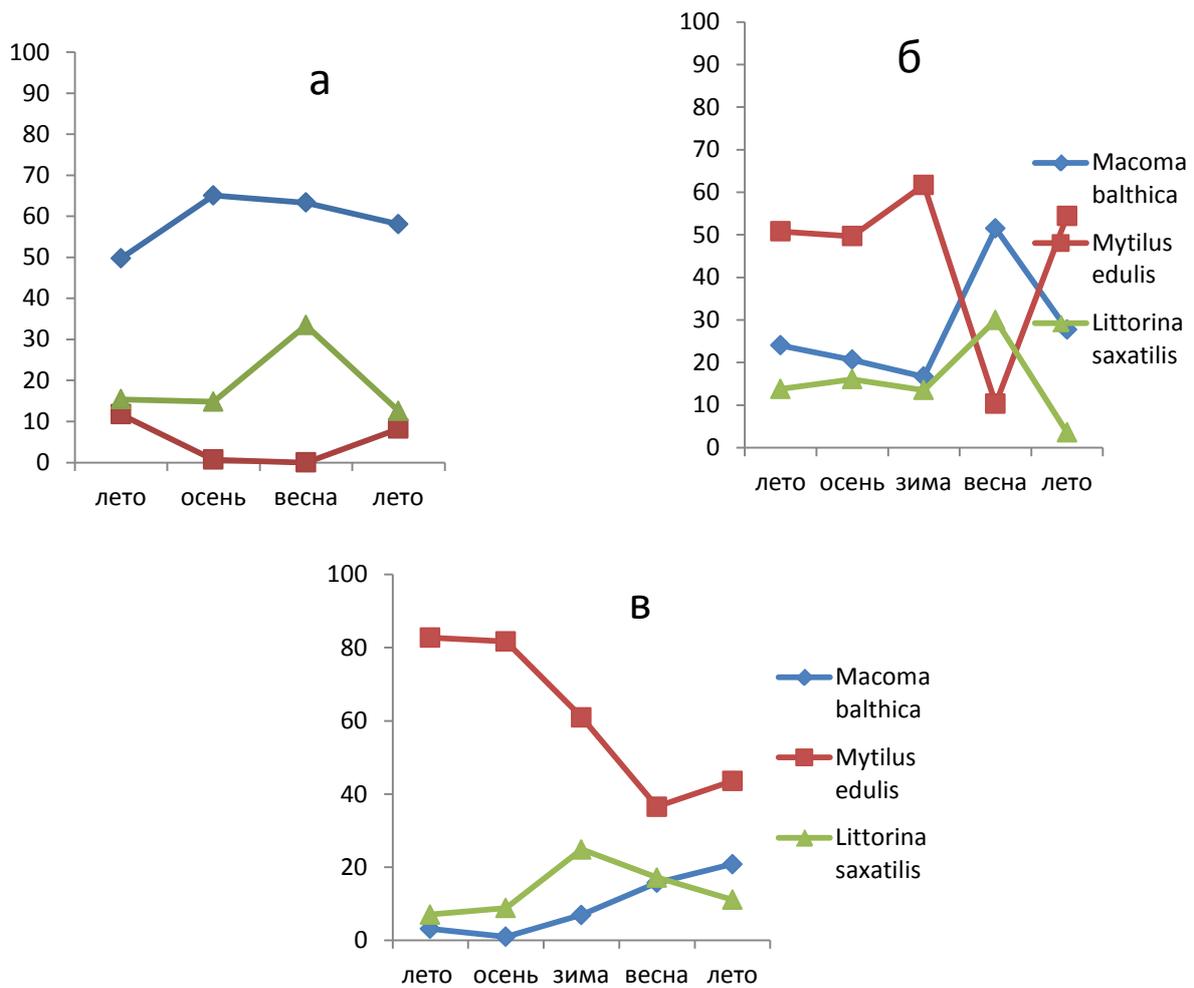


Рис. 2. Сезонное изменение относительной биомассы доминирующих видов на литорали б . Белокаменная. По оси ординат – относительная биомасса, %; а – верхний горизонт, б – средний, в – нижний.

Наиболее стабильная структура характерна для поселения *L. saxatilis*, диапазон вариации относительной биомассы которой составляет от 7 до 33 %, высоко изменчива доля мидий (от полного отсутствия на верхнем горизонте до 83 % на нижнем). Поселение *M. balthica* отличается наименьшей вариацией на верхнем горизонте и существенными изменениями обилия на средней литорали.

Таким образом, перестройки в структуре рассмотренного сообщества характерны преимущественно для среднего горизонта литорали. Наблюдаемые в биоценотической организации макробентоса перестройки – временные смены доминантов в сообществе, могут быть спровоцированы циклами размножения массовых видов, являться результатом сезонных перемещений организмов, вызванных флуктуациями абиотических

условий (концентрации кислорода, содержания органических веществ в грунте [1], солености, температуры).

#### Литература

1. Столяров, А.П. Структурно-функциональная организация эстуарных экосистем Белого моря [Текст]: дис... док. биол. наук: 03.02.10 / Столяров Андрей Павлович. – Москва, 2011. – 399 с.
2. Филиппова, Н.А. Многолетние изменения структуры сообществ макробентоса в условиях песчаной литорали Белого моря [Текст] / Н.А. Филиппова, Н.В. Максимович // XII Международная конференция с элементами школы для молодых ученых и аспирантов «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря» (Петрозаводск, 30 сентября – 4 октября 2013 г.). Сборник материалов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. – С. 311-314.
3. Современное экологическое состояние бухты Белокаменная Кольского залива и прилегающей зоны [Текст]. – Апатиты: РАН ММБИ, 1992. – 53 с.

## Оценка выедания треской сайки Баренцева моря с учетом пространственно-временного перекрытия ареалов на примере 2006 и 2013 гг.

Бензик А. Н. Кривошея П. В. (г. Мурманск, ФГУП «ПИНРО»)

**Аннотация.** По данным количественного анализа питания в 2006 и 2013 гг. рассчитаны суточные и квартальные пищевые рационы трески Баренцева моря в районах перекрытия ареалов трески и сайки в осенний период

**Abstract.** Daily and quarterly cod feeding rations in the Barents Sea have been calculated according to the quantitative analysis of stomach contents in 2006 and 2013 in overlapping areas of cod and polar cod in autumn.

**Ключевые слова:** сайка, треска, Баренцево море, пищевой рацион, потребление пищи.

**Key words:** Polar cod, cod, the Barents Sea, feeding ration, food consumption.

Введение.

Сайка – наиболее многочисленный вид рыб в арктических морях. Этот вид имеет промысловое значение, а также занимает важное место в экосистемах морей Северного Ледовитого океана как основной объект питания рыб, млекопитающих и птиц [1]. В последние годы произошло резкое сокращение запаса сайки [2]. Одним из возможных факторов, влияющих на численность сайки, является хищничество трески, в питании которой в осенний период сайка составляет важную часть ее рациона.

В августе-октябре треска совершает протяженные миграции на север и север-восток Баренцева моря в поисках пищи [3], и в этот период интенсивность выедания сайки треской во многом определяется степенью перекрытия ареалов этих видов [4].

На рабочей группе ИКЕС по Арктическому рыболовству [5] при определении запасов и величины общего допустимого улова (ОДУ) мойвы, трески и пикши используются оценки потребления пищи трески. Однако, эти расчеты выполняются без учета степени перекрытия ареалов хищника и его жертвы.

Цель настоящей работы – оценить воздействие хищничества трески на запас сайки в 2006 и 2013 гг. (при максимальном и минимальном уровнях численности последней) с учетом степени перекрытия ареалов этих двух видов. Основные задачи настоящей работы следующие:

- изучить распределение трески и сайки в Баренцевом море в 2006 и 2013 гг.;
- проанализировать состав пищи и интенсивность питания трески в районах перекрытия ареалов обоих видов;
- оценить суточные рационы трески на акватории перекрытия ареалов трески и сайки;
- выполнить расчет потребления сайки треской в осенний период;

#### Материалы и методы

В работе использовались материалы совместной российско-норвежской экосистемной съемки Баренцева моря 2006 и 2013 гг. [6].

Для изучения пространственного распределения скоплений трески использовались данные уловов донным тралом (кг на кв.милю). Для построения карт распределения сайки использовался гидроакустический коэффициент  $s_A$  (коэффициент обратного поверхностного рассеяния слоя,  $m^2/kv.milю$ ) [7].

Для оценки питания трески использовали материалы количественно-вещного анализа питания трески. В районах перекрытия ареалов трески и сайки в 2006 г проанализировано 312 желудков трески, а в 2013 г. – 642. Сбор материала и обработку содержимого желудков проводили по стандартным методикам, принятым в ПИНРО [8]. Для оценки интенсивности питания использовали индекс наполнения (ИН) желудков, значимость отдельных пищевых компонентов рассчитывали в процентах от общей массы пищевого комка [9]. Определение величины суточного рациона трески производилось с использованием экспоненциальной модели [10], расчёты выполнялись отдельно для каждой 5-ти сантиметровой размерной группы трески. Общее потребление пищи рассчитывалось как произведение суточного рациона данной размерной группы на 90 (количество дней в квартале). Численность и биомасса каждой размерной группы трески были рассчитаны отдельно для районов перекрытия ареалов трески и сайки. Для расчетов пищевых рационов использованы данные о средних придонных температурах воды, полученные с помощью STD-зондов на траловых станциях, на которых производились сборы желудков трески. Средняя температура в районах перекрытия ареалов в 2006 г. составила  $0,92\text{ C}^\circ$ , в 2013 г. –  $0,06\text{ C}^\circ$ .

#### Результаты и обсуждения

*Распределение трески и сайки в Баренцевом море.* На рисунке 1 представлено общее распределение скоплений сайки и трески в 2006 и 2013 гг., которые по уровню теплосодержания относятся к аномально теплым. Однако, величина запаса и распределение как трески, так и сайки в эти годы существенно различались (рисунок 1, таблица 1).

В 2006 г. запас сайки находился на максимальном уровне за последние 20 лет и составлял 1993 тыс. т [11]. Скопления сайки отмечались практически во всех районах моря севернее 74° с.ш., наиболее плотные скопления ( $s_A > 1000$ ) распределялись на Новоземельской банке и в р-не п-ова Адмиралтейства, скопления средней плотности ( $s_A$  100-1000) отмечались в Северо-западных районах (Возвышенность Персея, Западный Шпицберген). Практически на всей акватории северной части Баренцева моря распределялись скопления низкой плотности ( $s_A$  1-100).

В 2013 г. запас сайки составлял 332 тыс. т, что является минимальной величиной с 1990-х гг. после возобновления промысла этого вида [11, 2]. Общая биомасса запаса сайки в 2013 г. была в шесть раз ниже уровня 2006 г. Существенные скопления сайки отмечались только к югу от архипелага Новая Земля ( $s_A > 1000$ ), скопления средней плотности ( $s_A$  100-1000) – только на ограниченной акватории на севере и северо-востоке Баренцева моря (в соответствии с рисунком 1).

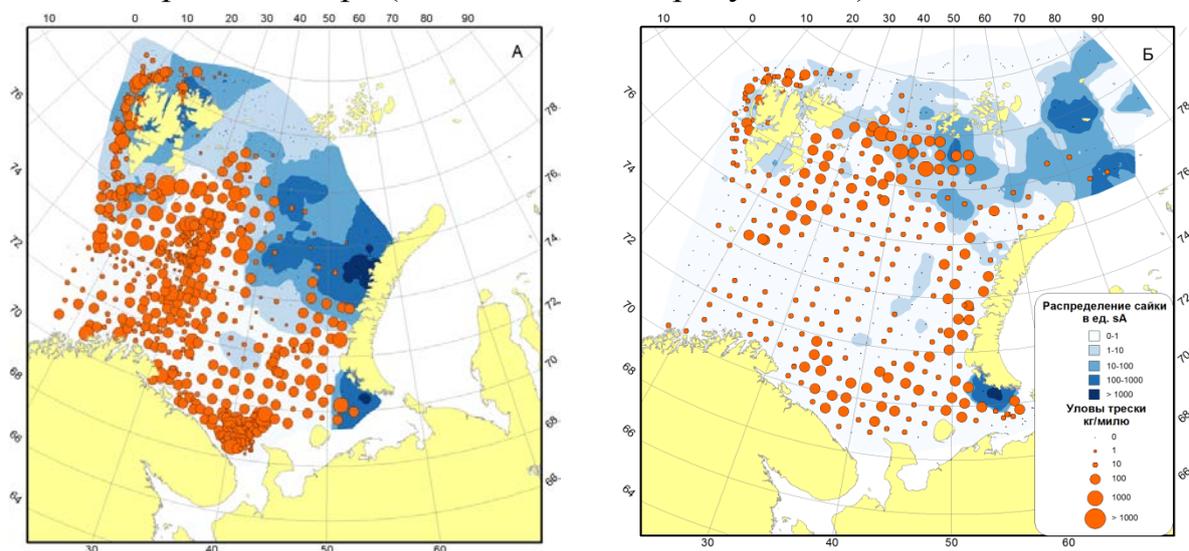


Рис. 1. Распределение сайки и трески в августе-сентябре 2006 (А) и 2013 (Б) гг.

В рассматриваемые годы также существенно различалось распределение трески. В 2006 г. запас трески находился на среднем уровне, на акватории экосистемной съемки он оценен в 800 тыс.т. Основные скопления трески распределялись в Центральных, Западных и

Восточных районах Баренцева моря, существенные скопления трески отмечались в Медвежинско-Шпицбергенском районе.

Общая биомасса трески на всей акватории моря в 2013 г. была в 2,6 раза выше, чем в 2006 г. и составляла 2132 тыс.т. В 2006 г. лишь незначительные скопления трески распределялись на акватории севернее 74° с.ш. на северо-востоке моря и севернее 78° с.ш. на Возвышенность Персея, тогда как в 2013 г. на тех же акваториях треска создавала плотные скопления, в которых была сосредоточена основная часть запаса трески(в соответствии с рисунком 1).

Площадь перекрытия ареалов обоих видов в 2006 г. составила 50308 кв. миль, а в 2013 г. – 96659 кв. миль, т.е. вдвое больше по сравнению с 2006 г. Биомасса трески в районах перекрытия ареалов этих двух видов в 2013 г. была в 8 раз больше, чем в 2006 г.

Таблица 1. Биомасса запаса трески и сайки по данным экосистемных съемок 2006 и 2013 гг. [2].

Годы	Запас трески, тыс. т		Запас сайки
	общая биомасса	в р-не перекрытия ареалов	общая биомасса
2006	800	45	1993
2013	2132	351	332

*Состав пищи и интенсивность питания.* Данные по интенсивности питания и составу пищи оценивались отдельно для 18 размерных групп трески. Осредненный состав пищи каждой из этих групп в районах перекрытия ареалов двух видов представлен на рисунке 2.

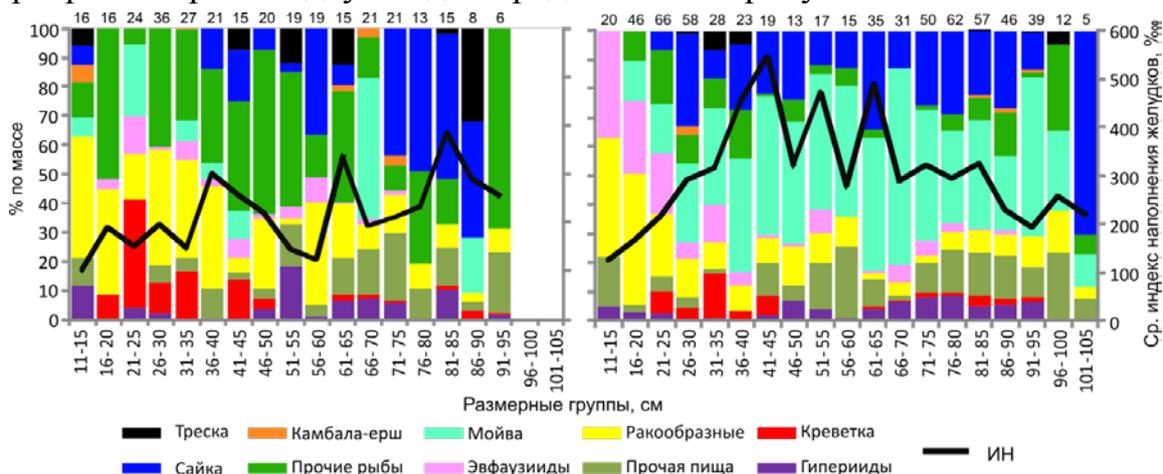


Рис. 2. Состав пищи трески различных размерных групп в районах перекрытия ареалов трески и сайки в 2006 (слева) и 2013 (справа) гг. , цифрами над диаграммой указано общее количество желудков данной размерной группы

Средняя интенсивность питания трески в рассматриваемый период находилась на достаточно высоком уровне и в 2006 г. составила 218 ‰, а в 2013 г. – 304 ‰. Массовая доля сайки в желудках трески в рассматриваемые годы практически не менялась, но ее значение в питании трески в 2013 г. было несколько выше (19 %), чем в 2006 г. (14 %). Данные по составу пищи свидетельствуют о хорошей обеспеченности трески в 2013 г. основным кормом – мойвой (36 % по массе), тогда как в 2006 г. в питании трески доминировали непромысловые малоценные виды рыб (ликоды, триглопсы, лептоклинусы, липарисы), а массовая доля мойвы не превышала 7 %.

*Пищевые рационы.* Величина суточных рационов трески изменялась от 0,1 до 6,1 % (таблица 2). В среднем суточный рацион в 2006 г. был значительно ниже и составлял 0,4 %, тогда как в 2013 г. – 1,6 %. Самые высокие рационы были отмечены у молоди длиной до 30 см в 2013 г. и у крупных особей более 80 см в 2006 г. Минимальные рационы были отмечены у молоди до 30 см длиной в 2006 г.

Таблица 2. Суточные рационы трески в % от массы тела в районах перекрытия ареалов трески и сайки

Год	Размерные группы, см																		
	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85	86-90	91-95	96-100	101-105
2006	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0	0.7		0
2013	6.1	5.7	4.1	3.0	1.4	1.5	0.9	0.6	0.5	0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1

Низкие рационы молоди могли быть обусловлены недостатком или недоступностью их основной пищи – эвфаузиид (в соответствии с рисунком 2).

*Потребление пищи.* Биомасса потребляемой пищи в осенний период (3 квартал) треской в районах перекрытия ареалов в рассматриваемые годы существенно различалась, суммарная биомасса в 2006 и 2013 гг. для всех размерных групп составила 17 и 154 тыс. т. соответственно (таблица 3).

Таблица 3. Потребление пищи треской в третьем квартале 2006 и 2013 гг. в районах перекрытия ареалов трески и сайки, тыс.т

Пищевые организмы	Годы	
	2006	2013
Мойва	0.92	60.61
Сайка	3.97	30.99
Треска	0.83	0.56
Камбала-ерш	0.14	0.35
Прочие рыбы	4.30	7.16
Прочая пища	1.63	11.77
Эвфаузииды	1.05	18.03
Гиперииды	1.98	11.52
Креветка	0.18	2.06
Ракообразные	2.06	10.96
Всего	17.07	154.01

Доля ежеквартального потребления сайки треской в указанных районах практически не изменялась год от года и составляла от 20 до 23 % всей потребляемой пищи.

*Выедание сайки треской.* В 2006 г. величина выедания сайки составила около 4 тыс. т (0,2 % от общего запаса). В 2013 г., несмотря на низкий запас сайки в Баренцевом море, ее потребление треской в третьем квартале было в 10 раз выше, чем в 2006 г., и составило 30,9 тыс. т. или 9,3 % от ее запаса. Вероятно, высокий уровень выедания сайки в 2013 г. был вызван широким распределением трески в третьем квартале 2013 г., при котором в районах обитания сайки оказалось 16 % биомассы запаса (см. таблицу 1).

#### Выводы

Площадь перекрытия ареалов сайки и трески в 2013 г. увеличилась вдвое по сравнению с 2006 г. Биомасса трески в районах перекрытия трески и сайки в 2013 г. была в 20 раз больше, чем в 2006 г.

Интенсивность питания трески в 2013 г. г была несколько выше уровня 2006 г. Массовая доля сайки в желудках трески в рассматриваемые годы практически не менялась и составляла около 16 %. Массовая доля мойвы в желудках трески в 2013 г. была незначительно выше уровня 2006 г.

В 2013 г. средний суточный рацион трески оказался выше такового в 2006 г. в 4 раза и составил 1,6 %.

В 2013 г. наблюдался чрезвычайно высокий уровень выедания сайки треской 9,3 % от общего запаса, в 2006 г. потребление составило только 0,2 %. Общее потребление сайки в 2006 г. составило 3,9 тыс.т, в 2013 г. – 30,9 тыс.т.

Пресс хищничества трески на запас сайки может быть значительным и может расцениваться как один из основных факторов увеличения естественной смертности и уменьшения численности популяции сайки, а особенности взаимного распределения этих двух видов в разные годы определяют интенсивность потребления сайки треской.

Потребление сайки, вероятно, не связано с величиной ее запаса, а в большей степени зависит от величины запаса трески и ее распределения в Баренцевом море. Однако, для получения более достоверных выводов необходимо проанализировать потребление сайки на протяжении более длительного временного периода и в годы с различным соотношением запасов и перекрытия ареалов этих двух видов, а также в различные по уровню теплосодержания вод годы.

#### Литература

- 1 Оганин И.А. Значение сайки в экосистеме Баренцева моря и воздействие на нее хищников // Сайка Баренцева моря. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2013. – Гл. 4. – С. 138-192.
- 2 Survey report from the joint Norwegian/Russian ecosystem survey in the Barents Sea August-October 2013. IMR/PINRO Joint Report Series, No.4-2013
- 3 Ярагина Н.А. Пономаренко В.П., Шевелев М.С. Миграции // Треска Баренцева моря: биология и промысел. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2003. – Гл. 3. – С. 30-51.
- 4 Э.Л. Орлова, И.А. Оганин, Е.С. Терещенко/О причинах изменений роли сайки в откорме северо-восточной арктической трески // Рыбное хозяйство. – 2001. – N1. – С. 30-33.
- 5 ICES. 2014. Report of the Arctic Fisheries Working Group (AFWG), 18 – 24 April 2013, ICES Headquarters, Copenhagen. ICES CM 2013/ACOM:05. 1 pp.
- 6 Olsen, E.; Michalsen, K.; Ushakov, N.G.; Zabavnikov, V. (2011). The ecosystem survey, in: Jakobsen, T. et al. (Ed.) (2011). The Barents Sea: ecosystem, resources, management: Half a century of Russian-Norwegian cooperation. pp. 604-608.

- 7 Методическое пособие по проведению инструментальных съемок запасов промысловых гидробионтов в районах исследований ПИНРО. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2006. – 163 с.
- 8 Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки / Вып. 1 : Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского Севера и Северной Атлантики / ПИНРО. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Изд-во ВНИРО, 2004. – 299 с.
- 9 Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М. : Наука, 1974. – 254 с.
- 10 Dos Santos J., Jobling M. Test of a food consumption model for the Atlantic cod // ICES J. Mar. Sci. 52. – 1995.
- 11 Оганин И.А. Состояние запасов сайки // Сайка Баренцева моря. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2013. – Гл. 5. – С. 192-198.

## Океанографические основы распространения техногенных радионуклидов Баренцева моря на примере разреза «Кольский меридиан»

Валуйская Д. А. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра биологии)

**Аннотация.** Исследована удельная активность радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в донных отложениях и морской воде в районе разреза «Кольский меридиан» в 2011-2012 гг. Установлено, что  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  практически повсеместно присутствуют в водах и донных отложениях шельфа Баренцева моря. Уровни содержания радионуклидов заметно снизились по сравнению с концентрациями 1980-х гг.

**Abstract.** The paper summarizes results of activity concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in sea water and bottom sediments from the Kola section.  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  are practically everywhere in water and bottom sediments of the Barents Sea. Radioactivity levels in samples collected in 1980-s are higher than those in 2011-2012.

**Ключевые слова:** цезий, стронций, Кольский меридиан, активность, Баренцево море.

**Key words:** cesium, strontium, the Kola section, activity, the Barents Sea.

За многолетний период проведения радиоэкологических исследований морской среды в Баренцевом море и сопредельных водах накоплены большие массивы данных об уровнях радиоактивного загрязнения морской воды, донных отложений и биоты. Интерес к региону обусловлен наличием потенциальных региональных и локальных источников эмиссии радионуклидов: баз атомного флота, новоземельских ядерных полигонов, мест захоронения радиоактивных отходов на шельфе. Проблема возможности поступления радионуклидов в акватории Баренцева моря с объектов атомной промышленности, расположенных на его территории продолжает оставаться актуальной.

Целью данной работы была оценка современной радиоэкологической ситуации в районе разреза «Кольский меридиан».

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- определить уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в морской воде и донных отложениях исследуемого района;
- сравнить современные уровни загрязнения радионуклидами воды и донных отложений с данными прошлых лет.

Особая значимость данного района в системе мониторинга определяется тем, что разрез «Кольский меридиан» пересекает основные ветви теплых Северо-Атлантических течений, с водами которых в бассейн поступает

основной поток загрязняющих веществ [1]. Для исследования современных уровней радиоактивного загрязнения разреза «Кольский меридиан» в ходе высокоширотных экспедиций, проводившихся в 2011-2012 гг. на НИС «Дальние Зеленцы», отобрано 20 проб донных отложений и 27 проб воды.

Радиоэкологическую обстановку исследуемого района оценивали по содержанию искусственных радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Измерения содержания  $^{137}\text{Cs}$  выполняли на гамма-спектрометрической установке фирмы Canberra. Для определения удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  проводили радиохимическую подготовку проб оксалатным методом с последующим измерением счетного образца на альфа-бета-сцинтилляционном счетчике LS 6500 фирмы Beckman по Черенковскому излучению дочернего  $^{90}\text{Y}$ .

Результаты гамма-спектрометрического анализа выявили определенные различия в удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в пробах из разных районов (рис. 1). Уровни загрязнения воды  $^{137}\text{Cs}$  варьируют в пределах 1-2 Бк/л,  $^{90}\text{Sr}$  – от 3 до 5 Бк/л.

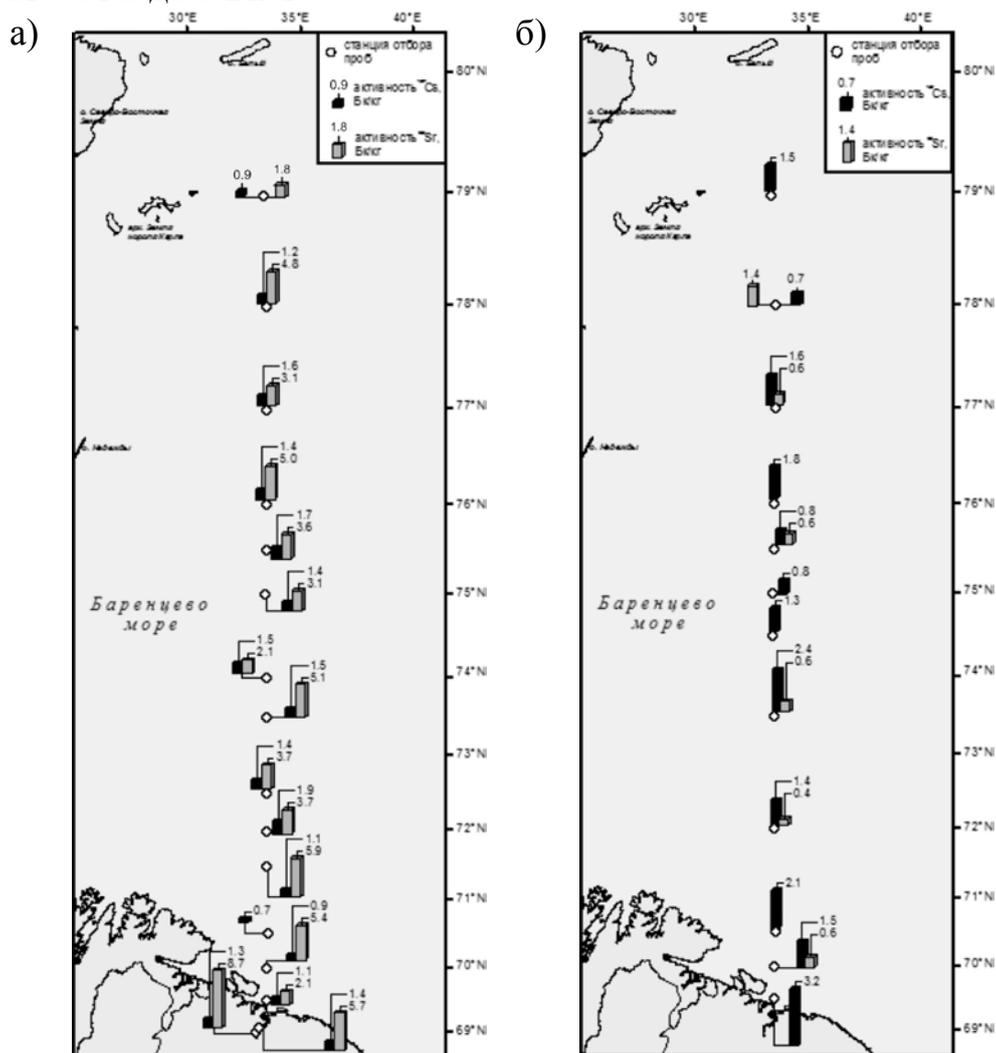
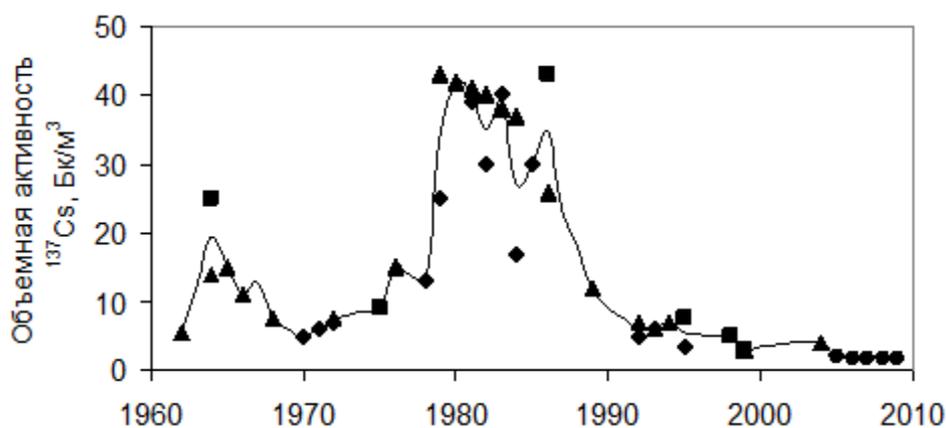


Рис.1. Активность  $^{137}\text{Cs}$  в пробах морской воды (а) и донных отложений (б).

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях исследованного района изменялась в диапазоне 0,8-3,2 Бк/кг, максимум наблюдался в прибрежной зоне Кольского полуострова. Исследование удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  в донных отложениях показало, что наибольшее содержание этого радионуклида наблюдается на  $78^\circ\text{с.ш.}$  Уровни загрязнения донных отложений  $^{137}\text{Cs}$  почти в 2 раза выше, чем цезием, так как грунты имеют высокий коэффициент сорбции цезия.

Анализ многолетних данных о содержании и распределении  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах Баренцева моря позволил рассчитать осредненные за десятилетние периоды с 1960-х по 2000-е гг. среднегодовые объемные активности этих изотопов в Баренцевом море [2,3,4,5,6,7,8]. Уровни загрязнения морской воды  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  заметно снизились по сравнению с данными 1980-х гг. (рис. 2).

а)



б)

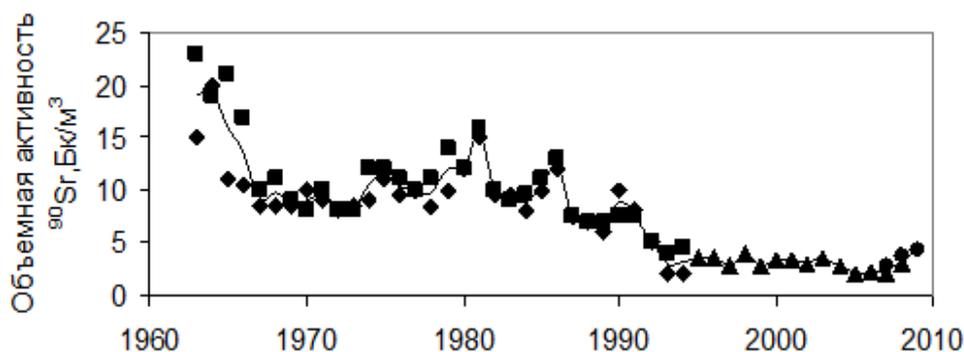


Рис. 2. Многолетняя динамика среднегодовых концентраций  $^{137}\text{Cs}$  (а) и  $^{90}\text{Sr}$  (б) в поверхностных водах Баренцева моря, 1960-е – 2000-е гг.[8].

В результате проведенного исследования были сделаны следующие выводы:

1) практически повсеместно в водах и донных отложениях шельфа Баренцева моря присутствуют  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в водной среде выше, чем  $^{137}\text{Cs}$ ;

2) уровни содержания радионуклидов заметно снизились по сравнению с концентрациями 1980-х гг., что обусловлено сокращением глобального поступления радионуклидов в атмосферу и радиоактивным распадом элементов.

#### Литература

1. Матишов, Д.Г. Радиационная экологическая океанология [Текст] / Д.Г. Матишов, Г.Г. Матишов. – Апатиты: КНЦ РАН, 2001. – 417 с.
2. Bouldakov, V.V. Dose estimation for the population due to consumption of foodstuff from the Barents sea. [Текст] / V.V. Bouldakov, I.I. Kryshev, K. Rissanen // Thesis of the 5th international conference on Environmental radioactivity in the Arctic and Antarctic. – St. Peterburg: 2002. – P. 21-23.
3. Pollution Issues: a state of the Arctic Environment Report AMAP. – Oslo: 1997. – 120 p.
4. Экология промысловых видов рыб Баренцева моря [Текст] / редкол.: Г.Г. Матишов, В.В. Денисов, А.Д. Чинарина. – Апатиты: КНЦ РАН, 2001. – 461 с.
5. Сивинцев, Ю.В. Техногенные радионуклиды в морях, омывающих Россию. Радиоэкологические последствия удаления радиоактивных отходов в Арктические и Дальневосточные моря («Белая книга-2000»). [Текст] / Ю.В. Сивинцев, С.М. Вакуловский, А.П. Васильев [и др.]. – М.: ИздАТ, 2005. – 624 с.
6. Тенденции и динамика загрязнения природной среды Российской Федерации на рубеже XX-XXI вв. [Текст] / под ред. академика РАН Ю.А. Израэля – М.: Росгидромет, 2007. – 65 с.
7. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2008 г. [Текст] / под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: НПО «Тайфун», 2009. – 297с.
8. Усягина, И.С. Распределение и пути миграций искусственных радионуклидов в экосистеме Баренцева моря. [Текст]: дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.28 : защищена 13.12.12 / Усягина Ирина Сергеевна. – Мурманск, 2021. – 210 с.

## Бархатцы в условиях Мурманска

Горбунова С. И. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», ботанический сад)

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос выращивания бархатцев прямостоячих и отклонённых в условиях Мурманска как в закрытом, так и открытом грунте. Приведены результаты всхожести разных сортов бархатцев, сделаны выводы, что бархатцы в Мурманске можно выращивать только из рассады.

**Annotation.** In article the question of cultivation of barkhatets upright and rejected in the conditions of Murmansk as in closed, and an open ground is considered. Results of viability of different grades of barkhatets are given, conclusions are drawn that barkhatets in Murmansk it is possible to grow up only from seedling.

**Ключевые слова:** бархатцы отклонённые и прямостоячие.

**Key words:** barkhatets upright and the rejected.

В Мурманске проводились исследования по выращиванию бархатцев в открытом и закрытом грунте. На учебно-опытном участке школы (УОУ) № 49 были высеяны семена бархатцев отклонённых, первые всходы которых наблюдались 16 июня, начало цветения – 10 августа. Бархатцы на УОУ цвели до первых заморозков (29 октября). Бархатцы цвели у школы и у фирмы «Инсар».

В 2002 году в условиях закрытого помещения на кафедре биологии в ящик с почвой было высеяно 34 шт. семян бархатцев, выращенных в условиях Мурманска, взошло 16 штук, что составило 47% всхожести.

5 июня 2003 года в теплицу под пленку был поставлен ящик, в почву которого были высеяны семена бархатцев из Архангельска. Полученные из семян сеянцы бархатцев были высажены на грядки в теплицу и открытого грунта в Дендрарии 09.07.03. Высота бархатцев в теплице – 85 см, в открытом грунте – 30 см, растения набрали бутоны, но не расцвели.

В условиях Дендрария МГТУ в 2004 году были проведены исследования по выращиванию бархатцев прямостоячих сортов «Сиерра» и «Мари Хелен» (производитель семян «РС – овощи и цветы из Москвы»); махровых «Смесь окрасок» (производитель семян ЗАО «Поиск плюс» из Московской области) и из Калининграда.

В условиях закрытого грунта их всхожесть составила соответственно: 58,8; 88,8; 65,0; 90,7%. Бархатцы из Калининграда начали всходить на четвертый день, остальные на восьмой. Полученные сеянцы из

высеянных 11.03.04 семян всех сортов были высажены в открытый грунт 5.06 и 10.06, но не выжили так же, как и часть высаженных сеянцев, полученных из семян, высеянных в закрытом грунте 12 апреля. Гибель сеянцев связана с холодной погодой: ветрами северного направления, относительно низкой температурой (средняя температура в 1 декаде июня в Мурманске составила в 6 утра 2,2 °С, в 11 – 4,1°С, в 18 часов – °С). В Мурманске выпадал 1,2,3,7 июня снег.

Семена бархатцев прямостоячих из Калининграда были обработаны несколькими методами и проверены на всхожесть в условиях закрытого грунта. При обработке в электростатическом поле в течение 1,5 часов всхожесть составила 70%, при замачивании: в 5% растворе коптильной жидкости – 10, в гетероауксине – 70, в эпине – 25, ничем не обработанных семян – 60 %. Полученные из обработанных семян сеянцы были высажены 10 июня в открытый грунт, но не выжили. Для теплолюбивых бархатцев оказалось не под силу выдержать отрицательное воздействие климатических условий Мурманска (средняя температура июня 2004 года составила: в 6<sup>00</sup> – 6,1; в 11<sup>00</sup> – 8,6; в 18<sup>00</sup> – 10,2 °С, а среднемесячная – 8,3°С. В июне преобладали ветры северного направления (из 64 замеров – 40)). В открытый грунт была высажена 20.06.04 часть полученных сеянцев бархатцев из Калининграда из высеянных 20.04.04 семян на вторую и 26.06.04 третью грядки (соответственно 20 и 27 сеянцев) и 18.06.04 – 36 сеянцев в теплицу под пленкой.

Семена бархатцев прямостоячих из Калининграда в количестве 100 штук и сортов «Сиерра» и «Мари Хелен» (количество семян не учитывалось) были высеяны на грядку в теплице под пленкой высотой 60 см 03.20.04 года. Полученные сеянцы находились под пленкой до 02.20.04 года, а затем были высажены в открытый грунт. Всхожесть бархатцев прямостоящих из Калининграда составила 12%.

Все бархатцы, высаженные в открытый грунт, набрали бутоны, но цветение наблюдалось лишь у бархатцев прямостоячих из Калининграда, высаженных в открытый грунт 18, 20, 26 июня из рассады, полученной при посеве семян 20 апреля.

Данные исследования дали возможность убедиться в том, что бархатцы прямостоячие можно выращивать в условиях открытого грунта Мурманска, предварительно вырастив рассаду из семян, высеянных в

середине апреля, так как бархатцы очень теплолюбивые растения, и для них нужен оптимальный срок акклиматизации.

Таблица 1. Средний прирост бархатцев прямостоячих с 19.07 по 09.09 (см)

N/ п/п	Дата						Об- щий при- рост	Кол-во дней в грунте		Сред- няя вы- сота
	19- 26.07	26.07. -5.08	5- 11.08	11- 21.08	21- 31.08	31.08 -9.09		закр ы- том	От- кры - том	
	2	3	4	5	6	7		8	9	
Бархатцы прямостоячие из Калининграда. Семена высеяны 20.04 в закрытом грунте, полученные сеянцы высажены:										
1	На 2-ю грядку 20.06.04 в открытый грунт									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	10,7	23,1	9,6	5,8	4,3	3,0	56,1	61	82	61,6
2	На 3-ю грядку 20.06.04 в открытый грунт									
	5,4	10,7	11,3	4,9	4,5	10,8	47,6	67	76	55,0
3	В теплицу под пленкой 18.06.04									
	8,2	20,5	14,3	6,3	6,5	8,8	64,6	59	84	73,1
4	На 1-ю грядку 02.07.04 в открытый грунт									
	2,4	6,8	4,6	3,2	2,8	5,3	25,1	73	71	29,9
5	Из теплицы под пленкой в грядку открытого грунта 18.06.04									
	4,7	13,2	7,0	7,5	5,5	4,4	41,3	-	99	47,8
Бархатцы прямостоячие сортов «Сиерра» и «Мари Хелен» Сеянцы высажены в открытый грунт 02.07.04										
1	Сеянцы получены из семян в закрытом грунте, высеянных 20.04.04									
	2,0	4,4	2,6	3,1	5,3	1,3	18,7	73	71	22,1
2	Сеянцы получены из семян высеянных 03.06.04 в теплице под пленкой									
	2,5	5,4	3,6	4,2	1,5	2,5	19,7	-	93	23,4
Средняя температура °С										
	16,6	17,8	14,3	10,0	10,8	10,0				

Кроме бархатцев прямостоячих (*Tagetes erecta*) (они отличаются большой высотой и крупными цветками) имеются бархатцы отклонённые (*Tagetes patula*) (они ниже ростом прямостоячих и с более мелкими цветками, но с поразительным разнообразием оттенков и их сочетаний) и изящные, компактные, мелкоцветные бархатцы тонколистные, используемые как бордюрные растения.

В 2009 году в апреле в закрытом грунте ботанического сада МГТУ высевались на рассаду семена: 1. бархатцев прямостоячих сорта «Купидон». Соцветия похожи на гвоздики. 2. Бархатцев отклонённых (*Tagetes patula nana*) сортов: а) «Кармен» жёлтых (Производитель семян – Центр оптовой торговли «Дом семян»). Растение высотой до 25 см; б) «Фаворит» красные (Производитель семян – Центр оптовой торговли «Дом семян»). Растение высотой до 30 см; в) «Фиеста» (Производитель семян – Центр оптовой торговли «Дом семян»). Растение высотой до 25 см; г) без указания сорта из Рингле ботанического сада Норвегии.

Полученная рассада в количестве 182 сеянцев была пересажена в открытый грунт территории МГТУ, где наблюдалось цветение полученных из неё растений.

Бархатцы прямостоячие сорта Крэкджек (Производитель семян – ООО «Северный огород») были посеяны 23 апреля 2013 в закрытом грунте ботанического сада МГТУ в количестве 66 шт. Начало всхожести семян 25 апреля (2 шт). Всего вошло 44 штуки (66,6 %). Полученная рассада в условиях закрытого грунта не прижилась.

Бархатцы отклонённые (*Tagetes patula nana*) семян сортов: «Валенсия» в количестве 39 штук (Производитель семян – Центр оптовой торговли «Дом семян»). Растение высотой до 25 см); «Кармен» жёлтых (Производитель семян – ООО «Северный огород») в количестве 76 штук были посеяны 23 апреля 2013 в закрытом грунте. Всхожесть составила соответственно: 84,5 и 59,2 %. Выжившая часть рассады была пересажена в открытый грунт, где наблюдалось цветение полученных растений.



Рис. 1. Цветение бархатцев отклонённых на территории МГТУ

При выращивании бархатцев в почве Мурманска необходимо учитывать, что они растения теплолюбивые, и могут выращиваться только через закалённую рассаду. Высаживать её надо не раньше второй декады июня.

## Комнатные растения из семян

**Горбунова С. И.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», ботанический сад)

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос выращивания комнатных растений из семян их всхожесть, прорастание, получение цветущих растений в условиях Мурманска

**Annotation.** In article the question of cultivation of houseplants from seeds their viability, germination, receiving blossoming plants in the conditions of Murmansk is considered

**Ключевые слова:** семенной способ размножения комнатных растений.

**Key words:** seed way of reproduction of houseplants.

Существует 2 основных способа размножения комнатных растений: семенной и вегетативный. При выращивании растений в комнатах первый способ применяют довольно редко, так как он более сложен и нуждается в более строгом соблюдении режима температуры и влажности.

Семена некоторых видов тропических растений (лавр, пальмы, антуриум) требуют для прорастания высоких температур, значительно превышающих комнатную, поэтому для посевов семена нужно высевать сразу после сбора, так как они быстро теряют всхожесть.

Перед посевом семена субтропических растений (камелия, фейхоа, чай) нуждаются в стратификации. Их помещают в горшок с влажным песком, все заворачивают в полиэтиленовую плёнку и хранят в холодильнике при 6-8 °С около 2 месяцев, периодически увлажняя [Энциклопедия комнатного цветоводства, С. 22].

В почве закрытого грунта ботанического сада МГТУ 27 марта 2013 года высевались семена следующих комнатных растений:

1. **паслёна золотого «Золотая вуаль» (*Solanum meiongena annual Golden Eggs*).** Семена произведены ООО «Аэлита-Агро». Паслён представляет собой яркий роскошный куст с пышной кроной высотой до 1,5 м. Цветёт паслён мелкими белыми одиночными цветкам диаметром до 1 см. Цветущий паслён не привлекает внимания. Растение становится красивым, когда вырастают крупные плоды-ягоды и начинают постепенно окрашиваться в ярко-жёлтый цвет. Плоды созревают всю зиму. Они похожи на вишню.

Было посеяно 20 штук семян; 1.04 взошла 1, 8.04 – 6; 15.04 – 19 шт. (95 %);

2. **граната карликового (*Punica dubia Bunge*)**. Семена произведены в Санкт-Петербурге. Это небольшое растение, высотой не более 1 м, с крупными ярко-красными цветами и мелкими зелёными листьями, Цветы колокольчиковые, одиночные или двойные, образуются на концах побегов, оранжево-красные до 4 см в диаметре.

Было высеяно 3 штуки семян, взошло 15 апреля 1 семя (% всхожести 33,3);

3. **Глоксинии синей «Аванти» (*Cloxinia speciosa*)**. Семена произведены группой компаний «Гавриш». Красивое растение, самая ранозацветающая серия среди немахровых глоксиний. Цветки колокольчатой формы, фиолетово-синие.

Было высеяно 5 штук семян. Всхожесть наблюдалась у одной штуки;

4. **пеларгонии зональной «Ярка» F1 (*Pelargonium zonale F1*)**. (производитель семян – ООО «Агроника» из Санкт-Петербурга, семена прошли плазменную обработку) в количестве 3 штук. Цветки у этого растения светло-розовой окраски с переходом в карминово-розовую, собраны в крупные шаровидные соцветия.

Всхожесть составила: 1 апреля – 1; 4 апреля -2; 6 апреля – 3шт. (100 %).

II. В почве закрытого грунта ботанического сада МГТУ 29 марта 2013 года высевались семена следующих комнатных растений:

1. **пеларгонии зональной «Симона F1» (*Pelargonium zonale F1*)**. (производитель семян – ООО «Агроника» из Санкт-Петербурга, семена прошли плазменную обработку) в количестве 3 штук. Цветки у этого растения розовой окраски, иногда с покраснением к центру, собраны в крупные шаровидные соцветия. Всхожесть составила: 3 апреля – 1; 4 апреля – 2; 7 апреля – 3шт. (100 %).

**гардении жасминовидной (*Gardenia jasminoides*)**. Семена распакованы магазином «Большая полянка» в Санкт-Петербурге. Это невысокое растение. Душистые полумахровые или махровые цветки белые цветки около 5 см в диаметре. Глянцевые зелёные листья до 10 см длиной. Высота растения в комнатах не превышает 45 см. Эти растения довольно прихотливы и требуют чёткого соблюдения режима выращивания, особенно температуры, в противном случае растение сбрасывает бутоны и листья. Перед посевом семена необходимо замачивать в чистой воде или в стимуляторе роста. Было высеяно 13 штук семян, замоченных перед

посевом в препарате «Эрген». Всхожесть наблюдалась: 3 апреля у 1 штуки; 4 апреля – у 2-х (15.4 %).

III. В почве закрытого грунта ботанического сада МГТУ 10 апреля 2013 года высевались семена следующих комнатных растений:

1. **бегонии клубневой F1НОН-СТОП белой (*Begonia x tuberhybrida*)**. Семена произведены группой компаний «Гавриш». Растения этой серии – мощные, выровненные, отвечающие самым высоким требованиям профессионального выращивания. Побеги мясисые, длиной до 20-25 см. Красивый акцент – бронзово-красные листья, обрамляющие огромные, супермахровые цветки белого цвета.

Было высеяно 4 штуки семян, взошло 22 апреля 4 штуки (100-процентная всхожесть).

2. **фикуса Бенджамина ДУНЕТТИ (*Ficus benjamina*)**. Семена произведены группой компаний «Гавриш». Это вечнозелёное растение может стать украшением квартиры, большого зала, офиса, зимнего сада. Отличается жизнестойкостью и отзывчивостью на уход. Побеги поникающие, листья зелёные, глянцевые тонко-кожистые, мелкие, кончик каждого листа оттянут. Вертикальные побеги у него слабые и быстро принимают горизонтальное положение. Для удержания куста в вертикальном положении и придания ему импозантности в горшок высаживают несколько растений.

Высеяно 45 штук семян, взошло 22 апреля 7 штук (% всхожести – 15,5).

3. **цикламена персидского мини Анели с красно-фиолетовым глазком (*Cyclamen persicum mini L.*)** Семена произведены группой компаний «Гавриш». Сорт универсальный, выращивается как мини или средний в зависимости от цветочного горшка. Растения изящные, очень стабильные, не болеют и хорошо растут. Цветки ароматные, цветонос достигает длины 15 см. Семена цикламена туговсхожие, появления всходов приходится ждать от 1 до 3 месяцев.

IV. Было высеяно 3 штуки семян, взошло 22 апреля 3 штуки (100%).

В почве закрытого грунта ботанического сада МГТУ 6 мая 2013 года высевались семена следующих комнатных растений:

1. **пеларгонии зональной «Бланка F1» (*Pelargonium zonale F1*)** (производитель семян – группа компаний «Гавриш» из Москвы) в количестве 4 штук. У этого растения цветки восхитительно чисто-белые образуют крупные шаровидные соцветия. Взошло 14 мая -2 штуки (50 %);

2. **пеларгонии «Звёздочка моя красная F2» (*Pelargonium hortorum* F2 red)** (производитель семян – ООО «АЭЛИТА-АГРО» из Москвы) в количестве 4 штук. Всхожесть семян составила 14 мая – 2 штуки (50 %);

3. **Пассифлоры «Королевская звезда» (*Passiflora coerulea*)** Семена произведены ООО «Агроника». Это идеальное растение для вертикального озеленения. Они быстро растут, отличаются жизнестойкостью, волшебным ароматом и продолжительно цветут. Кроме того, это превосходные вьющиеся растения для дома или зимнего сада. Цветки обычно белые или голубые, 6-10 см в диаметре. Плоды по форме и размерам похожи на куриное яйцо, только жёлтого цвета. Было высеяно 5 штук семян, взошло 16 мая – 1 штука.

V. В почве закрытого грунта ботанического сада МГТУ 13 мая 2013 года высевались семена следующих комнатных растений:

1. **бегонии клубневой крупноцветковой «Камелия» белая (*Begonia x tuberhybrida gigantea*)**. Семена произведены Центром оптовой торговли «Дом Семян» Мощное с толстыми стеблями и крупными цветами растение. Высота растения – 30-35 см. Высеяно 10 штук семян, взошло 2 штуки.

2. **бегонии клубневой крупноцветковой «Камелия» белая (*Begonia x tuberhybrida gigantea*)**. Семена произведены Центром оптовой торговли «Дом Семян» Мощное с толстыми стеблями и крупными цветами растение. Высота растения – 30-35 см. Высеяно 10 штук семян, взошло 3 штуки.



Рис.1. Пеларгония зональная, выращенная в ботаническом саду МГТУ из семян



Рис.2. Пеларгония зональная, выращенная в ботаническом саду  
МГТУ из семян

Как показали проведённые посевы семян комнатных растений в условиях закрытого грунта ботанического сада МГТУ, из них можно успешно выращивать красивоцветущие растения.

Литература

1. Энциклопедия комнатного цветоводства / Сост. Головкин Б. Н. – М. : Колос, 1993. – 343 с. : ил.

## Пряные растения для выращивания в Мурманске

**Горбунова С. И.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», ботанический сад)

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос выращивания пряных растений в условиях Мурманска как в закрытом, так и открытом грунте. Приведены результаты всхожести разных сортов базилика, петрушки, мелиссы, мяты, кориандра, возможность использования в пищевых целях.

**Annotation.** The article addresses the question of growing herb in Murmansk as in closed and open ground. The results of germination of different varieties of basil, parsley, lemon balm, mint, coriander, ability to use in food.

**Ключевые слова:** выращивание пряных растений в условиях Мурманска

**Key words:** cultivation of spices in the conditions of Murmansk

В Мурманске выращивание пряных растений не практикуется. Сложилось мнение, что они здесь не могут расти. Мурманчане хорошо знакомы с такими пряными растениями, как лук и чеснок. В условиях ботанического сада МГТУ проводились наблюдения за выращиванием в закрытом и открытом грунте некоторых других пряных растений.

**Укроп (Anethum)** В ёмкости с почвой (размеры 34x50 см) в помещении были высеяны 13 февраля 2004 года семена укропа Лесногородского (производитель семян – фирма «Среди цветов») и укропа Кибрай (производитель семян – «Российские семена»). Полученные сеянцы данных видов укропа очень сильно вытянулись и полегли из-за недостатка света.

В летний период 2005 года в открытом грунте ботанического сада МГТУ были высеяны семена укропа «Аллигатор». Из них были получены растения высотой 25 см, которые использовались в пищу. Было замечено, что рядом с укропом исчезли сорняки.

В открытом грунте ботанического сада МГТУ были высеяны 2 июня 2012 года семена укропа сортов «Узоры» (производитель семян – фирма Сортовош, Санкт-Петербург) в количестве 1380 штук и «Тетра» (производитель семян – фирма Сортовош, Санкт-Петербург) в количестве 1100 шт. Полученные растения использовались в пищевых целях

Укроп можно выращивать в условиях Мурманска, если обеспечить выращивание семян не в кислой почве. Необходимо также замачивание

семян для того чтобы они напитались влагой, набухли и быстрее проросли в открытом грунте.

Свежий укроп может радовать нас своим ароматом и в зимнее время. Рекомендуется выращивание укропа в теплицах или на подоконнике. Оптимальной температурой для зимнего выращивания укропа является 15-20 градусов. Семена высеваются плотно в почвенную смесь, богатую питательными веществами. Для того чтобы укроп, выращивание которого происходит в домашних условиях, рос быстрее, нужно установить дополнительное освещение.

**Петрушка (*Petroselinum*)** Исследования по выращиванию петрушки из семян в условиях Мурманска были проведены вначале в условиях закрытого грунта. В начале апреля 2002 года в ёмкости с почвой (размер ёмкости 34x54 см) были высеяны семена петрушки кудрявой «Астра» в количестве 874 штуки и петрушки обыкновенной листовой в количестве 1400 штук. Полученная зелень той и другой петрушки была использована в пищу.

Семена петрушки сахарной (производитель семян – фирма «Среди цветов»), высеянные в конце ноября 2003 года в ёмкости закрытого грунта, дали всхожесть, но полученные сеянцы в условиях помещения не выжили из-за недостатка света, как и полученные сеянцы петрушки обыкновенной (производитель семян – фирма «Среди цветов»), высеянные 13 февраля 2004 года в ёмкости закрытого грунта.

В ёмкость с почвой были высеяны семена петрушки листовой «Зелёный хрусталь» 26 апреля 2012 года (Производитель семян – группа компаний «Гавриш», Москва).

В открытом грунте были высеяны семена 2 июня 2012 года семена петрушки листовой «Зелёный хрусталь» (Производитель семян – группа компаний «Гавриш», Москва), петрушки листовой «Карнавал» (Центр оптовой торговли «Дом семян»), петрушки «Итальянский гигант» (Центр оптовой торговли «Дом семян»). Всхожесть семян наблюдалась 18 июня 2012 года.

Полученные растения использовались в пищевых целях. Петрушка в горшках не нуждается в усиленном освещении, вполне достаточно разместить ее на подоконнике. Единственное, о чем стоит побеспокоиться, горшок не должен стоять на сквозняке, поскольку холодный поток воздуха может затормозить рост зелени или вовсе не даст ей расти. Свет нужен для приобретения листьями зеленой окраски. Поливать ее нужно не слишком

обильно, поскольку может произойти застаивание воды в горшках и это негативно скажется на качестве зелени. Всего за время роста потребуется 4-5 поливок в умеренном количестве.

**Базилик (*Ocimum basilicum*)** В условиях Мурманска в 2003-2005 году высевались в емкости закрытого грунта с почвой (34x50см) и в теплицу под пленкой семена следующих сортов базилика: Орион, Фиолетовый, Зелёный, Карамельный, Лимонный аромат, Карлик, Широколистный, Гвоздичный ароматизированный.

В процессе наблюдений за прорастанием семян базилика данных сортов было установлено, что всхожесть семян находилась в пределах от 10 до 40, 45, 50 % в одном помещении, а в другом у этих же семян её не наблюдалось. Это связано с температурой окружающего воздуха и почвы. Всхожесть оказалась ниже приведённой в литературных данных, что связано, очевидно, со сроками хранения.

В условиях теплицы под пленкой наблюдалась хорошая всхожесть семян всех высеянных сортов базилика, проводилась регулярная поливка полученных сеянцев. Растения были затенены от попадания лучей солнца более высокими растениями, растущими с другой стороны. Это отрицательно сказалось на росте и развитии базилика в теплице. 2 сентября 2005 года были убраны листья с растений, которые не достигли характерной для них высоты.

Выращивание базилика из семян в условиях закрытого грунта были продолжено в 2012 году. В ёмкости (размер их 34x50x10 см) в закрытом грунте ботанического сада МГТУ 14 марта 2012 года были высеяны семена базилика видов: гвоздичного (производитель семян – группа компаний «Гавриш», Москва); «Весеннее настроение» (производитель семян – агрофирма «Седек», Московская область); «Философ» (производитель семян – группа компаний «Гавриш», Москва); зелёного ароматного (производитель семян – группа компаний «Гавриш», Москва); «Василиск» (производитель семян – группа компаний «Гавриш», Москва).

В ходе роста растения использовались в пищевых целях. Проведенные исследования по выращиванию базилика из семян в условиях своеобразного климата Мурманска показали, что можно вырастить растения для использования в пищевых целях, а также и лекарственных, как в открытом, так и закрытом грунте, в том числе в

комнатных условиях. Можно получить при выращивании базилика в закрытом грунте семена.

**Мелисса лекарственная (*Melissa officinalis*)** Высевались весной 2013 года семена мелиссы «Лимонная свежесть» (производители семян – Центр оптовой торговли «Дом семян» и ООО «РС – Овощи и цветы) в закрытом грунте). Из них были получены растения, которые употреблялись в пищу.

**Мята (*Mentha*)** Весной 2013 года в закрытом грунте высевались семена мяты садовой «Ментол» (*Mentha spicata*); мяты перечной «Морозко» (*Mentha piperita*); Мята перечной «Кубанская» (*Mentha piperita*). Производитель семян всех этих сортов мяты – группа компаний «Гавриш». В почве закрытого грунта высевались 27 марта 2013 года семена корейской мяты, по – другому это растение называется Лофант морщинистый. Все сорта мяты дали хорошую всхожесть. Полученные из них растения использовались в пищевых целях. В результате проведённой работы было установлено, что в условиях закрытого грунта мяту и мелиссу из семян в условиях Мурманска можно выращивать в любое время года, для этого необходимо соответствующее освещение и своевременный полив. Мелисса может цвести.

**Кориандр посевной (*Coriandrum sativum*)** В закрытом грунте высевались семена кинзы (производитель семян – Агрофирма «Седек»), сортов «Янтарь» (производитель семян – группа компаний «Гавриш»), «Пикник» (производитель семян – Центр оптовой торговли «Дом семян»). Семена высевались в закрытом и открытом грунте ботанического сада МГТУ в 2013 году. Наблюдалась всхожесть семян, полученные растения использовались для пищевых целей. В открытом грунте у кориандра образовались семена

Как показали проведённые наблюдения за выращиванием некоторых пряных растений в почве Мурманска, их можно выращивать и в открытом, и в закрытом грунте.

## Способы определения возраста представителей отряда Rajiformes на примере звездчатого ската Баренцева моря

Деревщиков А. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», аспирант)

Как известно хрящевые рыбы не имеют твердых частей тела, таких как отолиты, чешуя или кости, обычно используемых в изучении возраста и роста костных рыб. У хрящевых рыб единственными структурами, обеспечивающими возможность определения возраста, являются обызвествленные части скелета, такие как позвонки (их тела и нервные дуги), спинные колючки (иглы) и хвостовые шипы (Cailliet *et al.*, 1986; Cailliet 1990; Gallagher, Nolan, 1999; McFarlen *et al.*, 2002). При этом, четкость проявления ростовой исчерченности напрямую связана со степенью обызвествления перечисленных элементов. В связи с этим наибольшие проблемы в определении возраста хрящевых рыб наблюдаются у глубоководных видов, обызвествление скелетных элементов которых выражено меньше, чем у более мелководных представителей.

В течение длительного времени, попытки усовершенствования методов определения возраста хрящевых рыб шли по пути поиска новых, более эффективных способов обработки скелетных элементов химическими и физическими способами, усиливающими контрастность проявления ростовых зон. В начале 90-х годов появились первые доступные компьютерные методы обработки цифровых изображений, что сделало возможным усиление контрастности проявления ростовых зон за счет обработки их цифровых изображений.

Целью данной работы являлся поиск наименее трудоемкого и наиболее эффективного метода определения возраста звездчатого ската (*Amyraja radiata*), являющегося наиболее массовым представителем хрящевых рыб в Баренцевом море.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. оценить эффективность определения возраста по сагитальным срезам позвонков, используя различные методы окраски;
2. оценить эффективность определения возраста по целым позвонкам, используя различные методы окраски;

3. найти способ улучшения видимости возрастной исчерченности на фотографиях позвонков, используя возможности компьютерных редакторов растровой графики.

Для исследования были использованы позвонки 50 особей *A. radiata*, отловленных в Баренцевом море. Целые позвонки обрабатывались и подготавливались к окрашиванию и определению возраста по методикам описанным К. Голдманом (Goldman, 2004). Сагиттальные срезы готовились по методике описанной Д. Суликовским (Sulikowski *et al.*, 2005).

В ходе исследования целые позвонки и их сагиттальные срезы окрашивались кристаллическим фиолетовым (Goldman, 2004), ализариновым красным (Rizzo *at al.*, 2006) и азотнокислым серебром (Goldman, 2004). Всего оценки эффективности окрашивания разными красителями были использованы позвонки 10 особей. Для каждой из этих особей применялись все методы окрашивания целых позвонках и их сагиттальных срезов.

По результатам исследования было принято решение отказаться от использования сагиттальных срезов в связи с трудоемкостью их изготовления и, как правило, весьма низким качеством полученных изображений возрастной исчерченности (рис. 1).

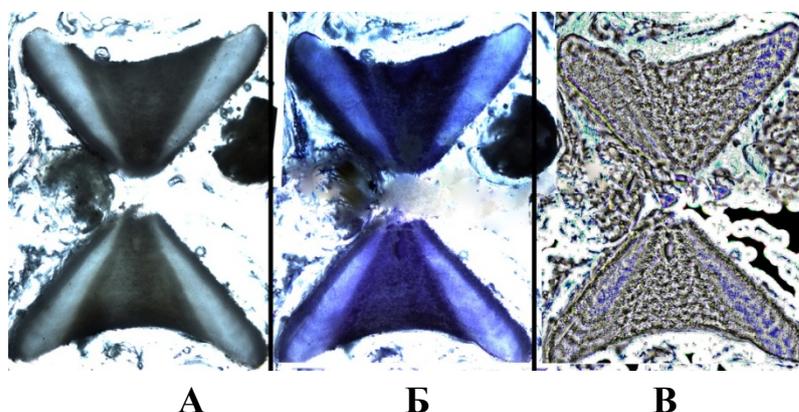


Рис. 1. Сагиттальный срез позвонка звездчатого ската длиной 50 см; А – неокрашенный, Б – окрашенный кристаллическим фиолетовым, В – окрашенный кристаллическим фиолетовым и обработанный в программе «морфология». Возраст особи определен приблизительно в 13 лет.

Для целых позвонков наилучшие результаты и наиболее четкую картину ростовой исчерченности показало окрашивание азотнокислым серебром (рис. 2). В дальнейшем этот метод окраски был незначительно модифицирован для повышения эффективности для данного вида .

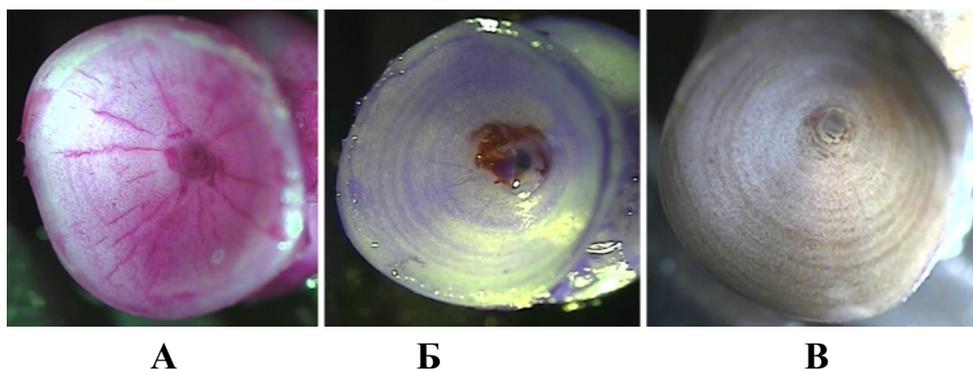


Рис. 2. Целые позвонки звездчатого ската длиной 50 см; А – окрашенный ализариновым красным, Б – окрашенный кристаллическим фиолетовым, В – окрашенный азотнокислым серебром. Возраст особи определен приблизительно в 13 лет.

Методом азотнокислого серебра были окрашены и сфотографированы позвонки 40 особей звездчатого ската. Позвонки, фотографировались в отраженном свете цифровой камерой JVC под бинокулярным микроскопом Olimpus SZX12. Полученные фотографии обрабатывались в программе «Adobe Photoshop CS3 Extended». Суть компьютерной обработки заключалась в совмещении (размытии) соседних участков изображения в направлении линий возрастных колец, в результате чего плохо различимые для глаза или раздробленные участки изображения сливаются с соседними, образуя более яркую и четкую картину возрастной исчерченности (рис. 3).

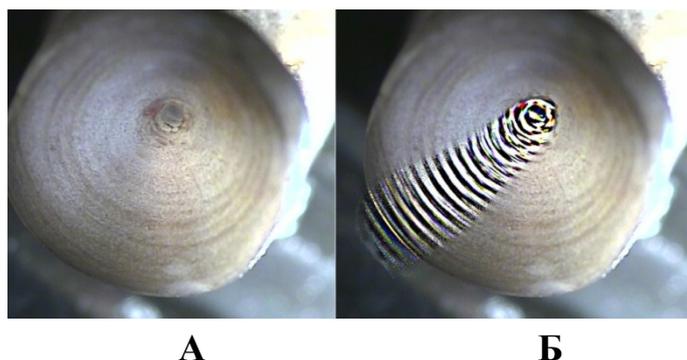


Рис.3. Целые позвонки звездчатого ската длиной 50 см, окрашенные азотнокислым серебром (А) и обработанные в программе «Adobe Photoshop CS3 Extended» (Б). Возраст ската определен в 13 лет.

Подсчет возрастных колец на фотографиях позвонка осуществлялся до и после их компьютерной обработки.

Сравнительный анализ полученных данных показал весьма высокую степень корреляции ( $R=0,89$ ), между возрастом, определенным традиционным методом и с использованием компьютерной обработки фотографий. Полученное значение коэффициента корреляции свидетельствует о том, что метод не вносит существенных искажений в реальную картину определения возраста. Между тем отмечено, что все таки имеющиеся расхождения в определении возраста, в основном касаются крупных особей и заключаются в увеличении количества выявленных годовых колец. Это позволяет утверждать, что метод в определенной мере способствует повышению надежности и точности определения возраста, особенно у наиболее проблемных особей старших возрастных групп.

#### Основные результаты

1. Использование сагиттальных срезов позвонков для определения возраста звездчатого ската не оправдало себя из-за трудоемкости их изготовления и низким качеством получаемых изображений возрастной исчерченности.
2. При определении возраста по целым позвонкам, оптимальным методом окраски является метод азотнокислого серебра.
3. Использование графических редакторов для обработки цифровых фотографий позвонков значительно повышает точность определения возраста, особенно у крупных особей старших возрастных групп.

#### Литература

1. Cailliet G. M. Elasmobranch age determination and verification; an updated review // NOAA Tech. Rep. NMFS. 1990. 90. – P. 157-165.
2. Cailliet G. M., Radtke R. L., Weldon B. A. Elasmobranch age determination and verification. Ichthyol. Soc. Jpn, Tokyo. 1986 – P. 345-360.
3. Gallagher M. J., Nollan C. P. A novel method for the estimation of age and growth in rajids using caudal thorns // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 56. 1999 – P. 1590-1599.
4. Goldman K.J. Age and growth of elasmobranch fishes. Elasmobranch Fisheries Management Techniques Manuals. Asia-Pacific Economic Cooperation and IUCN Sharks specialist group publications. Ed. by J.A. Musick, R. Bonfil. – Singapore, 2004. – P. 97-132.

5. Mcfarlane G. A., King J. R. and Saunders M. W. Preliminary study on the use of neural arches in the age determination of bluntnose sixgill sharks (*Hexanchus griseus*) // Fish. Bull. 2002. 100 – P. 861-864.
6. Rizzo P.S. and all. Contribution to Guidelines for Age Determination of Chondrichthyes fish from the Mediterranean Sea (application to selected species). // MedSudMed Technical Documents. 2006 №8 – 22 pp.
7. Sulikowski J.A., and all. Age and growth estimates of the thorny skate (*Amblyraja radiata*) in the western Gulf of Main // Fish. Bull., №103, 2005 – P. 161-168.

## Гибридный индекс берёз города Мурманска в условиях аэротехногенного загрязнения

**Ковалева Т. О., Приймак П. Г.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», Ботанический сад)

**Аннотация.** В данной работе определялся показатель гибридного индекса в разных участках г. Мурманска. Также оценивалось и учитывалось влияние различной аэротехногенной нагрузки на данный показатель.

**Abstract.** In this work the indicator of a birch hybrid index in different sites of Murmansk was defined. Also influence of various aero technogenic loading on this indicator was estimated.

**Ключевые слова:** гибридный индекс, *Bétula péndula*, *Bétula pubéscens*, аэротехногенное загрязнение, морфологические показатели, городские насаждения.

В условиях возрастающей техногенной нагрузки на городскую среду особенно актуальными становятся исследования урбофитоценозов Крайнего Севера. В насаждениях Мурманска чаще всего доминируют представители рода Берёза (*Betula*), обитающие на северной границе своего ареала и обладающие значительным полиморфизмом, вероятно связанным, с возможностью естественной гибридизации различных видов березы [1]. Исследования древовидных берёз Кольского Севера и Карелии как спектра гибридов *Betula pendula* и *B. pubescens*, показали морфологические и биохимические отличия исходных видов и гибридных форм [2]. Оценка выраженности морфологических признаков исходных видов у гибридов во многих работах [1], [2], [3], [4] осуществляется при помощи гибридного индекса – интегрального показателя, суммирующего 16 признаков, выраженных в баллах от 0 до 4-х. При таком подходе приобретает важность соотношение границ индивидуальной и экологической изменчивости этого показателя.

**Целью** работы явилась оценка характера изменений гибридного индекса и variability отдельных морфологических показателей листьев и ауксибластов берёз *Betula* sp., в городских насаждениях Мурманска с разной степенью аэротехногенной нагрузки.

### **Задачи:**

- Оценить характер вариации гибридного индекса в условиях аэротехногенной нагрузки различной интенсивности;
- Выявить наиболее переменные признаки.

### **Материалы и методы**

Выбор пробных площадей осуществлялся по принципу однородности видовой и размерной структуры древесного яруса городских насаждений на территориях с различной интенсивностью загрязнения воздуха. Контрольные участки – естественные древостои в черте города – расположены в удалении от городской инфраструктуры. Другие пробные площади примыкают к проезжей части.

Оценка интенсивности аэротехногенного загрязнения сообществ растений определялась косвенно, по динамике движения автотранспорта. В разных частях города, на 4-х участках измерялось количество проходящих автомобилей в единицу времени. На каждом проведено по 22 измерения длительностью в минуту, в разные дни недели, время суток, с последующим пересчётом количества автомобилей на час.

Гибридный индекс определялся по методике Ермакова В.И. (1986), являющейся усовершенствованной методикой Natho (1959,1964). Анализировались листья ауксибластов одновозрастных берёз с помощью стереоскопического микроскопа «МС-1», линейки. Побег отобраны осенью 2013г. и зафиксированы фиксатором Кларка (уксусный алкоголь 3:1) [5]. С каждой площади исследовано по 5 – 10 ауксибластов, всего – 133 листа. Учитывая интегральный характер гибридного индекса, визуальную оценку выраженности признаков, комплексность и неизмеримость некоторых из них, плохо предсказуемый характер распределения величин, наиболее приемлемым способом обработки данных сочтено построение вариационных рядов и анализ частот. Данные анализировали при помощи *MS Excel2007*.

### **Результаты и обсуждения**

Пересчёт удельной интенсивности движения автотранспорта возле пробных площадей, позволил выстроить их в ряд (таблица 1) с возрастанием интенсивности загрязнения. Очевидно, что наибольшей нагрузке подвергается пробная площадь №6, прилегающая к Кольскому проспекту.

Изучение вариационных рядов (рисунок 1), представленных в виде диаграммы рассеяния значений гибридного индекса в градиенте загрязнения, обнаружило следующую особенность.

Таблица 1. Транспортная нагрузка вблизи пробных площадей.

№ п/п	район пробной площади	кол-во автомобилей/час
1	проезд Ледокольный (контроль)	-
2	г. Горелая (контроль)	-
3	ул. Баумана	570
4	просп. Героев Североморцев	1955
5	ул. Шевченко	2275
6	Кольский просп./ ул. Беринга	2763

В целом, значения гибридного индекса не превышают 32 и колеблются в среднем возле значений 26 – 27 баллов, что свидетельствует о большей выраженности признаков берёзы пушистой.

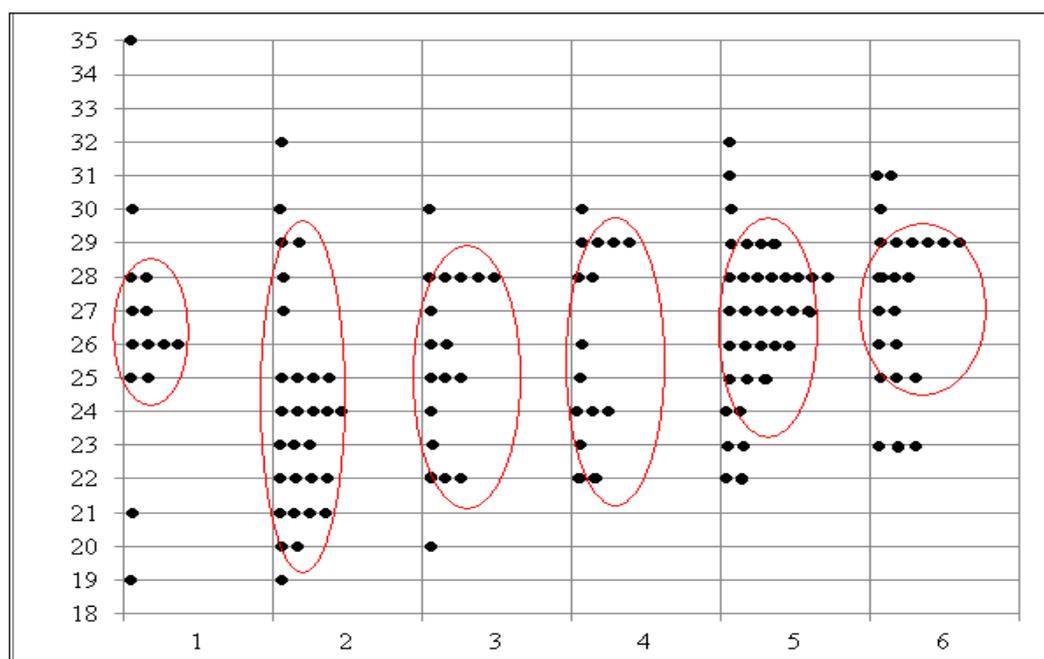


Рис.1. Рассеяние значений гибридного индекса в градиенте загрязнения.

Размах вариации (19-35 баллов) и рассеяние – наибольшие на контрольных площадях, где воздействия загрязнений минимальны. На участках с интенсивным загрязнением размах колебаний значений гибридного индекса, его рассеяние – наименьшие: 23-31 балл. Можно предположить, что уменьшение вариабельности морфологических показателей происходит под влиянием аэротехногенного воздействия. Необходимо отметить различные оценки вариаций изменчивости разными

авторами. Распространено мнение, что промышленное загрязнение может изменять уровень индивидуальной изменчивости, которая в неблагоприятных условиях увеличивается [6].

Степень variability особей популяции зависит от экстремальности воздействия, и с увеличением силы действия фактора возрастает средняя повреждаемость растений и одновременно уменьшается уровень изменчивости [7]. К сложности интерпретации обнаруженного факта необходимо добавить и исторический фактор, ведь городские насаждения могут иметь разнообразное происхождение.

Анализ изменений вариационных рядов отдельных признаков выявил наиболее изменчивые: реснички почечных чешуй, отношение длины черешка к длине центральной жилки, форма и опушенность листа.

### **Выводы**

В городских насаждениях берёз, подверженных наибольшей аэротехногенной нагрузке:

- возрастает вероятность проявления признаков берёзы повислой;
- снижается variability величины гибридного индекса берёз;
- наиболее variability признаки: реснички почечных чешуй, относительная длина черешка, форма и опушенность листа.

### Литература

1. Ермаков, В.И. Морфо-физиологические адаптации основных видов березы на Севере // Вопросы адаптации растений к экстремальным условиям Севера / В.И. Ермаков. – Петрозаводск, 1975. С. 64-88.
2. Ветчинникова, Л.В. Берёза: вопросы изменчивости / Л.В. Ветчинникова // Отв. ред. А.Ф. Титов. – М.: Наука, 2004. – 183 с.
3. Natho, G. Variationbereite und Bestradbildung bei mitteleuropaischen Birkensippen // Feddes Raport. Spec. nov. regni veget. 1959. Bd. 61, N 3. S. 211-273.
4. Данченко, А.М. Популяционная изменчивость березы / А.М. Данченко. – Новосибирск: Наука, 1990. – 205 с.
5. Барыкин, Р.П. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы / Р.П. Барыкин. – М.: МГУ, 2004. С. 42.
6. Мамаев, С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / С.А. Мамаев. – М.: Наука, 1972. – 284 с.
7. Павлов, И.Н. Древесные растения в условиях техногенного загрязнения / И.Н. Павлов. – Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2005. – 370 с.

## **Использование теплового насоса в качестве блока терморегуляции установки замкнутого водообеспечения аквакультуры**

**Маковская А. И., Суслов А. Э., Фатыхов Ю. А.** (г. Калининград, ФГБОУ ВПО «КГТУ», кафедра пищевых и холодильных машин)

**Аннотация.** Для организации оптимального режима работы установки замкнутого водообеспечения (УЗВ) и снижения затрат на энергетические ресурсы при получении рыбопосадочного материала и товарной рыбы рассматривается возможность применения теплового насоса в качестве блока терморегуляции УЗВ.

**Abstract.** For the organization of an optimum operating mode of the installation of the closed water supply and reduce the cost of energy resources in the preparation of fish seed and commercial fish considered the possibility of using a heat pump as a unit thermoregulation of the installation of the closed water supply .

**Ключевые слова:** тепловой насос, термopодготовка воды, аквакультура, установка замкнутого водообеспечения, энергосбережение.

**Key words:** heat pump, water thermopreparation, aquaculture, installations of the closed water supply, energy saving.

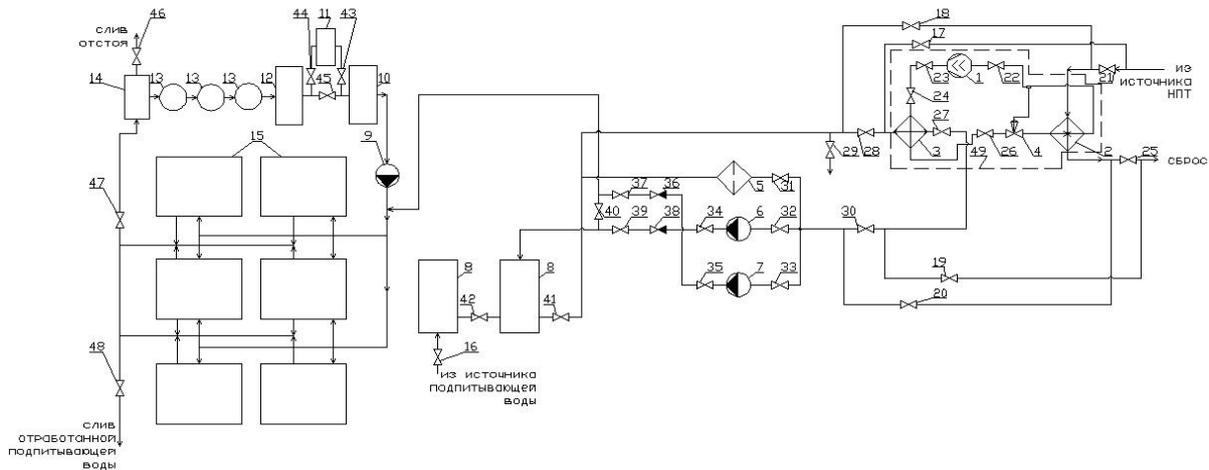
Развитие предприятий аквакультуры является важным для пищевой отрасли для обеспечения населения продукцией из гидробионтов [1]. Для соблюдения параметров процесса получения рыбопосадочного материала и товарной рыбы в установках замкнутого водообеспечения важно поддержание необходимого температурного уровня воды в рыбоводных бассейнах. Размещение предприятий аквакультуры у источников воды часто ограничивает возможность подключения предприятия к централизованным сетям инженерно-технического обеспечения. Эта особенность диктует необходимость установки индивидуального оборудования для нагрева воды, поступающей из источника. Строительство котельных на территории небольших предприятий аквакультуры существенно увеличивают себестоимость продукции из-за высоких капитальных вложений и существенных затрат на содержание и эксплуатацию. Применение электрических нагревателей экономически непривлекательный способ нагрева больших объемов воды [2].

Положительный опыт применения тепловых насосов для нужд теплоснабжения в зарубежных странах показал, что использование данного оборудования выгодно при децентрализованности тепловых сетей

[3]. Также возможность теплового насоса как нагревать, так и охлаждать воду, позволяет организовать подачу воды соответствующего температурного уровня на всех стадиях разведения и выращивания рыбы.

При выборе способа термоподготовки воды подпитывающей рыбоводные бассейны в «Международном центре аквакультуры Калининградского государственного технического университета» было принято решение в качестве блока терморегуляции использовать теплонасосную установку.

Разработанная схема установки УЗВ с блоком термоподготовки, выполненным на базе теплового насоса, представлена на рис.1.



1 – компрессор; 2 – испаритель; 3 – конденсатор; 4 – терморегулирующий вентиль; 5 – фильтр механический; 6 – насос водяной циркуляционный; 7 – водяной насос подачи подпитывающей воды в рыбоводные бассейны; 8 – бак-аккумулятор; 9 – насос водяной; 10 – емкость расходная; 11 – оксигенатор; 12 – бактерицидная лампа; 13 – фильтр биологический; 14 – фильтр механический; 15 – рыбоводные бассейны; 16 – запорный вентиль подачи подпитывающей воды; 17-20 – обводные вентили; 21 – запорный вентиль подачи воды от источника низкопотенциальной теплоты; 22-24 – запорные вентили теплового насоса; 25 – запорный вентиль для сброса воды от источника низкопотенциальной теплоты; 26 – запорный вентиль теплового насоса; 27-48 – запорные вентили водяного контура; НПТ – низкопотенциальная теплота

Рис.1. Установка замкнутого водообеспечения с тепловым насосом для термоподготовки подпитывающей воды

На рис. 2, 3 представлена экспериментальная телонасосная установка, смонтированная в цехе «Международного центра аквакультуры КГТУ».



Рис.2. Моноблочный тепловой насос



Рис.3. Часть водяного контура и бак-аккумулятор

По технологии разведения рыбы, для поддержания биохимических показателей воды в бассейнах, ежедневно сбрасывается отработанная вода в объеме 5 –15% от объема циркулирующей воды в системе. Такое же количество свежей воды подается для подпитки. Во избежание неблагоприятного для рыбы колебания температуры вода подается термopодготовленной: охлажденной или нагретой в зависимости от стадии разведения рыбы и температуры в водяном источнике. Переключение режима работы теплового насоса из режима нагрева в охлаждение и обратно осуществляется за счет переключения положений вентилей в водяном контуре. Также конструкция водяного контура и введение в него дополнительного бака-аккумулятора позволяет организовать многократное прохождение подпитывающей воды через теплообменные аппараты, что необходимо при большой разнице температур воды из источника и установленной технологией разведения рыбы.

Для определения целесообразности применения теплового насоса в составе УЗВ было проведено испытание установки, в результате которого были получены значения коэффициента преобразования энергии и холодильного коэффициента, представленные на рис. 4. Объем подпитывающей воды составлял 0,5 м<sup>3</sup> в сутки. Температура воды из источника при испытании установки в режиме «нагрев» составляла 9° С. Нагрев подпитывающей воды осуществлялся до максимального значения рабочей температуры в бассейнах 35 °С, для выращивания теплолюбивых пород рыбы и инкубационного периода. Температура подпитывающей воды из источника при работе в режиме «охлаждение» составляла 18° С. Охлаждение производилось до минимальной температуры воды 4 °С, поддерживаемой при искусственной зимовке рыбы.

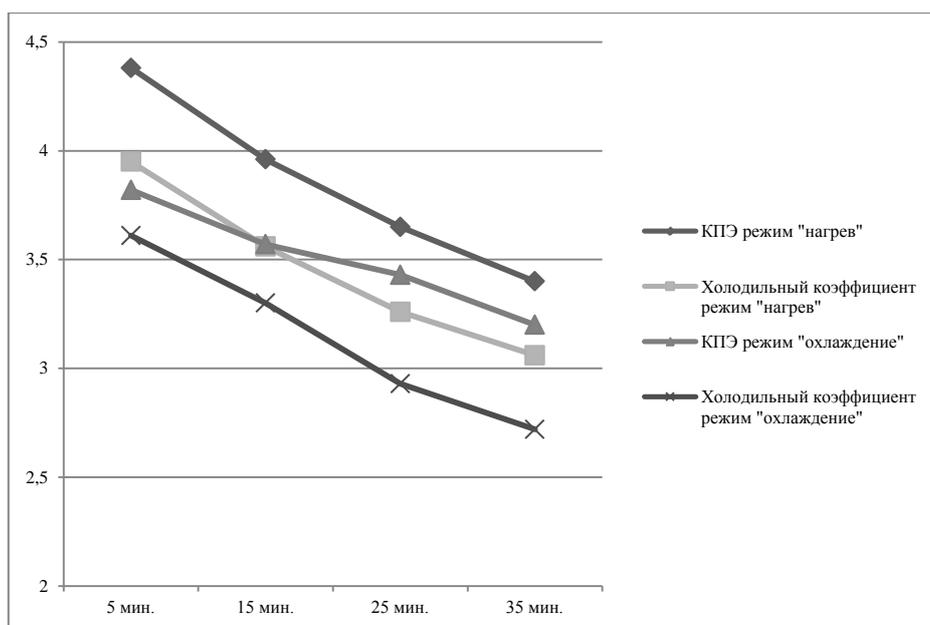


Рис.4. Значения коэффициентов преобразования энергии и холодильного коэффициента теплового насоса

Поскольку минимальное значение коэффициента преобразования энергии  $\varepsilon_{\text{тн}}$ , при котором использование теплового насоса для теплоснабжения вместо современных установок на органическом топливе будет эффективно, равно 1,92 [4], разработанная экспериментальная теплонасосная установка для термоподготовки подпитывающей воды при нагреве до температуры не более 40° С, позволит снизить затраты на органическое топливо, по сравнению с нагревом воды посредством использования теплоносителем от котельной.

#### Литература

1. Макоедов А.Н. Основы рыбохозяйственной политики России / А.Н. Макоедов, О.Н. Кожемяко. – М.: ФГУП «Национальные рыбные ресурсы», 2007. – 480 с.
2. Маковская А.И. Анализ применения теплонасосной установки на предприятиях аквакультуры / А.И. Маковская, А.Э. Суслов, Ю.А. Фатыхов // Вестник МАХ. – 2011. – № 3. – С. 14-17.
3. Lund J.W. Direct application of geothermal energy: 2005 worldwide review / J.W. Lund, D.H. Freeston // Geothermics. – 2005. – № 6. – P. 691-727.
4. Эрлихман В.Н. Энергосбережение в технологических процессах агропромышленного комплекса с использованием теплонасосных установок / В.Н. Эрлихман, Ю.А. Фатыхов, А.Э. Суслов. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2007. – 231 с.

## Особенности макрофитобентоса Кольского залива

Малавенда С. В.<sup>1</sup>, Малавенда С. С.<sup>2</sup>, Комракова Д. Г.<sup>2</sup> (г. Мурманск, 1 – ММБИ КНЦ РАН, лаборатория альгологии; 2 – ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра биологии)

**Аннотация.** Выявлен ряд изменений в растительности среднего и южного колен Кольского залива Баренцева моря, которые могут быть связаны с антропогенной нагрузкой: уменьшение глубины произрастания пояса красных водорослей и смена ассоциаций в нем, значительное сокращение видового состава. В биогеографическом составе флоры Кольского залива за период около ста лет не отмечено изменений.

**Abstract.** A number of changes in vegetation of an average and southern knee which can be connected with anthropogenesis loading is revealed: reduction of depth of growth of a belt of red seaweed and change of associations in it, considerable reduction of specific structure. In biogeographically structure of flora of Kola bay for the period about hundred years it is noted changes.

**Ключевые слова:** Кольский залив, литораль, сублитораль, макроводоросли, видовое разнообразие

**Key words:** Kola bay, littoral, sublittoral, macroseaweed, species diversity

Кольский залив Баренцева моря активно осваивается около ста лет. Наиболее полные исследования проводились в период с 1907 по 1911 гг. [1, 2]. Эти исследования показали, как богата и разнообразна растительность бухт залива, но современные исследования указывают на существенные изменения в видовом составе фитоценозов и популяции *Fucus vesiculosus* [3].

### Материалы и методы

Исследование макрофитобентоса Кольского залива проводилось на протяжении 2007-2013 гг. Отбор проводили в южном и среднем колене Кольского залива. Исследовали видовое разнообразие макроводорослей литорали и сублиторали залива, изучали возрастную и размерно-массовую структуру популяции *Fucus distichus* L. и *F. vesiculosus* L..

### Результаты и обсуждение

В результате были получены следующие закономерности:

1. Видовое богатство южного и среднего колен Кольского залива за сто лет освоения резко сократилось (по сравнению с данными Е.С Зиновой [4,1]). Но в последние годы в южном колене залива наблюдается некоторое увеличение видового разнообразия, в том числе восстановление зарослей

ряда массовых видов. Редкие и малораспространённые виды сменяются на широко распространённые.

2. Определен список устойчивых к антропогенному влиянию макрофитов Кольского залива, всего 20 видов, в основном бурые (роды *Fucus* и *Pylaiella*) и зелёные водоросли (роды *Ulva*, *Ulvaria*).

3. Биогеографический облик фитоценозов Кольского залива не изменился за примерно сто лет.

4. В южном и среднем коленах отмечено уменьшение глубины произрастания пояса красных водорослей. В бухте Белокаменная пояс расположен на 4-5 м, по данным Е. С. Зиновой, в начале века на этой глубине находились заросли ламинариевых водорослей, а красные обнаруживались до 15 м. Аналогично на м. Абрам-Мыс пояс багрянок сместился с 10-12 до 3-4 м. На м. Мишуков в настоящее время красные водоросли отмечены в единичных экземплярах.

5. Биомасса литоральных фитоценозов залива в 1999 г. была в полтора раза ниже, чем в сходных биотопах губ Восточного Мурмана [3]. В 2011-2012 гг. была в ряду типичных для Мурмана значений.

6. Выявлено снижение биомассы эпифитов фукоидов (*Fucus vesiculosus*, *F. distichus*, *F. serratus*). На исследованных участках Кольского залива биомасса эпифитов и их отношение к биомассе базифитов-фукоидов существенно снижено. В составе эпифитов выявлено только 3 вида, преобладает *Pylaiella littoralis* (L.) Kjellm.

7. В возрастной структуре популяции *Fucus distichus* L. в южном и среднем коленах Кольском заливе отмечено снижение доли молодых особей и увеличение размеров талломов по сравнению с экологически чистыми районами.

Полученные закономерности частично отмечены ранее в других регионах северной Атлантики и Арктики. В частности, снижение биомассы ламинариевых водорослей в результате эвтрофикации было отмечено на южном побережье Норвегии [4]. Повсеместно отмечается снижение видового разнообразия изменение структуры фитоценозов при различных видах антропогенного воздействия [5]. Выводы дополняют существующие представления о реакции фитобентоса сведениями об изменении пространственно-видовой структуры: уменьшение видового разнообразия и биомассы синузидии эпифитов фукоидов, снижение глубины произрастания сублиторальных видов. Полученные закономерности

существенно дополняют шкалу состояний донных фитоценозов, разработанную ММБИ КНЦ РАН [6].

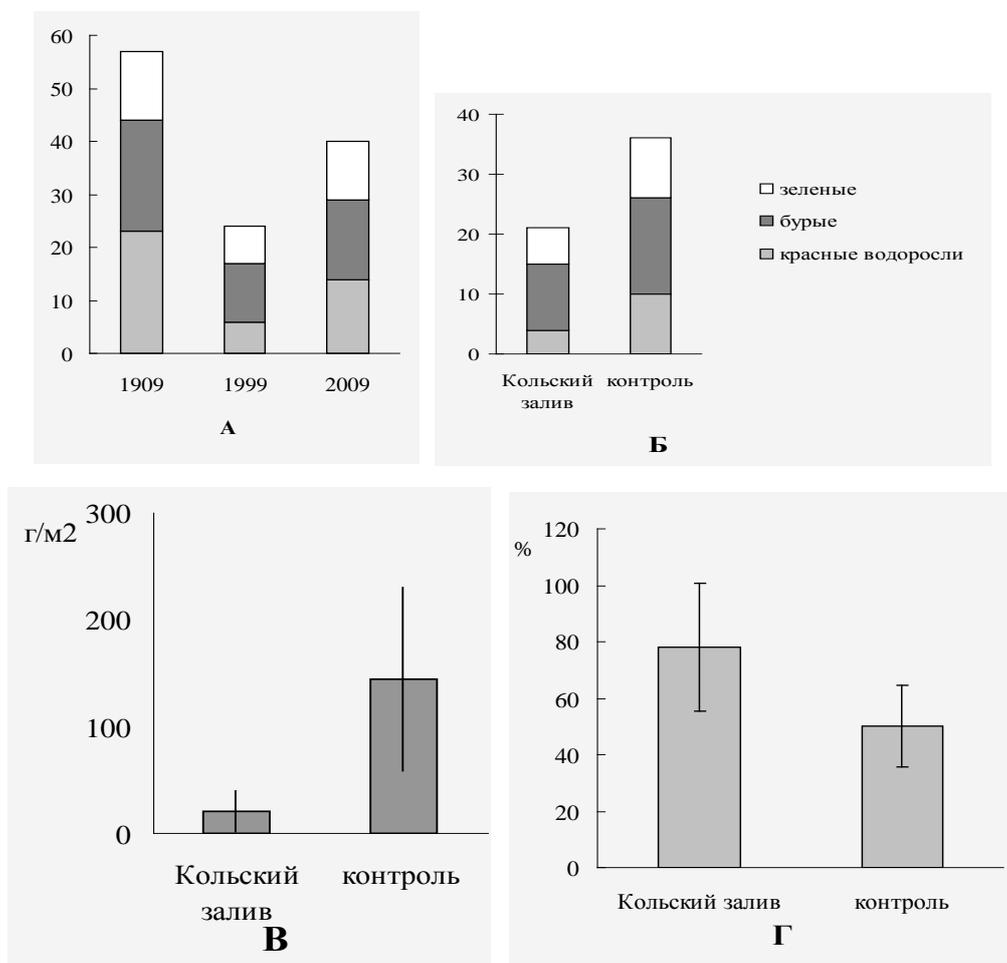


Рис.1. Сравнительный анализ видового богатства южного и среднего колен Кольского залива: А – по годам, Б – в сравнении с экологически чистым районом. По оси ординат – число видов. В – биомасса эпифитов фукоидов, г/м<sup>2</sup>, Г – доля проростков *F. distichus*. Контроль – экологически чистая губа Ярнышная.

### Заключение

Многолетние исследования фитоценозов Кольского залива выявили низкое видовое разнообразие, увеличение доли проростков литоральных фукоидов, снижение биомассы и числа видов синузидов эпифитов фукоидов в южном и среднем колене по сравнению с экологически чистыми районами. За последние тринадцать лет наблюдается восстановление литоральных зарослей.

Литература

1. Зинова, Е.С. Водоросли Мурмана. Часть II. Бурые водоросли / Е.С. Зинова // Тр. СПб об-ва естествоиспыт. – 1914. – Т. 44-45, вып.3, № 4. – С. 212-326.
2. Гурьянова, Е.Ф. Литораль Кольского залива / Е.Ф. Гурьянова, И.Г. Закс, П.В. Ушаков // Тр. Ленингр. об-ва естествоисп. – 1930. – Т. 60, № 2. – С. 17-107.
3. Завалко С.Е. Многоуровневая морфофизиологическая оценка состояния фукусовых водорослей в условиях антропогенного загрязнения (Кольский залив Баренцева моря) / С.Е. Завалко, Е.В. Шошина // Вестник МГТУ. 2008. Т. 11, № 3. С. 423-431.
4. Frithjof E. M. Large-scale shift from sugar kelp (*Saccharina latissima*) to ephemeral algae along the south and west coast of Norway / M. Frithjof E., H. Christie // *Marine Biology Research*. 2012. V. 8:4. P. 309-321
5. Steneck, R. S. Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future / R. S. Steneck, M. H Graham, B. J Bourque, D. Corbett, J. M. Erlandson, J. A. Estes, M. J. Tegner // *Environmental conservation*. 2002. V. 29. №. 4. С. 436-459.

## Использование отрывных зондирующих систем с борта судов ледового класса на акватории Севморпути

**Моисеев Д. В.** (г. Мурманск, ММБИ КНЦ РАН)

**Аннотация.** В докладе рассматриваются преимущества использования отрывных зондирующих систем ХВТ и ХСТД в практике попутных океанографических наблюдений в экспедициях на акватории Севморпути и в других районах Арктических морей с борта судов ледового класса.

**Ключевые слова:** ХВТ, ХСТД, зондирующий, Севморпуть, Арктика.

Наблюдения, выполняемые на неспециализированных судах (обычно называемых попутными), являются важнейшим источником данных о природе Мирового океана за периоды, не освещенные инструментальными съемками. Они сохраняют свое значение до настоящего времени. Наряду с массовыми стандартными наблюдениями, выполняемыми штурманским составом, большое значение для фундаментальной науки имеют работы специализированных экспедиционных групп на попутных судах, особенно в тех районах океана и в те сезоны, когда возможности экспедиционного флота крайне ограничены. Одним из эффективных методов организации регулярных наблюдений является использование коммерческих судов в качестве платформ для размещения океанографических приборов. Определенным недостатком методики является концентрация наблюдений вдоль маршрутов традиционного мореплавания. Однако во-первых измерения с попутных судов следует рассматривать как дополнение к дистанционным измерениям и данным свободно дрейфующих буев, позволяющее повысить разрешение сети наблюдений и восполняющее недостатки других средств исследований; во-вторых в труднодоступных арктических морях, покрытых льдом, попутные наблюдения могут по сути являться единственным способом получения океанографических данных [1].

С 1996 г. Мурманский морской биологический институт (ММБИ) проводит попутные наблюдения по трассе Севморпути с борта атомных и дизель-электрических ледоколов, судов ледового класса. До 2012 г. гидрологические наблюдения на ходу осуществлялись с помощью отбора проб воды ведром на веревке из верхнего слоя. Измерялась температура воды поверхностным термометром, отбиралась проба на определение солености.

Только на случайных стоянках при благоприятных ледовых условиях была редкая возможность провести STD-зондирование водной толщи от поверхности до дна с помощью профилографов SEACAT SBE19 или ME [1, 2].

В практике судовых высокоширотных экспедиций широко используются отрывные одноразовые зонды (рис. 1). Наблюдения с помощью данных приборов можно производить в отсутствии специально оборудованного рабочего места без остановки судна, т.е. с минимальными потерями судового времени [3, 4]. Различают отрывные батитермографы ХВТ (eXpendable BathyThermograph) и отрывные батитермосалинографы ХСТД (eXpendable Conductivity, Temperature, Depth profiler).

Измерительный комплекс ХВТ состоит из системы сбора данных (ноутбук и конвертор), располагающейся на борту судна, и приспособления для запуска теряемого датчика температуры, который измеряет температуру воды в ходе свободного падения (рис. 1 а). Падающий датчик связан с системой сбора данных тонкой проводящей проволокой (0.15 мм), используемой для передачи измерений в реальном масштабе времени. Глубина, на которой проводится измерение, вычисляется по времени падения датчика с использованием хорошо калиброванного уравнения падения [1].

В комплекс ХСТД входят бортовая система сбора данных, пусковое устройство и теряемый зонд, в котором размещены электроника, датчики температуры и электропроводимости (рис. 1 б). Проводимость измеряется с помощью индуктивной ячейки, которая обнаруживает наведенную электродвижущую силу (ЭДС) в тороиде в связи с условиями морской воды. Температура измеряется путем измерения изменения сопротивления в термисторе. Передача данных измерений в систему сбора данных также осуществляется в реальном масштабе времени по тонкой проволоке, связывающей зонд с судном. Глубина измерений определяется по времени, прошедшему с момента выпуска зонда, с точностью лучше 5 м [1].

В состав отрывных зондирующих систем ММБИ входят следующие компоненты:

1. Комплект ХВТ и ХСТД нескольких моделей фирмы Tsurumi Seiki Co. Ltd
2. Система приема данных от отрывных зондов МК-150 фирмы Tsurumi Seiki Co. Ltd

3. Ручной пускатель отрывных зондов LM-3A с кабелем длиной 15 м фирмы Lockheed Martin Corp.

4. Защищенный ноутбук для приема и хранения данных от отрывных зондирующих систем Panasonic Toughbook 31.

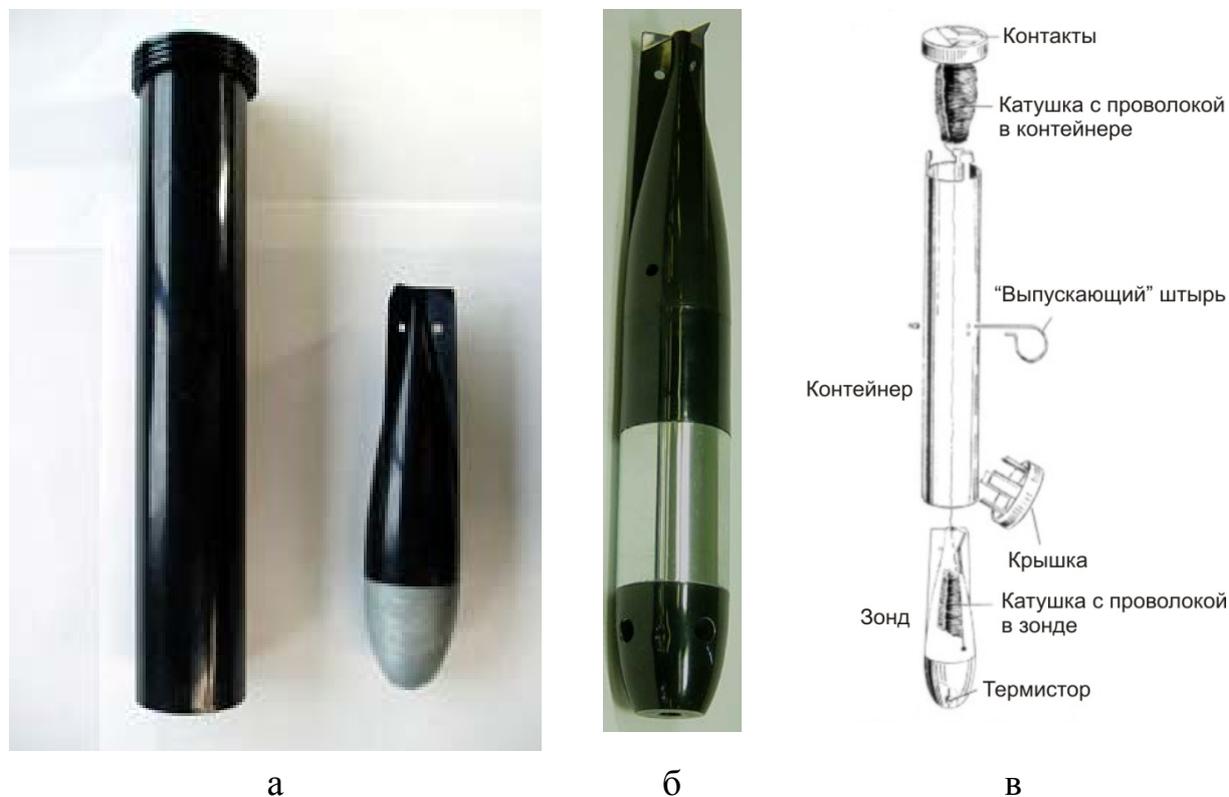


Рис. 1. Внешний вид отрывного батитермографа ХВТ (а, слева – контейнер, справа – датчик), отрывного батитермосалинографа ХСТД без контейнера (б) и схема отрывного зонда (в)

Сначала система была протестирована с борта НИС "Дальние Зеленцы" в Кольском заливе. Затем, с марта 2012 г. стала использоваться с борта судов ледового класса, принадлежащих компании "Норильский никель" и курсирующих по маршруту Мурманск-Дудинка-Мурманск. Одновременно с этим система активно применялась в ходе экспедиций ММБИ на своем НИС "Дальние Зеленцы" в Гренландском, Баренцевом, Карском, Лаптевых морях.

Установка системы на борту судна ледового класса компании "Норильский никель" осуществляется следующим образом. Блок сбора данных МК-150 и ноутбук располагаются в пассажирской каюте на третьей палубе судна. От МК-150 был протянут 15-ти метровый кабель в сторону выхода на открытую палубу. К наружному концу кабеля подключался ручной пускатель LM-3A. От МК-150 на корпус

подсоединяется заземление. Необходимо отметить, что без подключения заземления не будут работать отрывные батитермографы ХВТ. На МК-150 аналоговые в случае ХВТ или цифровые сигналы в случае ХСТД декодируются и передаются на ноутбук, работающий в режиме непрерывного получения данных.

Перед началом каждого зондирования в программе производится настройка по типу прибора, пределам шкал измерения, задается имя и место на локальном диске для ASCII-файла с данными. После включения МК-150 происходит контроль наличия связи в системе зонд – бортовое устройство. У ХСТД на воздухе тестируются датчики.

Для работы с системой требуются 1-2 человека. Один находится в каюте и контролирует работу системы у ноутбука, другой осуществляет пуск зонда в воду из пускателя с открытой палубы. При использовании защищенного ноутбука, его можно вынести на палубу, тогда с системой может работать один человек. Процесс работы с отрывными зондами полностью согласуется в режиме двусторонней связи с вахтенным штурманом, находящимся на мостике. В частности, специалист, выпускающий зонд, узнает на мостике скорость судна (для выбора правильной модели зонда), глубину моря (для своевременной остановки зондирования путем обрыва проволоки) и географические координаты (которые он просит перед пуском записать штурмана или, имея свой GPS/ГЛОНАСС приемник, фиксирует их сам).

Пуск зонда осуществляется путем извлечения "выпускающего" штыря из контейнера, закрепленного в пускателе. Проволока намотана на 2 катушки: одна находится в падающем зонде, другая – в контейнере (рис. 1 в). Это позволяет свободно без задержек падать зонду в водной толще. После пуска зонда измеряемые им данные в виде профилей вертикального распределения визуализируются в прикладной программе. Достижение зондом дна наиболее четко регистрируется у отрывных батитермосалинографов (ХСТД). Индикатором является резкое уменьшение электропроводимости. В случае с батитермографами (ХВТ) наблюдается небольшой выброс в вертикальном распределении температуры, который, зная глубину, измеренную эхолотом, можно идентифицировать как дно. После достижения прибором дна специалист, находящийся на открытой палубе, обрывает проволоку, а оператор ноутбука прекращает запись данных. Полученная информация

конвертируется в формат ASCII в полном объеме или с вертикальным разрешением 1 м. На основании этих данных можно строить профили распределения термохалинных характеристик на разрезах (полигонах), состоящих из нескольких станций.

Всего в 2012-2013 гг. в экспедициях ММБИ было сделано свыше 300 ХВТ/ХСТД зондирований. Таким образом, достигаются основные преимущества использования отрывных зондирующих систем в следующих двух направлениях:

- получение на регулярной основе гидрологических данных с борта попутных судов из труднодоступных районов Арктики;
- производство дополнительных зондирований водной толщи во время переходов в ходе комплексных экспедиций для уточнения особенностей термохалинной структуры.

#### Литература

1. Океанология: средства и методы океанологических исследований / Г.В. Смирнов, В.Н. Еремеев, М.Д. Агеев, Г.К. Коротаев, В.С. Ястребов, С.В. Мотыжев. М.: Наука, 2005. – 795 с.
  2. Моисеев Д.В., Ишкулов Д.Г., Широколов Д.В., Олейник А.А. Гидрологические и ледовые условия по трассе Севморпути. // Биология и океанография Северного морского пути: Баренцево и Карское моря. М.: Наука, 2007. С. 28-50.
  3. Коровин В.П. Зарубежные технические средства в океанологии. СПб.: РГГМИ, 1994. – 196 с.
- Кузьмин С.Б., Ипатов А.Ю. Современный приборы и технологии наблюдения за гидрологическими условиями в Северном Ледовитом океане. // Океанография и морской лед. – М.: Paulsen, 2011. С. 7-22.

**Различия в питании молоди семги *Salmo salar* L. в реке Умба****Николаев А. М.** (г. Мурманск; ФГУП «ПИНРО»)

**Аннотация.** Исследовалось питание дикой и выращенной на Умбском рыболовном заводе (УРЗ) молоди атлантического лосося (семги) в процессе адаптации последней к естественным условиям в реке Умба (бассейн Белого моря). Показано, что количественные показатели питания дикой и заводской молоди по мере адаптации вселяемой молоди становятся схожими. Качественный состав питания существенно отличается.

**Abstract.** Feeding of young Atlantic salmon, both wild and reared at the Uмба hatchery, was studied. Feeding studies on the reared salmon were performed in the process of its adaptation to natural conditions in the Uмба river (the White Sea basin). It has been shown that the quantitative parameters characterising the feeding of young wild and reared salmon become increasingly similar with the adaptation of stocked salmon. The diet composition was found to be notably different.

**Ключевые слова:** адаптация, атлантический лосось, питание, рыболовный завод.

**Key words:** adaptation, Atlantic salmon, feeding, hatchery.

**Введение**

К настоящему времени имеется обширный ряд публикаций, освещающих различные аспекты биотехники разведения семги: совершенствование кормов и режимов кормления, профилактика болезней, повышение качества рыболовного оборудования, способы мечения и т.д. В то же время, за рамками исследований оставалась оценка показателей, отражающих процесс адаптации молоди семги после ее выпуска в реки, в частности – изменение характера питания.

Исследование осуществлялось в рамках работ по изучению динамики различных физиологических характеристик заводской молоди в процессе ее адаптации к естественным условиям. Цель исследования: оценить изменения количественных и качественных показателей питания молоди атлантического лосося, выращенной на Умбском рыболовном заводе (УРЗ) ФГБУ «Мурманрыбвод», перед выпуском и в последующее после выпуска время.

**Материал и методы**

Материалом для исследования служила молодь атлантического лосося (семги) естественного происхождения и выращенная в условиях УРЗ. Отлов рыбы осуществлялся в октябре 2013 г. на участке реки, куда в

апреле этого же года была выпущена заводская молодь в возрасте одного года генерации 2011 г. В это же время с помощью электроловильного аппарата осуществлялся отлов дикой молоди в возрасте 1+ и 2+ и ранее выпущенной заводской молоди в возрасте 1+ и 2+, генераций 2011 и 2010 г. В качестве контроля использовалась «дикая» молодь. Заводская рыба идентифицировалась по ампутированному жировому плавнику. Желудки фиксировали 70 % этиловым спиртом. При обработке материала использовали количественно-весовую методику [1]. Содержимое желудков и кишечника взвешивалось на торсионных весах. Организмы из желудков разбирали по группам и просчитывали. Определение беспозвоночных проводили с помощью микроскопа МБС-9 с использованием определителей [2, 3]. Достоверность различий определяли по критерию достоверности  $t$  на 95-99% доверительном уровне [4]. Число сравниваемых пар значений – от 15 до 18.

#### Результаты и обсуждение

Индекс наполнения желудка у адаптирующейся к естественным условиям молоди составил, в среднем, у двухлеток 92 ‰, а у трехлеток – 48 ‰. У естественной молоди этот показатель составил 54 ‰, достоверно отличаясь ( $p < 0,01$ ) от индекса двухлеток и не отличаясь от индекса трехлеток. Содержание полостного жира (средний балл) было почти одинаковое – 2,4 у адаптированной (обоих возрастов) против 2,2 – у «дикой» молоди. Молодь, содержащаяся в условиях рыбоводного завода и потребляющая только искусственный корм, практически вся характеризовалась сильным ожирением – средний балл 4,9. Различия по этому показателю относительно адаптирующейся и дикой молоди также были достоверными ( $p < 0,01$ ). В некоторых случаях, при вскрытии такой рыбы за слоем жира невозможно было увидеть пилорических придатков и печени.

Поскольку отлов всей молоди осуществлялся практически на одних и тех же биотопах, существенных отличий в качественном составе дрифта, составляющего основу рациона молоди семги, мы не обнаружили.

Анализ состава пищи выявил разную избирательность у заводской и дикой молоди. Дикие пестрятки предпочитали потреблять в пищу в основном поденок (рис. 1), доля которых составила свыше 82 %. Кроме поденок, в желудках присутствовали ручейники, двукрылые, веснянки и нематоды.

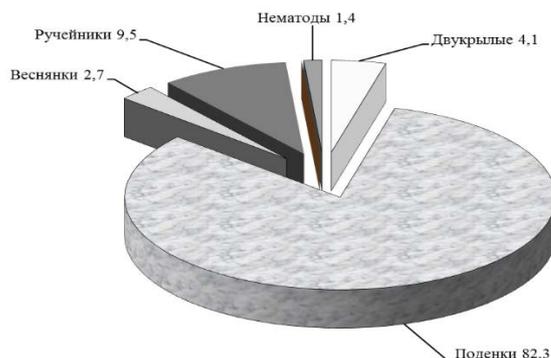


Рис. 1. Спектр питания молоди семги естественного происхождения

Распределение таксономических групп пищевых организмов в питании искусственно выращенной молоди было более равномерным и несколько более разнообразным (рис. 2). Помимо тех организмов, которые были зафиксированы в желудках «дикой» молоди, у заводских пестряток обнаружены жуки-плавунцы и моллюски (двустворчатые и брюхоногие), по виду напоминающие гранулы корма, используемые на рыбоводном заводе.

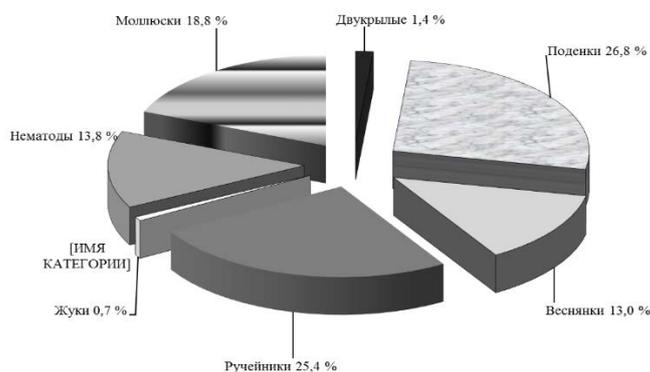


Рис. 2. Спектр питания искусственно выращенной молоди семги

Наши данные хорошо согласуются с информацией А.Р. Митанса [5], который указывал на разницу в качественном составе пищи «дикой» и заводской молоди лосося. В частности, «дикая» молодь потребляет в два раза больше имагинальных форм летающих насекомых, тогда как заводские рыбы отдают предпочтение личинкам ручейника с домиками и моллюскам, которые имеют большую массу, но плохо перевариваются. Ю.А. Шустов и другие [6], наблюдая за адаптацией трехлеток, выпущенных в реку Кузрека с УРЗ, пришли к выводу, что в первые дни после выпуска молодь не проявляет пищевых реакций, и хорошее наполнение желудков наступает через 40 дней после выпуска.

Исследования, проведенные упомянутыми авторами, показали, что индексы наполнения желудков заводских трехлеток к этому сроку были несколько больше, чем у «диких» сверстников. Количество полостного жира за этот же период, наоборот, уменьшилось с 4,0 до 2,6 % от массы тела. Качественный состав питания у обеих групп рыб практически полностью совпадал.

#### Заключение

У молоди атлантического лосося, выпускаемой Умбским рыбноводным заводом в апреле в возрасте годовика на выростные участки реки Умба, в первые 6 месяцев адаптации к естественным условиям происходит уменьшение содержания полостного жира с одновременным ростом индекса наполнения желудка. После 18 месяцев пребывания в реке показатели питания приходят в норму, свойственную естественной молоди. Качественный состав потребляемой пищи у заводской молоди был разнообразней, чем у «дикой», без определенных предпочтений.

Заводская молодь в первые недели после выпуска живет за счет использования полостного жира, а впоследствии начинает активно и разнообразно питаться, потребляя в пищу все без исключения организмы. Состав пищи в желудках у естественной молоди распределены пропорционально их долям в пробах дреффта.

#### Литература

1. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974.– 254 с.
2. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 510 с.
3. Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С. Краткий определитель пресноводных беспозвоночных центра Европейской России. – М.: МАКС Пресс, 2003. – 196 с.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1968.– 288 с.
5. Митанс А.Р. Поведение, питание и рост заводской молоди лосося после ее выпуска в реку // Рыбохоз. исследования в бассейне Балтийского моря. Вып. 7. – Рига: Изд-во «Звайгне», 1970. – С. 102-123.
6. Шустов Ю.А., Щуров И.Л., Смирнов Ю.А. О сроках адаптации заводской молоди семги к речным условиям. – Вопросы ихтиологии, 1980. –Т. 20. – Вып. 4. – С. 758-761.

## Особенности анатомического строения турионов рдеста альпийского (*POTAMOGETON ALPINUS BULB.*)

Приймак Е. В., Казакова Э. П. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра биологии).

**Аннотация.** Исследована анатомическая структура зимующих почек рдеста альпийского. Выявлены характерные особенности анатомического строения зачаточных листьев различного типа и зачаточного стебля.

**Abstract.** Studied the anatomy of wintering buds *Potamogeton* Alpine. Specific features of the anatomical structure of the embryonic leaves of different type and embryonic stem.

**Ключевые слова:** турионы, зимующие почки, рдест, анатомическое строение.

**Key words:** anatomical structure, wintering buds, *Potamogeton*.

Высшая водная растительность играет важную роль в водных экосистемах. Изучение особенностей биологии и анатомии видов позволит рационально и эффективно управлять внутренними ресурсами страны.

Цель – исследовать анатомическое строение зимующих почек (турионов) одного из видов высшей водной растительности Мурманской области.

Материалы и методы:

В ходе работы исследовались фиксированные образцы в 70% спирте, размерные характеристики измерялись на живых экземплярах (n=10), собранных в сентябре 2008 г. в оз. Семеновское в черте г. Мурманска. Образцы отобраны случайно. Поперечные срезы производились от руки лезвием безопасной бритвы. Анализ поперечных срезов проводили в 10 кратной повторности, затем рассчитывалось среднее и стандартное отклонение в программе Excel. В работе применялись стандартные методики анатомического исследования [1]. Использовался световой микроскоп «МБС-10» и «окуляр-микрометр».

Рдест альпийский – водный, циркум-бореальный, арктическо-умеренный вид, n=26,52 [2]. Корневищный гидрофит. Рдест в основном распространен в лесной зоне, редко в полосе редкостойных лесов в медленно текущих водах и озёрах [3]. Единичные находения в лесотундре и на крайнем северо-западе. Почки возобновления (турионы) располагаются в толще воды и в грунте. Зимующие почки открытого типа, помимо зачаточного стебля, апекса с листовыми примордиями в почке

располагаются 14 и более зачаточных листьев. По морфологическим признакам их можно отнести к 2 группам: 1 – чешуевидные листья, выполняющие функцию защиты апикальной меристемы и запасание органических веществ; 2- зачаточные листья с сформированной листовой пластинкой и прилистником [4].

В результате исследования получены следующие результаты.

Чешуевидные листья:

Основной объем листовой пластинки чешуевидного листа заполнен паренхимой с небольшими воздухоносными полостями. Толщина листа в средней части составляет  $344,3 \pm 21,3$  мкм. Просматриваются утолщения клеточных стенок в районах межклетников в виде уголков (рис.1). Эпидермис на дорсальной стороне имеет столбчатую форму (см. табл. 1) и четко выраженную утолщенную клеточную стенку толщиной 4 мкм. Клетки эпидермиса на вентральной стороне плотно прилегают друг к другу и имеют приближенную к кубу форму. Ярко выраженного утолщения наружных клеточных стенок нет.

Слой паренхимы, расположенный под дорсальным эпидермисом столбчатой формы (рис.1), остальные слои представляют собой рыхло прилегающие друг другу клетки округлой формы. Воздушные полости развиты слабо.

В следующем чешуевидном листе наблюдается увеличение количества и размеров воздушных полостей: высота в среднем 51 мкм, ширина 97 мкм. К концу листовой пластинки количество паренхимных клеток уменьшается и остаются только 2 слоя эпидермиса.

Центральная и боковые жилки в чешуевидном листе развиты слабо, смещены к вентральному эпидермису. Диаметр центрального проводящего пучка в среднем  $50,25 \pm 18,92$  мкм, боковых  $-45 \pm 8,1$  мкм.

Зачаточный фотосинтезирующий лист:

Листовая пластинка в исследуемых турионах имеет длину в среднем 9 мм, ширину – 3 мм. Эпидермис столбчатой формы, клетки плотно прилегают друг к другу, параметры клеток указаны в таблице 1. Устьица отсутствуют.

Толщина листовой пластинки в районе центрального проводящего пучка составляет  $184,3 \pm 21$  мкм. Затем она уменьшается к краю листовой пластинки до  $52,7 \pm 9,81$  мкм и  $40,4 \pm 7,12$  мкм в районе боковых жилок. Как видно, толщина листовой пластинки в центре в среднем в 4,5 раза больше, по сравнению с периферией, в связи с мощным развитием

воздухоносных полостей. Размеры клеток аэренхимы составляют:  $25,4 \pm 7,4$  мкм высота и  $33,8 \pm 4,44$  мкм ширина.

Диаметры проводящих пучков вместе со слабо развитыми клетками механической обкладки соответственно также уменьшается к краям листа: диаметр центральной жилки –  $80,2 \pm 4,15$  мкм, диаметр второй –  $32,6 \pm 4,34$  мкм, третьей  $34,1 \pm 3,23$  мкм, четвертой –  $28,3 \pm 4,2$  мкм, пятой –  $16,1 \pm 4,81$  мкм. В строении зачаточного фотосинтезирующего листа просматриваются 9 проводящих пучков.

Прилистник листовой пластинки длиной 7,8 мм в самой широкой части имеет ширину 3,2 мм. Толщина в районе центрального проводящего пучка составляет  $132,3 \pm 15,4$  мкм. Далее толщина прилистника уменьшается до 2-х слоев клеток –  $81,4 \pm 10,2$  мкм. Высота клеток дорсального эпидермиса составляет  $32 \pm 6,4$  мкм, ширина –  $28,3 \pm 3,5$  мкм. Клетки вентрального эпидермиса несколько крупнее: их высота –  $36,4 \pm 3,14$  мкм, ширина –  $40,2 \pm 3,9$  мкм. Размер клеток паренхимы прилистника составляет  $16,2 \pm 3,8$  мкм. Воздушные полости в прилистнике имеют довольно много мелкоклеточных диафрагм, что придает прилистнику дополнительную жесткость.

Таблица 1. Сводные результаты

Параметры	Чешуевидные листья		Зачаточные фотосинтезирующие листья		Зачаточный стебель	
	высота, мкм	ширина, мкм	высота, мкм	ширина, мкм	высота, мкм	ширина, мкм
Эпидермис:						
дорсальный	$43,6 \pm 7,6$	$25,2 \pm 5,6$	$28,5 \pm 10,8$	$18,9 \pm 4,3$	$34,4 \pm 4,8$	$23,2 \pm 4,4$
вентральный	$40,0 \pm 7,5$	$40,28 \pm 8,6$	$29,4 \pm 8,5$	$24,8 \pm 4,9$		
Паренхима	$42,2 \pm 8$	$45,2 \pm 3,7$	$27,8 \pm 5,6$	$24,3 \pm 3,1$	$29,4 \pm 7,8$	$35 \pm 7,5$
Эндодерма					$14,3 \pm 1,5$	$18,3 \pm 4,2$
Количество проводящих пучков	5		9		-	

Примечание: приведены средние значения и стандартное отклонение.

Зачаточный стебель (рис. 1):

Диаметр стебля в районе первого междоузлия составляет  $1,45 \pm 0,11$  мм. Связующие клетки в аэренхиме крупнее паренхимных, их высота

49±9,2 мкм, ширина 42,4±5,0 мкм. Диаметр стелы составляет 250 -260 мкм. Хорошо просматриваются 6 воздушных полостей.

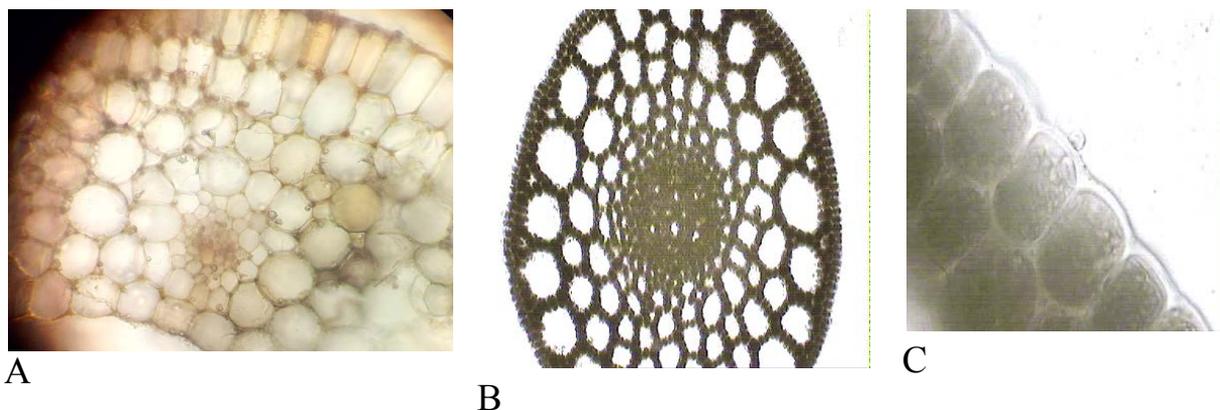


Рис.1. Анатомические срезы частей зимующей почки рдеста: А- чешуйчатый лист, центральная жилка; В- зачаточный стебель, С- эпидермис зачаточного стебля, клетки заполнены крахмалом.

Таким образом, в почке наблюдается функциональное и анатомическое разделение на 2 группы листьев. У чешуевидных листьев ярко выражены черты защитной и запасующей функции (утолщенный эпидермис, мощное развитие запасующей паренхимы), а зачаточные фотосинтезирующие листья уже имеют типичную анатомическую структуру подводных листьев. Кроме этого необходимо отметить запасание крахмала во всех тканях почки.

#### Литература

1. Лотова Л. И. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений: учебник, изд. 3-е, испр. [Текст.] / Л.И. Лотова. – М.: КомКнига, 2007. – 512 с.
2. Лисицына Л.И., Папченков В.Г. Флора водоемов России: определитель сосудистых растений [Текст.] / Л.И.Лисицына, В.Г. Папченков. – М.: Наука, 2000.- 237 с.
3. Раменская М. Л., Андреева В. Н. Определитель высших растений Мурманской области и Карелии [Текст.] / М. Л. Раменская, В. Н. Андреева. – Л., 1982.
4. Лапиров, А. Г. Рдест гребенчатый [Текст.] / А. Г. Лапиров // Биологическая флора Московской области / под ред. В. Н. Павлова, В. Н. Тихомирова М.: Изд-во МГУ, 1995. -Вып. 11.-С. 37-55.

**Многолетние изменения содержания тяжелых металлов  
в ассимилирующих органах растений на современном этапе исследования**

**Салтан Н. В.** (г. Апатиты, АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра геоэкология)

**Аннотация.** На основании современных материалов проанализирована многолетняя динамика содержания тяжелых металлов в листьях растений локальной зоны воздействия комбината «Североникель». Показано, что микроэлементный состав листьев растений, произрастающих в локальной зоне, характеризуется значительной вариабельностью. Установлено, что изученные растения, несмотря на угнетенное состояние, сохранили многие черты видовых особенностей химического состава, свойственные им в естественных условиях.

**Abstract.** Multi-annual dynamics of concentration of heavy metals in the leaves of plants from the impact zone of Severonickel operation is analyzed on the basis of modern materials. It has been showed that microelement composition of the leaves of plants is characterized by significant variability. It has been established that the examined plants, still being depressed, have preserved many features of species peculiarities of the chemical compound peculiar to these plant species in natural conditions.

**Ключевые слова:** мониторинг, тяжелые металлы, листья растений, виды растений, многолетняя динамика, локальная зона, генетические особенности;

**Key words:** monitoring, heavy metals, assimilating organs of plants, plant species, long-term dynamics, impact zone, genetic features.

Растения локальной зоны комбината «Североникель» длительное время подвергались воздействию высокого уровня техногенного загрязнения. За последние 20 лет выбросы загрязняющих веществ комбинатом значительно сократились, но, несмотря на это, концентрации металлов в атмосферных осадках, особенно в снежном покрове, остаются экстремально высокими [Кашулина, Салтан, 2008, с. 178]. Кроме того, за время деятельности комбината в почвах аккумуляровалось огромное количество металлов.

**Цель и методика исследований.** Целью настоящей работы стало изучение многолетних изменений содержания основных элементов-загрязнителей – Ni и Cu и сопутствующих элементов-загрязнителей – Mn и Zn в листьях растений малоизученной локальной зоны. С 2001 года по настоящее время Полярно-альпийский ботанический сад-институт КНЦ РАН в локальной зоне воздействия комбината «Североникель» проводит почвенно-геоботанический мониторинг, в состав которого входят

наблюдения за химическим составом ассимилирующих органов растений. В конце каждого вегетационного сезона на стационарных площадках, расположенных на различном (2-17 км) удалении от комбината в северном направлении, отбирались смешанные образцы листьев растений: березы (*Betula pubescens*), ивы (*Salix ssp.*), сосны (*Pinus friesiana*), ели (*Picea obovata*), брусники (*Vaccinium vitis-idaea*) и вороники (*Empetrum hermaphroditum*). Образцы растений перед анализом не отмывали. В растениях были определены Ni, Cu, Zn и Mn атомно-абсорбционным методом после разложения образцов азотной кислотой.

**Результаты исследований.** Химический состав растений является величиной относительно лабильной и имеет систематическую [Федоров, Пименов, 1967, с. 3-16], возрастную, морфологическую [Ковалевский, 1969, с. 6-28] и экологическую дифференциацию [Ильин, 1991, с.87-95].

Анализ многолетних данных показал, что варьирование содержания металлов по годам в зависимости от площадки для одного вида растений и разных видов растений на одних и тех же площадках довольно значительно.

Варьирование содержания Ni в многолетней динамике у всех обследованных видов растений было относительно близкое: средние величины соотношений максимальной концентрации к минимальной (наблюдаемых за весь период исследования на площадках) – варьируют от 2.1 (береза) – 2.2 (ива, ель) до 2.6 (сосна, вороника) раз. Варьирование содержания Cu в многолетней динамике – выше (2.2 – 4.4 раз), при этом наибольшие ее средние величины характерны для ели и сосны. Из определяемых элементов наиболее высокое варьирование содержания в многолетней динамике свойственно цинку (2.6 – 6.6), особенно в листьях ивы и хвое сосны. Среднее значение варьирования содержания Mn в листьях исследуемых растений не выше 3.5, за исключением листьев ивы, где оно составляет 7,5 раз (за счет очень высокой величины варьирования (35 раз) в листьях ивы на площадке I-2). Таким образом, содержание основных элементов-загрязнителей (Ni и Cu) варьировали в меньшем диапазоне, чем сопутствующие элементы-загрязнители (Mn и Zn).

Изменения содержания металлов в листьях/хвое растений локальной зоны по годам не были регулярными и носили индивидуальный для каждого вида и каждой площадки характер. Так, максимальные содержания никеля в листьях листопадных деревьев (ива, береза) на большинстве площадок были отмечены в 2006 и 2008 гг., а минимальные – в 2007 и 2010 гг. Наиболее

высокие содержания меди в листьях березы на большинстве площадок были отмечены в 2008 году, а наиболее низкие – в 2010 году. Распределение цинка и марганца в листьях березы и ивы было в разные годы неодинаково.

В листьях хвойных растений максимальные содержания меди и никеля почти на всех площадках пришлись на 2008 год, минимальные – на разные годы. Содержание цинка в хвое сосны и ели было наивысшей на большинстве площадок в 2006 году, а наименьшие его значения были отмечены в разные годы. По марганцу годы минимальных и максимальных концентраций в хвое ели и сосны на площадках были различны.

Для кустарничков в большинстве случаев минимумы содержаний никеля и меди пришлись на 2009 год, максимумы на разных площадках пришлись на различные годы. Следует отметить, что в 2010 году произошел значительный рост содержания никеля и меди в листьях вороники. Содержание цинка на большинстве площадок было наиболее высоким в 2006 году, а низким в 2007 году. Содержание марганца изменялось индивидуально на каждой площадке в соответствии с годом наблюдения.

Таким образом, результаты наблюдений за многолетней динамикой содержания металлов в растениях показали отсутствие четкой картины распределения по годам, по площадкам и по видам растений.

Следует отметить, что многолетние изменения содержания исследованных металлов в атмосферных осадках и в почве отличались от динамики в листьях растений. Коэффициенты корреляции, рассчитанные между содержанием металлов в системах: растение – атмосферные осадки и растение-почва в многолетней динамике, были незначимыми.

Ранее нами было показано, что генетические особенности потребления Ni, Cu, Zn и Mn растениями в локальной зоне преимущественно сохранены, только для отдельных видов растений в условиях сильного загрязнения окружающей среды могут наблюдаться нарушения в соотношении потребления элементов [Кашулина, Салтан, 2008, с.135-143]. Это позволило нам сделать вывод о том, что и в локальной зоне систематическое положение растений играет ведущую роль и определяет тот или иной химический состав.

Для растений, произрастающих в локальной зоне, была оценена степень загрязнения их листьев тяжелыми металлами. Для этого были использованы медианы концентраций загрязняющих элементов, в качестве

фоновых значений были использованы данные широкомасштабного международного проекта «Экогеохимия Баренц региона» [Reimann et al., 2001, p. 87-112]. Содержание никеля и меди в листьях растений локальной зоны было гораздо выше фоновых значений: Ni – от 16 (ива) до 65 (сосна), Cu – от 5 (черника) до 16 (сосна). Цинк и марганец, поступающие в избыточных количествах с атмосферными осадками, тем не менее, находились в листьях растений преимущественно в дефицитных количествах, особенно марганец. Надо отметить, что концентрации основных элементов-загрязнителей – Ni и Cu на порядок выше в атмосферных осадках и почве, чем концентрации Zn и Mn.

**Выводы.** Таким образом, микроэлементный состав листьев растений, произрастающих в локальной зоне комбината, характеризуется значительной вариабельностью и определяется в первую очередь систематическим положением растения (генетический фактор).

#### Литература

1. Кашулина Г.М. Химический состав растений в экстремальных условиях локальной зоны комбината «Североникель» / Г.М. Кашулина, Н.В. Салтан. – Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2008. – 239 с.
2. Федоров А.А., Пименов М.Г. Хемосистематика, ее проблемы и практическое значение / А.А. Федоров // Растительные ресурсы. – 1967. – Т. III, № 1. – С. 3-16
3. Ковалевский А.Л. Основные закономерности формирования химического состава растений / А.Л. Ковалевский // Труды Бурятского института БФ СО АН СССР. Улан-Удэ, 1969. – Вып. 2. – С. 6–28
4. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растения / В.Б. Ильин. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
5. Reimann, C., Koller, F., Frengstad, B., Kashulina, G., Niskavaara, H. and Englmaier, P. Comparison of the element composition in several plant species and their substrate from a 1,500,000 km<sup>2</sup>-area in Northern Europe // The Science of the Total Environment, 2001. –V. 278. – P. 87-112

## **Перспективы использования вторичных сырьевых ресурсов тыквы сорта «Штирийская» в качестве ингредиента кормовой продукции**

**Садретдинова Л. И., Киричко Н. А.** (г. Астрахань, ФГБОУ ВПО «АГТУ», кафедра технологии товаров и товароведения)

**Аннотация.** В данной статье приводятся результаты исследования по изучению перспективы использования вторичных сырьевых ресурсов тыквы сорта «Штирийская» в качестве ингредиента кормовой продукции. Рассмотрено соотношение анатомических частей тыквы, органолептические характеристики, химический состав частей плода тыквы.

**Abstract.** This article presents the results of the study on the prospects of using of secondary raw material resources of pumpkin «Styrian» as an ingredient of feed. The ratio anatomical parts of pumpkin, organoleptic characteristic, chemical composition of parts of pumpkin are examined.

**Ключевые слова:** тыква, вторичные сырьевые ресурсы, кормовая продукция.

**Key words:** pumpkin, secondary raw materials, feed.

В последние годы уделяется большое внимание развитию разных отраслей сельского хозяйства: аквакультуры, товарному выращиванию ценных видов рыб (осетровых, лососевых), организации птицеводства, производства мяса птицы и яиц. Одним из важных факторов развития данных отраслей сельского хозяйства является обеспечение полноценными кормами объектов аквакультуры, сельскохозяйственной птицы и т.д.

Традиционным и наиболее распространенным сырьем для изготовления кормовой продукции является зерновое сырье, а также побочные продукты и отходы зерноперерабатывающих производств. Однако в последнее время наметилась общемировая тенденция к сокращению расхода зерна на производство кормов. В России наблюдается постоянный дефицит кормового зерна нужного качества, которое покрывается за счет использования на фураж продовольственного сырья пшеницы, что сказывается и на увеличении стоимости кормов. В настоящее время во всех регионах России имеются запасы недостаточно используемых и неиспользуемых отходов овощеперерабатывающих предприятий. В свою очередь перевод переработки данных видов сырья на малоотходный и безотходный цикл производства позволил бы значительно увеличить сырьевую базу для производства кормов.

Так, одним из видов бахчевых, традиционно культивируемых на территории Астраханской области (АО) сельскохозяйственным объектом является тыква. Тыква – высокоурожайная бахчевая культура, относительно простая при выращивании. Данная культура богата углеводами, витаминами, минеральными веществами. На территории области выращиваются следующие сорта тыквы: самый распространенный сорт – «Волжская серая», также выращиваются сорта «Крошка», «Вита», «Зимняя сладкая», «Витаминная» и др. Плоды тыквы перерабатываются на Астраханском консервном комбинате, где используются в качестве ингредиента закусовых консервов, при этом образуемые отходы не используются и создают экологическую нагрузку на окружающую среду. Также на территории АО плоды данной культуры идут на корм скоту, как в свежем измельченном, так и в силосованном виде. [3]

Таким образом, тыква является перспективным растительным сырьем для получения продукции кормового назначения, т.к. является источником полезных и необходимых веществ для полноценного развития птиц, рыб и т.д.

В последнее время в АО возрастает производственный интерес к тыкве сорта «Штирийская». Тыква данного сорта относится к голосеменным тыквам, и поэтому наиболее ценной частью является семя, отличительной особенностью которых является отсутствие твердой оболочки. Особенностью является и то, что масло получаемое из семян тыквы этого сорта обладает уникальным химическим составом и превосходными органолептическими свойствами, такими как ореховый запах, необычный темно-зеленый цвет масла, и прекрасный вкус. Опыт выращивания тыквы сорта «Штирийская» как на семена, так и для производственных целей уже имеется в Краснодарском крае и Ростовской области, где данной культурой занимаются уже несколько лет. [4].

Однако остальная часть тыквы (мякоть, кора, плацента) остаются недоиспользуемыми, т.к. обычно эти части объекта либо закапываются в землю в качестве удобрения, либо выбрасываются.

В связи с вышеизложенным, целью исследования было изучение перспективы использования вторичных сырьевых ресурсов (ВСР) тыквы сорта «Штирийская» в качестве ингредиента кормовой продукции. Для достижения этой цели были изучены размерно-массовые, органолептические и физико-химические показатели качества.

### Материалы и методы исследования

Объектами исследования являлись свежий, технически зрелый целый плод тыквы сорта «Штирийская»; анатомические части тыквы: мякоть, кора, семена, плацента.

Оценка органолептических показателей плода тыквы была произведена визуально.

При проведении экспериментальных исследований использовали стандартные методы физико-химического анализа – определение содержания белка (общего азота) проводили методом Кьельдаля; содержание жира – по Сокслету; содержание влаги – ГОСТ 7636-85, содержание минеральных веществ – ГОСТ 7636-85 [1], определение содержания углеводов – цианидным методом, содержание пектина – кальций-пектатным методом [2].

### Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследований были изучены органолептические характеристики целого плода тыквы сорта «Штирийская». Характеристика внешнего вида: форма плода – округлая, слабо сегментированная; диаметр по наибольшему поперечному сечению – 30 см, поверхность – гладкая; окраска плода – оранжевая с зелеными полосками и вкраплениями; наличие на поверхности небольших механических повреждений.

Характеристика мякоти тыквы: желто-оранжевого цвета, запах свойственный данному виду сырья; вкус – мало сладкий, консистенция – плотная, хрустящая. Семена тыквы имеют темно-зеленую окраску; тонкую оболочку; диаметр семенного гнезда – 14,5 см.

Соотношение основных частей плодов тыквы представлено в таблице 1.

Таблица 1-Соотношение составных частей плода тыквы сорта «Штирийская»

Наименование анатомической части тыквы	Масса, г	Содержание, %
Мякоть	3250	70
Кора	940	20,2
Семена	250	5,4
Плацента	205	4,4

Согласно данным таблицы 1, можно сделать вывод, что основную часть тыквы составляет мякоть до 70%, на втором месте кора -20,2%.

В ходе исследования был проанализирован химический состав анатомических частей тыквы. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав анатомических частей плода тыквы сорта «Штирийская»

Наименование показателя	Анатомические части тыквы			
	Мякоть	Кора	Семена	Плацента
Влага	91	69,9	43	76,8
Белок	1,6	2,4	14,3	1,9
Жир	0,2	0,3	31,3	0,4
Зола	1,3	2,2	2,5	1,9
Углеводы	5,9	25,2	8,9	19
в том числе				
моносахара	0,9	0,8	0,8	1,1
клетчатка	1,2	4,9	2,2	1,5
пектин	1,5	3,0	0,9	2,9

Исходя из данных представленных в таблице 2, следует, что наибольшую долю в мякоти составляет вода (91%), углеводы (5,9%). Кора тыквы является источником углеводов (25,2%), в том числе сахаров, клетчатки, пектина. Семена тыквы сорта «Штирийская» богаты липидами (31,3%), и белками (14,3%), следовательно, после извлечения из них масла, шрот может быть использован как источник белка в кормах. Плацента тыквы содержит углеводы 19%, минеральные вещества – 1,9%.

**Заключение.** В ходе исследования, было определено, что ВСР тыквы сорта «Штирийская» такие как, мякоть, кора, плацента являются источниками углеводов (в том числе сахаров, пектина, клетчатки) и минеральных веществ, а также шрот, который остается после извлечения масла может быть использован как источник белка, следовательно данные ВСР могут быть использованы в качестве растительного сырья при получении кормовой продукции.

Литература

1. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. - Введ. 1985-07-01. - М.: Изд-во стандартов, 1985. - 87с.
2. Донченко Л.В., Фирсов Г.Г. Пектин: Основные свойства, производство и применение пектина. - М.: ДеЛи принт, 2007. - 276с.
3. <http://astragro.ru/>
4. <http://www.rg.ru/>

## Разработка и использование нового белкового компонента в составе комбикорма для ранней молоди осетровых рыб

Сергазиева О. Д.<sup>1</sup>, Бахарева А. А.<sup>2</sup>, Грозеску Ю. Н.<sup>2</sup> (г. Астрахань, ФГБОУ ВПО «АГТУ», <sup>1</sup>кафедра технологии товаров и товароведения; <sup>2</sup>кафедра аквакультуры и водных биоресурсов)

**Аннотация.** Разработан новый белковый продукт для введения в состав стартовых комбикормов для осетровых рыб, который отличается высоким содержанием водорастворимого белка с незаменимыми аминокислотами. Введение в состав стартового комбикорма в количестве 10% способствовало улучшению рыбоводно-биологических показателей.

**Abstract.** Developed new protein product for the introduction of the starting mixed fodders for the sturgeon, which has a high content of water-soluble protein, irreplaceable amino acids. The introduction of the start of the mixed fodder in the amount of 10% contributed to the improvement of piscicultural-biological indicators.

**Ключевые слова:** гидролизат, белковые продукты, комбикорма, осетровые, ферменты, аминокислоты, выращивание.

**Key words:** hydrolyzed protein products, fodder, sturgeon, enzymes, amino acids, cultivation.

В естественных условиях основной пищей ранней молоди осетровых рыб являются живые кормовые организмы [1, 2], которые содержат расщепленные низкомолекулярные продукты белка, что необходимо на начальных этапах перехода рыб на активное питание. Таким образом, в период перехода личинок осетровых на внешнее питание наиболее оптимальным по составу является корм, содержащий живые кормовые организмы, а также комбикорм с гидролизированным белком [3, 4].

В основе получения гидролизатов лежат ферментативные реакции. Высокая специфичность ферментов, наличие в живых организмах полиферментных систем, катализирующих последовательные превращения субстрата, позволяют получать продукты заданного качества наиболее экономичным путем [5]. В связи с этим весьма актуальным является разработка доступного, легкоусваиваемого белка с полным набором незаменимых аминокислот современным биотехнологическим способом.

Для изготовления нового гидролизата использовали малоценные виды рыб: сопа, карась, густера, а также желудочно-кишечный тракт осетровых рыб, являющийся источником специализированных ферментов,

гормонов, минеральных веществ, водорастворимых витаминов. ЖКТ осетровых рыб содержит 73,2% влаги, 19,6% жира, 6,9% протеина. Гидролиз проводили при повышенной температуре и в кислой среде, без применения ферментных препаратов.

Полученный гидролизат содержит высокое количество белка – 63,45 г/100 г, содержание липидов – 10 г/100г. Количество НБА в опытном образце гидролизата выше, чем в рыбной муке. Аналогичные результаты получены при определении ФТА. Полученные данные свидетельствуют о том, что гидролиз рыбного сырья с добавлением внутренних органов осетровых протекал достаточно эффективно.

Результаты гель-проникающей хроматографии показали, что в продукте содержатся свободные аминокислоты, олигопептиды с М.м. 600-1800 дальтон, полипептиды с М.м. 2500-3700 дальтон, полипептиды с М.м. 4500-6500 дальтон, а также низкомолекулярный растворимый белок с М.м. 25-35 тыс. дальтон, белок с М.м. 55-60 тыс. дальтон, 70-76 тыс. дальтон и высокомолекулярный белок с М.м 120 тыс. дальтон.

Низкое содержание свободных аминокислот и олигопептидов, повышенный уровень легкоусваиваемых полипептидов в гидролизате благоприятно будет влиять на рост личинок, стимулировать дальнейшее развитие их ферментной системы. Наличие в гидролизате высокого уровня полипептидов с М.м. 2500-3700 дальтон будет обеспечивать нормальное развитие у ранней молоди ферментного комплекса протеаз. Наличие высокомолекулярного растворимого в воде белка (М.м. более 10 тыс. дальтон и полипептидов с массой 4500-6500 дальтон) способствует активизации дальнейшего развития пищеварительной и ферментной систем рыб, молодь достигнет малькового периода развития и далее сможет потреблять комбикорм со сложной структурой белка.

Полученный белковый продукт богат лейцином, ароматическими аминокислотами (фенилаланином и тирозином) и особенно лизином, что характерно для белка животного происхождения. Лимитирующими аминокислотами являются триптофан, серосодержащие аминокислоты и валин. Белок гидролизата дефицитен по таким незаменимым аминокислотам как аргинин и гистидин. По-видимому, это связано с разрушением некоторых аминокислот, что обусловлено агрессивностью среды, длительностью процесса гидролиза в условиях повышенных температур.

Молодь рыб обладает высокой скоростью роста, поэтому потребность организма в белке в этот период значительно выше, чем у рыб старших возрастных групп. В личиночный период развития в пищеварительном тракте осетровых рыб наблюдается постепенное увеличение активности ферментов полостного переваривания белка. Однако пищеварительная система в этот период еще не развита [4, 6]. Поэтому стартовые комбикорма должны содержать большое количество легкоусваиваемого.

В связи с этим необходимо было оценить эффективность использования нового гидролизата и определить оптимальное его количество в составе стартового комбикорма.

Лучшие результаты выращивания личинок русского осетра были получены при введении 10% гидролизата в состав комбикорма. В этом варианте отмечали самый высокий среднесуточный прирост – 8,74%, тогда как в контроле – 7,61%. Выживаемость рыб в этих вариантах также различалась и составляла 78% (10% гидролизата) и 62,5% (контроль – без гидролизата).

В вариантах с 5 и 15% гидролизата выживаемость была несколько ниже. Значительное отставание в росте наблюдали у рыб, потреблявших комбикорм, в составе которого ввели 50% гидролизата. Введение в состав комбикорма 25% гидролизата не привело к существенным изменениям темпа роста, однако выживаемость в этом варианте снизилась до 64,2%. Кормовые затраты во всех вариантах опыта существенных различий не имели.

При изучении гидролитической активности слизистой кишечника молоди русского осетра выращенной на комбикорме с различным содержанием гидролизата было выявлено, что уровень активности нейтральной протеазы в слизистой кишечника увеличился. Так, в контрольном варианте, где молодь потребляла комбикорм, не содержащий диспергированные продукты белка, уровень активности протеазы составил  $0,58 \pm 0,09$  мк Моль/(г мин), а при добавлении 10% гидролизата –  $3,15 \pm 0,13$  мк Моль/(г мин). При замене в составе комбикорма части рыбной муки на гидролизат активность  $\alpha$ -амилазы увеличилась на 50%, а уровень активности собственно-кишечного фермента – мальтазы на 150%, по сравнению с контрольным вариантом.

Таким образом, использование в составе стартовых комбикормов 10% гидролизата привело к улучшению рыбоводно-биологических показателей, а

также к увеличению уровня активности ферментов, осуществляющих гидролиз как белковых, так и углеводных компонентов корма.

#### Литература

1. Кузьмина В.В. Физиолого-биохимические основы экзотрофии рыб/ В.В. Кузьмина; [Отв. Ред. В.Н. Яковлев]; Ин-т биологии внутр. Вод им. И.Д. Папанина.-М:Наука, 2005.- 300 с.
2. Сырбулов Д.Н. Технологические аспекты кормления стерляди, заготовленной в естественных водоемах с целью формирования ремонтно-маточного стада/ А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску, Е.Н. Пономарева, С.В. Пономарев. Волгоград «Панорама», 2006.- 24 с.
3. Пономарева Е.Н. Оптимизация методов выращивания объектов индустриальной аквакультуры на ранних этапах онтогенеза. – Дис. На соиск. Уч. ст. д.б.н. – М.: ВНИИПРХ. – 2003. – 336 с.
4. Бахарева А.А. Кормление рыб в индустриальном рыбоводстве/ А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску Материалы докл. Междунар. научно-практ. Конф. «Научно-производственное и социально-экономическое обеспечение развития комплексных мелиораций ПРИКАСПИЯ» 16-17 МАЯ 2006.М.: «Современные тетради», 2006. С.560-567.
5. Белоусова С.В.Совершенствование технологии получения белковых гидролизатов и их использование при производстве рыборастворительных продуктов// Автореф.диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Краснодар , 2009. 24 с.
6. Пономарев С.В. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России/ С.В. Пономарев, Е.А. Гамыгин, С.И. Никоноров, Е.Н. Пономарева,Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева Астрахань: «Нова плюс», 2002.-263 с.

## Структура поселения и рост двустворчатого моллюска *Mya Arenaria* на литорали губы Пала Кольского залива

Сергеева К. Э., Кравец П. П. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра биологии)

**Аннотация.** Приведены данные по размерно-возрастной структуре поселения двустворчатого моллюска *Mya arenaria* в губе Пала (Кольский залив, Баренцево море). Показано, что исследуемое поселение характеризуется отсутствием молоди и доминированием пятилетних моллюсков (43,7%). Наибольший возраст 7 лет. Максимальная длина раковины 87,7 мм (средняя длина  $74,5 \pm 0,35$  мм).

**Abstract.** The data on the size-age structure of the populations of the bivalve *Mya arenaria* in the Bay Pala (Kola Bay, Barents Sea). It is shown that the test is characterized by the absence of juvenile settlements and the dominance of five-year molluscs (43,7%). The oldest age is 7 years. Maximum shell length is 87,7 mm (average length is  $74,5 \pm 0,35$  mm).

**Ключевые слова:** рост, возраст, структура поселения, двустворчатые моллюски.

**Key words:** growth, age structure of populations, bivalve molluscs.

### Введение

*Mya arenaria* – двустворчатый моллюск, зарывающийся в грунт, заглубление моллюска осуществляется в течение всей жизни. Как и многие другие виды фильтраторов, является индикатором состояния водной среды, кроме того, мия относится к видам – эдификаторам. Поэтому изучение закономерностей распределения и структуры поселений *Mya arenaria* представляет теоретический и практический интерес [1].

Целью работы являлось изучение популяционной структуры поселений *Mya arenaria* на литорали губы Пала.

Для достижения цели решались следующие задачи:

- исследовать распределение и оценить обилие моллюсков на литорали губы Пала;
- изучить размерно-весовую, возрастную и половую структуру поселения моллюсков.

### Материал и методы

Пробы моллюсков отбирались в августе 2012 г. во время отлива, с помощью рамки 50x50 см с верхнего, среднего и нижнего горизонта литорали.

После сбора поверхность исследуемых моллюсков очищают от загрязнений (обрастаний) и при наличии излишней влаги обсушивают марлей или фильтровальной бумагой. Затем, взвесив целого моллюска, измеряли длину, ширину и высоту раковины штангенциркулем.

Для исследования весовых характеристик взвешивали целого моллюска, аккуратно раскрывали раковину, для чего вставляли между створками скальпель и разрезали мускул-замыкатель. Из открытой раковины тщательно извлекали все тело моллюска, причем надрезали мантию, чтобы вытекла заключенная в ней жидкость. Выделенное тело и створки раковины обсушивали фильтровальной бумагой и по отдельности взвешивали [2].

Возраст определялся путем подсчета количества зимней остановки роста на створках раковины. Пол определяли у половозрелых моллюсков старше 3 лет.

Для исследованного поселения моллюсков проанализирован линейный рост раковины, описанный уравнением Бергаланфи:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

где  $L_t$  – длина раковины в возрасте  $t$ , мм;

$L_\infty$  – теоретическая максимальная длина раковины моллюска исследуемой популяции;

$k$  – коэффициент, характеризующая скорость роста и  $t_0$  – нулевой возраст.

### **Результаты и обсуждение**

Для мии характерна высокая степень толерантности к осушению [3]. Распределение *Mya arenaria* по горизонтам литорали зависит от целого ряда абиотических и биотических факторов, таких как соленость, состав грунта, температурный и кислородный режим, хищничество и конкуренция, но более других от продолжительности осушения и гранулометрического состава грунта [1]. Мия обнаружена только в куту губы Пала, поскольку литораль соответствует всем выше изложенным требованиям для благоприятного существования моллюсков.

При изучении вертикального распределения моллюска на литорали, было выявлено, что мия заселяет только нижний горизонт. Плотность поселения составляет 21,3 экз./м<sup>2</sup> при биомассе 961,3 г/м<sup>2</sup>. Одним из главных факторов, определяющих высокую плотность песчаной ракушки на нижней литорали, является продолжительность осушения. Поскольку

создаются благоприятные условия для активной фильтрации в течение длительного времени.

Длина раковины в исследуемом поселении мии варьировала от 61 до 87,7 мм, преобладали особи с длиной раковины от 70-80 мм (62,5%). Размерно-весовая структура поселения представлена в таблице.

Таблица 1. Морфометрические параметры *Mya arenaria* губы Пала

Длина, мм	Масса мол., г	Масса тела, г	Масса створок, г	МЖ, г
74,5±3,5	45,06±8,79	17,38±3,36	16,39±2,02	11,29±4,9

Примечание: «±» – доверительный интервал;  
«МЖ» – межстворчатая полостная жидкость.

Возрастная структура поселения *Mya arenaria* представлена моллюсками возрастом от 3 до 7 лет (см. рисунок). Доминировали особи возрастом 5 лет (43%). Необходимо отметить отсутствие молодежи данный факт, возможно, вызван свойственной для мии гибели на ранних стадиях развития.

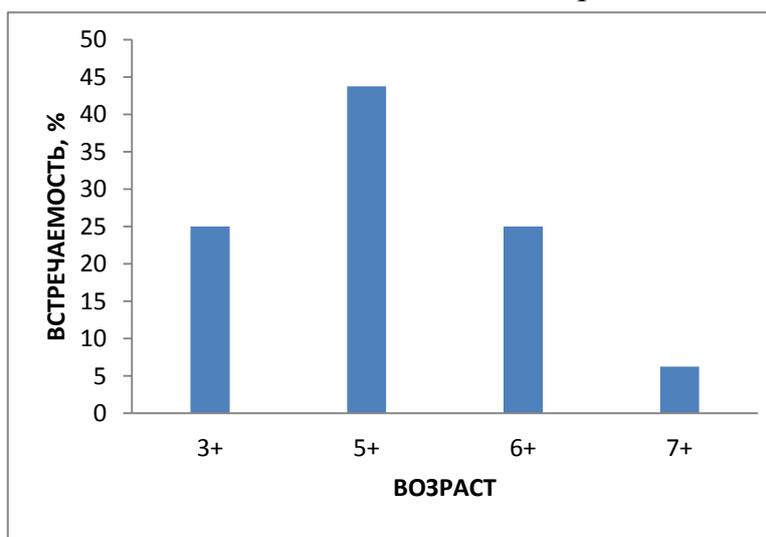


Рис. 1. Возрастная структура поселения *Mya arenaria*.

Для исследованного поселения групповой линейный рост описывается уравнением:

$$L_t = 103,8(1 - e^{-0,13(t-0,36)}) \quad (R^2 = 0,956).$$

Характер линейного роста сходен с моллюсками из Белого моря [4].

На основе результатов микроскопического изучения состояния гонад мии установлено, что доля самцов в поселении – 68,75%, а самок – 31,25%.

### Выводы

1. В исследуемом районе *Mya arenaria* заселяет нижний горизонт литорали, плотность поселения составляет 21,3 экз./м<sup>2</sup> при биомассе 961,3 г/м<sup>2</sup>. Средняя длина моллюска – 74,5±3,5 мм, а масса – 45±8,79 г.

2. Для поселения губы Пала характерно преобладание особей старших возрастных групп; максимальная продолжительность жизни моллюсков 7 лет.

### Литература

1. Щербакова И. Б. Двустворчатый моллюск *Mya arenaria* в экосистемах литорали Белого моря: диссертация канд. биол. наук. – Петрозаводск, 2006. – 124 с.
2. Методические рекомендации. Технохимические исследования рыбы и беспозвоночных. – М.: изд-во ВНИРО, 1981. – 92 с.
3. Садыхова И.А. Биологические особенности *Mya arenaria* в Белом море / И.А. Садыхова // Зоологический журнал. – 1979. – т. 58.- вып. 6. – С. 804-809.
4. Максимович Н.В. Динамика продукционных свойств литорального поселения *MYA ARENARIA* L. (губа Чупа, Белое море) / Н.В. Максимович // Вестник ЛГУ. Сер. 3. – 1989.- вып. 1. – С.19-24.

## **Фитопланктонное сообщество бухты Девкина заводь Печенгской губы Баренцева моря в летний период 2013 г.**

**Тюкина О. С.** (*г. Мурманск, ФГУП «ПИНРО»; ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра биологии*)

**Аннотация.** В работе рассмотрены таксономический состав, пространственное и вертикальное распределение, численность и биомасса микроводорослей, а также эколого-фитогеографическая характеристика фитопланктонного сообщества бухты Девкина заводь Баренцева моря в июле 2013 г.

**Abstract.** The phytoplankton community of the Devkina Zavod' lagoon (the Barents Sea) is described for July 2013. Particularly, ecological and phytogeographical characteristics, the microalgae taxonomic composition, as well as the spatial and vertical distribution of the abundance and biomass of the phytoplankton are given.

**Ключевые слова:** фитопланктон, Печенгская губа, Баренцево море.

**Key words:** phytoplankton, Pechenga Bay, Barents Sea.

### **Введение**

Фитопланктонные сообщества выполняют роль первичной продукционной основы прибрежных экосистем арктических морей. Такие экосистемы представляют собой зоны основного взаимодействия континентальных и морских вод [1]. Часто эти районы подвержены интенсивному антропогенному воздействию, в том числе Девкина заводь губы Печенга западного Мурманского побережья Баренцева моря [2].

### **Материал и методы**

Материал для исследований отбирали на 6 станциях в конце июля 2013 г. в бухте Девкина заводь Печенгской губы Баренцева моря в рейсе № 33 НИС М-0520 «Профессор Бойко» (ФГУП «ПИНРО»). Отбор проб и лабораторные исследования выполняли по стандартным методикам [3, 4]. Пробы фитопланктона отбирали замыкающимся батометром Hydro-bios (Киль, Германия) из верхнего 0-1 метрового и придонного слоев воды, а также из слоя пикноклина. Всего было отобрано 18 проб. Материал фиксировали раствором формальдегида, доводя его концентрацию в пробе до 2 %.

Для концентрации проб использовали метод обратной фильтрации с использованием мембранных фильтров с порами 2 мкм [3, 5].

Количественный анализ материала проводили в камерах Нажотта и Горяева объемами 0,1 и 0,0009 мл соответственно, под световым

микроскопом Olympus XS-402 (при увеличении  $\times 400$ ). Каждую пробу просматривали не менее трех раз. Линейные параметры клеток измеряли с помощью окуляр-микрометра. Биомассу фитопланктона вычисляли методом аппроксимации к простым геометрическим телам [6, 7].

### **Таксономический состав**

Всего в пробах было отмечено 46 достоверно различимых видов и 2 надвидовых таксона. Фитопланктонное сообщество бухты Девкина заводь в конце июля 2013 г. было представлено в основном представителями отделов Dinophyta (динофитовые водоросли или динофлагелляты) и Bacillariophyta (диатомовые водоросли) (по 20 видов). Доля видов этих двух отделов была сходной (по 43,5 % от общего количества достоверно различимых видов). При этом наблюдали преобладание центрических видов диатомовых водорослей над пеннатными. В фитопланктоне также присутствовали представители отделов Euglenophyta (эвгленовые водоросли) (3 вида), Chlorophyta (зеленые водоросли) (2 вида) и Haptophyta (гаптофитовые водоросли или примнезиофиты) (1 вид), доля которых составляла 6,5 %, 4,3 % и 2,2 % соответственно. Кроме того, в пробах также присутствовали представители класса Pennatophyceae и семейства Gymnodiniidae, видовая принадлежность которых не была определена.

В исследуемый период фитопланктонное сообщество было представлено видами типичного летнего комплекса, характерного для прибрежного фитопланктона Мурманского побережья Баренцева моря (*Skeletonema costatum*, *Nitzschia seriata*, *Chaetoceros socialis*, *Leptocylindrus danicus*, *Protoperidinium brevipes*, *Ceratium longipes*, *Ceratium fusus*, Gymnodiniidae и др.) [8].

### **Эколого-фитогеографическая характеристика**

По фитогеографической принадлежности фитопланктонное сообщество бухты в конце июля было представлено аркто-бореальными (46%), – космополитными (39%) и, в меньшей степени бореальными (15%) видами. По фитоэкологической принадлежности микрофитоценоз заводи состоял из неритических (62%), океанических (19%) и панталассных (15%) видов, кроме того встречались пресноводные и микрофитобентосные виды (по 2%). Такая фитогеографическая и фитоэкологическая структура в целом характерна для прибрежного баренцевоморского фитопланктона [8]. С увеличением глубины моря наблюдалось уменьшение доли бореальных и увеличение доли аркто-бореальных форм фитопланктона, при этом доля

космополитных форм оставалась неизменной. Пресноводные и микрофитобентосные формы были отмечены только на прибрежной станции (за счет стока ручья и небольшой глубины станции).

### **Обилие фитопланктона**

Средняя численность микропланктонных водорослей в бухте в конце июля 2013 г. составила около 1662,3 тыс. кл./л, биомасса – 1,52 мг/л. Средняя численность по станциям варьировала от 1422,3 до 2128,5 тыс. кл./л, биомассы – от 0,96 до 2,19 мг/л. На всей исследуемой акватории наиболее высокие значения показателей обилия были зарегистрированы в поверхностном горизонте. Максимальные величины показателей были выявлены на прибрежной станции, на которой также была отмечена и более высокая численность планктонных микроводорослей в придонном горизонте по сравнению с другими станциями (на один-два порядка). Минимальные величины показателей наблюдались на самой мористой и глубоководной станции. На некоторых станциях в слое пикноклина были отмечены более высокие значения биомассы, чем в поверхностном слое, за счет снижения количества таких видов, как *Skeletonema costatum* и *Nitzschia seriata*, которые имеют малую массу отдельных клеток, и увеличение доли водорослей рода *Chaetoceros*, обладающих большей массой клеток.

Наиболее высокие показатели обилия на всех станциях в Девкиной заводи Печенгской губы были отмечены у представителей отдела Bacillariophyta – *Skeletonema costatum* (982 тыс. кл./л; 0,20 – 0,33 мг/л) и *Nitzschia seriata* (618 тыс. кл./л; 0,16 – 0,26 мг/л). Большой вклад в формирование биомассы принадлежал представителям динофитовых водорослей за счет присутствия малочисленных крупных океанических и неритических форм, таких как *Protoperidinium depressum*, *Ceratium longipes* и *C. tripos*.

Показатели обилия диатомовых водорослей варьировали в пределах 1394,4 – 2022,9 тыс. кл./л и 0,82 – 1,87 мг/л, динофитовых – в пределах 22,6 – 120,4 тыс. кл./л и 0,14 – 0,57 мг/л, зеленых – в пределах 0 – 37,2 тыс. кл./л и 0 – 0,004 мг/л, эвгленовых – в пределах 0 – 19 тыс. кл./л и 0 – 0,02 мг/л и гаптофитовых – в пределах 0 – 8,8 тыс. кл./л и 0 – 0,002 мг/л.

### **Заключение**

Таким образом, в целом структура фитопланктонного сообщества бухты Девкина заводь в конце июля 2013 г. была типичной для

прибрежного фитопланктона Мурманского побережья Баренцева моря [8]. В то же время были отмечены более высокие показатели обилия фитопланктона по сравнению с аналогичными многолетними показателями для прибрежного фитопланктона Западного Мурмана в летний период [1, 8, 9]. Это, возможно, было связано с присутствием в заводи действующих рыбоводных форелевых садков, а также аномально теплым июлем [10].

#### Литература

1. Макаревич, П. Р. Планктонные альгоценозы эстуарных экосистем. Баренцево, Карское и Азовское моря. – М.: Наука, 2007. – 223 с.
  2. Ежегодник состояния экосистем поверхностных вод России (по гидробиологическим показателям) 2007 год. – СПб: Гидрометеоиздат, 2008. С. – 4-22.
  3. Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. – М.: Наука. – 1983. – 280 с.
  4. Методические рекомендации по анализу количественных и функциональных характеристик морских биоценозов северных морей. Ч. 1. Фитопланктон. Зоопланктон. Взвешенное органическое вещество / Сост. Макаревич П.Р., Дружков В.А. – Апатиты: Изд-во КНЦ АН СССР, 1989. – 30 с.
  5. Федоров, В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 168 с.
  6. Микроводоросли Черного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования / Под ред. Ю.Н. Токарева, З.З. Финенко, Н.В. Шадрин; НАН Украины, Институт биологии южных морей.- Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика, 2008. – 454 с.
  7. Радченко, И.Г. Практическое руководство по сбору и анализу проб морского фитопланктона: уч.-мет. пособие для студ. биол. спец. ун-тов / И.Г. Радченко, В.И. Капков, В.Д. Федоров. – М.: Мордвинцев, 2010. – 60 с.
  8. Макаревич, П. Р. Сезонные циклические процессы в прибрежных планктонных альгоценозах северных морей / П. Р. Макаревич, Е. И. Дружкова. – М.: Наука, 2010. – 338 с.
  9. Олейник, А. А. Состав и пространственно-временная динамика фитопланктона / А. А. Олейник // Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. – М.: Наука, 2009. – С. 56 – 66.
- Global Analysis – July 2013 [электронный ресурс]  
<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2013/07>

## Годовая динамика численности основных таксономических групп донных организмов в протоке Быстрая

Ульянова А. С. (*г. Астрахань, Астраханский государственный природный биосферный заповедник*)

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена сезонная динамика численности зообентоса на территории Астраханского государственного природного биосферного заповедника на примере основных таксономических групп (черви, двустворчатые и переднежаберные моллюски, личинки стрекоз и комаров-звонцов). Также проводится сравнительный анализ численности исследуемых таксонов за 2012 и 2013 года.

**Abstract.** In this article was dealt the seasonal abundance of zoobenthos in Astrakhan State Nature Biosphere Reserve by the examples of main taxonomy groups (worms, bivalve mollusks, prosobranch gastropods, larvae of dragonflies and chironomids). Also, it is given comparative abundance analysis of study taxons during 2012-2013.

**Ключевые слова:** зообентос, численность, Астраханский государственный заповедник, дельта Волги.

**Key words:** zoobenthos, abundance, the Astrakhan State Reserve, the delta of Volga river.

Исследования зообентоса в нижней зоне дельты Волги начались в конце 19 века и ведутся в настоящее время. Протока Быстрая, проходящая через Дамчикский участок Астраханского государственного заповедника, является типичным водным объектом нижней зоны дельты [2].

Исследования, проводимые в заповеднике в настоящее время, направлены на установление современного видового состава донных организмов и изучению влияния факторов на структуру донных сообществ.

Целью данного исследования являлось выявление современных тенденций в сезонной динамике численности донных организмов в протоке Быстрая.

Материалом для исследования послужили пробы зообентоса, отобранные в период 2012-2013 гг. в протоке Быстрая по стандартной методике [2, 3]. Всего было отобрано 31 проба. Камеральная обработка материала проводилась по общепринятой методике [4].

Для изучения сезонной и годовой динамики численности донных организмов использовались данные по основным таксономическим группам: черви (многощетинковые и малощетинковые), двустворчатые и переднежаберные моллюски, личинки стрекоз, личинки комаров-звонцов.

Сравнительный анализ средней численности основных таксономических групп приведено в таблице 1.

Таблица 1. Средняя численность основных таксономических групп в пр. Быстрая в 2012-2013 гг.

Таксономическая группа	Март		Апрель		Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь		Октябрь	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Черви	0	34	0	132	60	84	60	14	0	0	80	0	280	90	320	0
Двустворчатые моллюски	0	2	0	12	0	4	20	6	20	0	20	0	0	0	0	0
Переднежаберные моллюски	0	110	0	12	240	10	80	22	540	0	300	0	100	40	20	0
Личинки стрекоз	0	14	0	20	0	12	40	12	0	0	20	0	20	20	20	0
Личинки комаров-звонцов	0	456	0	132	240	196	120	44	0	0	0	0	0	110	0	0

Наибольшее значение численности червей в 2012 году приходилось на осенний период, в то время как в 2013 году на весенний. Максимальное значение численности в 2012 году было отмечено в сентябре – 320 экз./м<sup>2</sup>, в 2013 – в апреле – 132 экз./м<sup>2</sup>. так же следует отметить, что в 2012 году численность червей в течение вегетационного периода постепенно увеличивается (за исключением июля, когда организмы не отмечались в пробах). В 2013 году наблюдается колебание численности, с минимальным значением в июне – 14 экз./м<sup>2</sup>.

Наибольшее значение численности двустворчатых моллюсков в 2012 году пришлось на летний период (среднее значение численности во все месяца составило 20 экз./м<sup>2</sup>). Максимальные значения их численности в 2013 году были отмечены в весенний период. В отличие от 2012 года, в 2013 году численность этой группы резко изменялась с марта по июнь, а затем моллюски вообще отсутствовали в пробах.

Среднее значение численности переднежаберных моллюсков в течение всего 2012 года было выше, чем в 2013 г. Максимальная численность этой группы в 2012 г. была отмечена в июле и составила 540 экз./м<sup>2</sup>, в 2013 – в марте – 110 экз./м<sup>2</sup>. Если в 2013 году численность моллюсков остается приблизительно одинаковой (с небольшими изменениями), то в 2012 их численность сильно варьирует в течение всего вегетационного периода: отмечено два пика численности – в мае и июле.

Если в 2012 году максимальное значение численности личинок стрекоз было отмечено в июне – 40 экз./м<sup>2</sup>, то в 2013 году оно отмечалось дважды: в апреле и сентябре – 20 экз./м<sup>2</sup>. Среднее значение численности этого таксона с август по октябрь не изменялось и составляло 20 экз./м<sup>2</sup>. Снижение численности личинок стрекоз в 2013 году пришлось на май-июнь до 12 экз./м<sup>2</sup>.

В 2012 году личинки комаров-звонцов (хирономид) в протоке Быстрая отмечались с мая по июнь, когда их численность была равно 240 и 120 экз./м<sup>2</sup>. В 2013 году данная группа отмечалась в весенний период, в начале лета и в начале осени. Максимальное значение численности личинок хирономид в 2013 было зафиксировано в марте – 456 экз./м<sup>2</sup>. После чего этот показатель резко снижается до 132 экз./м<sup>2</sup> (апрель). Такое колебание численности отмечается в начале вегетационного периода.

Таким образом, проанализировав полученные данные, следует отметить, что максимальные значения численности основных таксономических групп в протоке Быстрая в 2013 годы приходятся на весенний период, в отличие от 2012 года, когда максимальные значения численности отмечались в осенний период. Следует также отметить, что в 2012 году средние значения численности донных организмов, в большинстве случаев, изменяются постепенно в течении вегетационного периода, в то время как в 2013 году эти значения изменяются скачкообразно.

Предполагается, что выявленные закономерности связаны с различными в 2012 и 2013 гг. климатическими и гидрологическими условиями.

#### Литература

1. Горбунова А.В., Горбунова Ю.А. Первичная продукция планктона низовьев дельты р. Волга в условиях зарегулирования стока // Изучение и сохранение природных комплексов Астраханского биосферного заповедника, дельты Волги, Севекрного Каспия и некоторых особо охраняемых природных территории России: Маиериалы к 90-летию Астраханского биосферного заповедника. – Астрахань, ГП АО «Издательско-полиграфический комплекс «Волга», 2009. С. 61-64
  2. Методические рекомендации по отбору, обработке и анализу гидробиологических проб воды и грунта / Сост. Г.И.Фролова. – М.: Лесная страна, 2008. – 122 с.
  1. Константинов А.С. Общая гидробиология. – М.: Высш.шк., 1986. – 472 с.
- Жадин В.И. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. – М.- Л.: изд-во АН СССР, 1952. – 376 с

# **БИОХИМИЯ И МЕДИЦИНА**

## **Заболееваемость инфекциями, передающимися половым путем, населения Мурманской области с 2008 по 2012 гг.**

**Быкова А. В., Огурченкова Т. Н.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ» кафедра микробиология и биохимии)

**Аннотация.** В данной работе исследована эпидемиологическая ситуация в Мурманской области по инфекциям, передающимся половым путем. Проведен анализ заболеваемости населения, а также рассмотрена социальная, гендерная и возрастная структура больных гонококковой инфекцией. Все данные по Мурманской области анализировались в сочетании и в сравнении с показателями по России.

**Abstract.** In this report was studied the epidemiological situation of infection, sexually transmitted in the Murmansk region. Analysis of morbidity was conducted and also social, gender and age structure of patients with gonococcal infection was examined. All data by Murmansk region were analyzed in combination and comparison with indexes in Russia.

Заболевания, передающиеся половым путем (ЗППП), или инфекции, передаваемые половым путем (ИППП) – под этими терминами понимают инфекционные заболевания, наиболее частым путем заражения, которыми является половой.

Целью настоящей работы является исследование динамики заболеваемости ИППП среди взрослого населения Мурманской области за период с 2008 по 2012 года и сравнение этих данных с общей статистикой по стране.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- сравнить методы диагностики инфекций, передающихся половым путем, и определить наиболее оптимальный;
- проследить динамику заболеваемости инфекциями, передающимися половым путем и их распространенность среди населения;
- выявить социальную, возрастную и гендерную структуру заболевших гонореей в Мурманской области за последние пять лет;
- сравнить полученные данные по заболеваниям, передающимся половым путем, с заболеваемостью в Российской Федерации.

Объектом исследования являются жители Мурманской области, у которых были обнаружены следующие виды заболеваний, передающихся половым путем: уrogenитальный хламидиоз, уrogenитальный трихомоноз, генитальный герпес, уреа-микоплазмоз и гонококковая инфекция.

Данные по статистике заболеваемости предоставлены Мурманским областным центром специализированных видов медицинской помощи.

Рассмотрев методы диагностики ИППП (полимеразная цепная реакция, реакция иммунофлюоресценции, иммуноферментный анализ, культуральный метод), установлено, что наиболее точным является метод полимеразной цепной реакции. Этот метод применим в настоящее время для диагностики всех изучаемых нами инфекций.

*Заболеваемость населения уреа-микоплазмозом.* Анализ заболеваемости населения уреа-микоплазмозом в Мурманской области показал (рис. 1), что количество заболевших увеличивается в период с 2009 по 2011 года, а в Российской Федерации рост заболевания происходит в периоды 2008-2009 гг. и 2010-2011 гг.

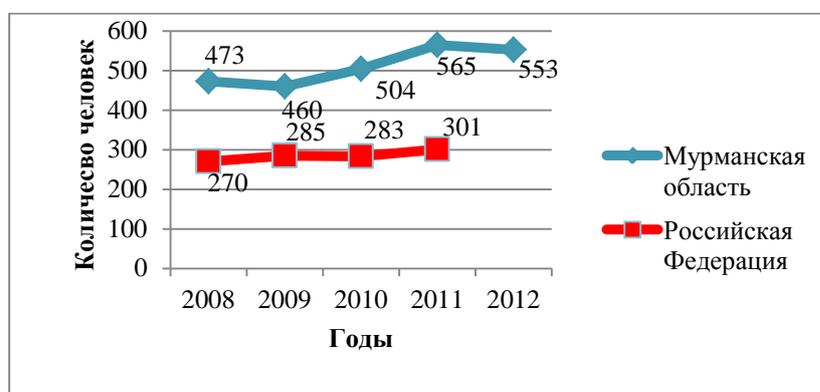


Рис.1. Динамика заболеваемости уреа-микоплазмозом в Мурманской области и Российской Федерации за период 2008–2012 гг. (на 100 000 человек).

Данные показатели характеризуются нестабильностью вследствие того, что инфекция может не вызывать симптомов и субъективных ощущений, а поэтому выявляется поздно, в хронической форме. Возбудитель уреа-микоплазмоза является представителем транзитной микрофлоры и вызывает заболевание при снижении иммунитета хозяина.

*Заболеваемость населения урогенитальным трихомонозом.* С 2008 по 2011 гг. наблюдается уменьшение числа заболевших урогенитальным трихомонозом на 39,3% в Мурманской области, и на 29,7% в Российской Федерации. Только в 2012 году отмечается небольшой рост заболеваемости (рис. 2).

Снижение числа больных трихомонозом объясняется повышением эффективности деятельности по первичной профилактике инфекции, появлением современных методов лабораторной диагностики, обладающих

максимальной результативностью при выявлении инфекции, а также появлением эффективных антибиотиков широкого спектра действия.

*Заболеваемость урогенитальным хламидиозом.* Урогенитальный хламидиоз (УГХ) – является наиболее распространенной инфекцией, занимающей большой удельный вес среди всех ИППП.

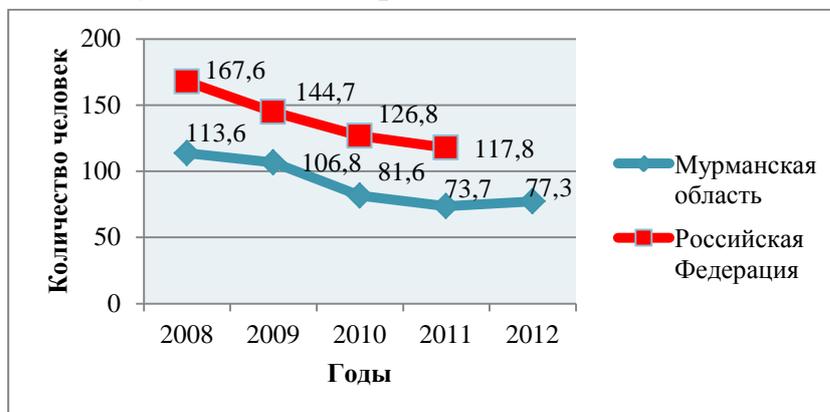


Рис.2. Динамика заболеваемости трихомонозом в Мурманской области и Российской Федерации в 2008-2012 гг. (на 100 000 населения).

За весь исследуемый период (2008-2012 гг.), в том числе и за последние три года, наибольшую долю в структуре заболеваемости ИППП занимает хламидиоз. Его показатели характеризуются нестабильностью, как среди всего населения России, так и в Мурманской области. Пик заболеваемости хламидиозом отмечается в 2008 г. и 2009 г. (рис. 3), в 2010-2011 гг. происходит снижение числа заболевших, а в 2012 г. – незначительное повышение.

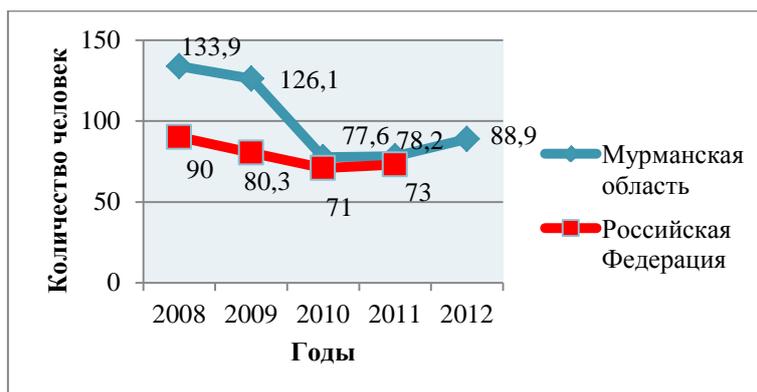


Рис.3. Динамика заболеваемости хламидиозом в Мурманской области и Российской Федерации в 2008-2012 гг. (на 100 000 населения).

Высокая распространенность хламидиоза связана не только с тем, что хламидии не просто обнаружить лабораторно, но и тем, что это инфекционное заболевание очень часто не вызывает у больного человека никаких жалоб. В большинстве случаев хламидиоз протекает без каких-либо симптомов.

*Заболееваемость населения генитальным герпесом.* Анализ заболеваемости населения генитальным герпесом в Мурманской области показал (рис. 4), что произошло значительное снижение заболеваемости по сравнению с 2008 годом на 48,6%.

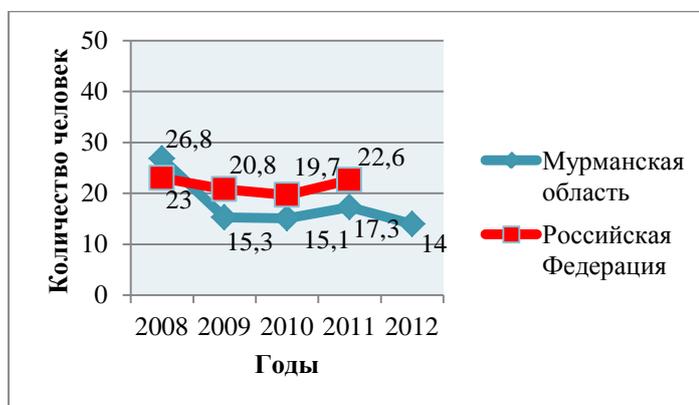


Рис.4. Динамика заболеваемости генитальным герпесом в Мурманской области и Российской Федерации в 2008-2012 гг. (на 100 000 населения).

Генитальный герпес занимает последнее место в общей структуре ИППП. Лица, с данной проблемой занимаются самолечением, крайне редко обращаются за медицинской помощью, так как не считают заболевание опасным. Но известно, что вирус простого герпеса-2 навсегда остается в нервной системе человека и существующие методы лечения могут только сократить количество рецидивов болезни.

*Заболееваемость населения гонококковой инфекцией.* Анализ заболеваемости населения гонореей в Мурманской области показал (рис. 5), что количество заболевших снижается на протяжении всего периода с 2008 г. по 2012 г. В Мурманской области за весь исследуемый промежуток времени происходит снижение заболеваемости гонококковой инфекцией на 35,9%, а в Российской Федерации – на 35,8% в период 2008-2011 гг.

Несмотря на выявленную тенденцию заболеваемости гонореей в Мурманской области к снижению, показатели заболеваемости по прежнему превышают российские. Регистрируемая заболеваемость гонореей не соответствует фактической, что требует оптимизации работы по активному выявлению заболеваний и ранней диагностике гонококковой инфекции. Снижение уровня заболеваемости гонореей, по всей видимости, происходит из-за неполной регистрации больных различными структурами, которые занимаются оказанием медицинской помощи населению. Важным фактором, влияющим на неполный учет больных,

является самолечение, которому способствует свободная продажа антибактериальных лекарственных препаратов. Все перечисленные факты, обусловившие кажущееся снижение уровня заболеваемости гонорейной инфекцией, являются потенциально опасными, так как в дальнейшем они же могут привести к ее резкому подъему.

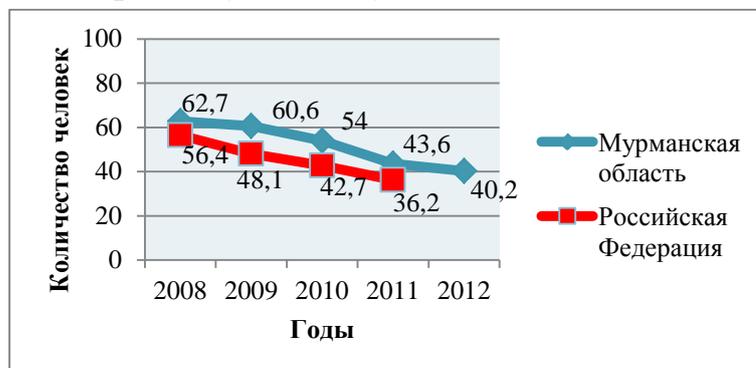


Рис. 5. Динамика заболеваемости гонореей в Мурманской области и Российской Федерации в 2008-2012 гг. (на 100 000 населения)

Гонореей болеют люди любого возраста, пола, расы и социального статуса.

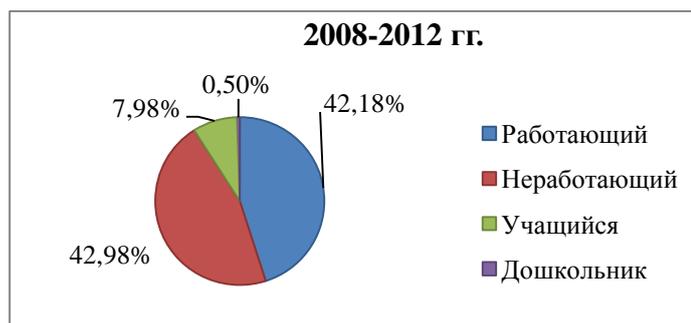


Рис.6. Удельный вес больных гонореей разных социальных статусов в Мурманской области за период с 2008 по 2012 гг.

Анализ заболеваемости населения гонореей в разных социальных группах Мурманской области показал (рис. 6), что наибольшее число заболевших относится к группе неработающих лиц – 42,98%. Это можно объяснить тем, что к данной группе чаще всего относятся лица категории БОМЖ, ведущие асоциальный образ жизни, пенсионеры и инвалиды, не имеющих возможности и средств обратиться в медицинские учреждения для проведения обследования и назначения лечения.

Анализ заболеваемости населения гонореей в разных возрастных группах Мурманской области показал (рис. 7), что наибольшее число заболевших приходится на возрастную категорию «20-29 лет» и «30-39 лет».

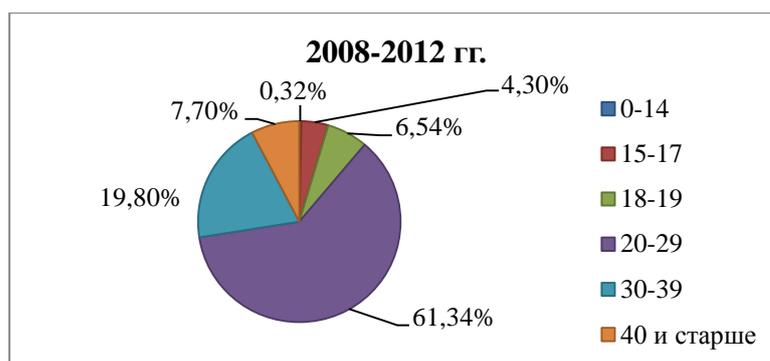


Рис.7. Удельный вес больных гонореей в различных возрастных категориях в Мурманской области за период с 2008 по 2012 гг.

Это объясняется тем, что в этих возрастных группах отмечается наибольшая сексуальная активность и легкомысленное отношение к опасности заражения гонококковой инфекцией вследствие ложной уверенности в высокой эффективности средств лечения. Дети до 14 лет, в 45-66% случаев, заражаются гонореей бытовым путем. Источником заражения могут стать любые предметы личной гигиены или одежда, на которых сохранился невысохший гонорейный гной. Отсюда можно сделать вывод, что дети заразились от родителей или близких родственников, ведущих асоциальный образ жизни и имеющих низкий уровень гигиенических навыков и знаний. Все подростки от 15 до 17 лет в 100% случаев заражаются половым путем.

Анализ заболеваемости населения гонореей в гендерных группах Мурманской области показал (рис. 8), что мужчин, больных гонореей почти в 3 раза больше, чем женщин.

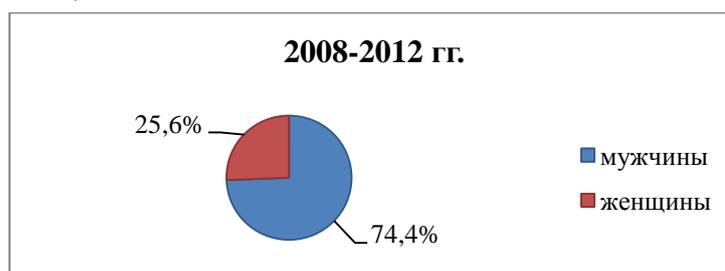


Рис. 8. Гендерная структура больных гонореей в Мурманской области за период с 2008 по 2012 гг.

Не смотря на то, что женщины болеют гонореей значительно чаще, чем мужчины, выявляемость этой инфекции у них происходит значительно реже. Это происходит вследствие того, что у большинства инфицированных женщин (почти 50%) клинические симптомы отсутствуют полностью. В то время как у мужчин, больных гонореей, как

правило, появляются субъективные симптомы заболевания, вынуждающие их обратиться за медицинской помощью. Всего лишь 1 из 60 мужчин, больных гонореей, не отмечает никаких симптомов. Рост заболеваемости у лиц обоего пола идет параллельно общему подъему заболеваемости гонореей.

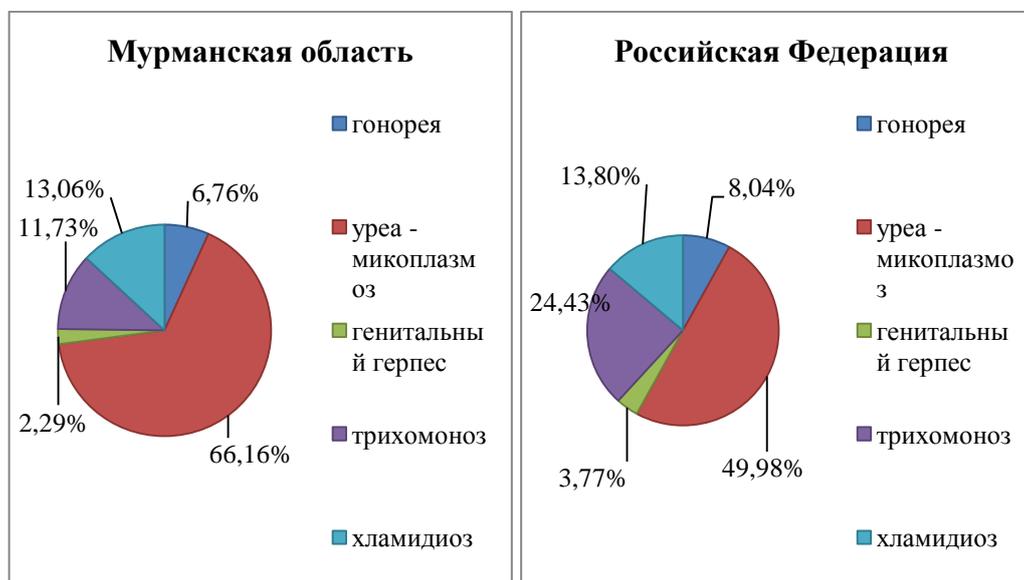


Рис. 9. Сравнение полученных данных о заболеваемости ЗППП в Мурманской области с данными по Российской Федерации.

За последние пять лет значительно улучшилась ситуация по заболеваемости населения инфекциями, передающимися половым путем как в Мурманской области, так и по России в целом (рис. 9).

Из полученных данных видно, что заболеваемость уреамикоплазмозом в Мурманской области превышает показатель по Российской Федерации на 24,5%.

Показатели по заболеваемости остальными инфекциями сложились ниже, чем по России в целом: гонококковой инфекцией – на 15,9%, генитальным герпесом – на 39,3%, уrogenитальным трихомонозом – на 52%, хламидиозом – на 5,4%. Это объясняется меньшей численностью населения в Мурманской области, чем в целом по стране.

По результатам нашего исследования можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее оптимальным методом диагностики инфекций, передающихся половым путем, является полимеразная цепная реакция.

2. Отмечена положительная динамика снижения заболеваемости населения Мурманской области урогенитальным хламидиозом на 33,6%, урогенитальным трихомонозом на 31,9%, генитальным герпесом на

15,7% и гонококковой инфекцией на 35,9%. Выявлен рост уреа-микоплазмозом на 17%.

3. Мужчины составляют 74,5% от общего числа больных гонореей. По социальному статусу 43% заболевших – неработающие, 42,2% – работающие, 8% – учащиеся и студенты. Наибольшее количество заболевших приходится на возрастные группы «20-29 лет» – 61,3% и «30-39 лет» – 19,8%.

4. Уровень заболеваемости уреа-микоплазмозом в Мурманской области в 1,5 раза выше, а урогенитальным трихомонозом в 2 раза ниже, чем в Российской Федерации. Показания заболеваемости гонококковой инфекцией, генитальным герпесом и урогенитальным хламидиозом в России сопоставимы с данными по Мурманской области.

## Исследование содержания каротиноидов в полевом эксперименте

**Гридина Т. С.** (г. Астрахань, ФГБОУ ВПО «АГТУ», кафедра аквакультуры и водных биоресурсов)

**Аннотация.** Объектом исследования являются рабочий раствор TP3, обладающие фунгицидными и фитостимулирующими свойствами.

Целью исследования являлось изучение влияния микроорганизмов выделенных с поверхности томата сорта «Гном» в вегетационных опытах.

Методы исследования включали микробиологические, агрохимические, статистические. Методология проведения работы состояла в экспериментальных исследованиях.

Рабочий раствор TP3 в полевом эксперименте показал способность к повышению каротиноидов в плодах растения.

**Abstract.** The research object is the working solution TP3, having fungicidal properties and phytostimulative characteristics.

The concern of the procedure was to investigate the influence of microorganisms isolated from the surface of the tomato cultivar "Gnome" in the pot experiments.

Methods of microbiological procedures included microbiological, agrochemical, statistics. The methodology of the procedure was into the experimental studies.

Working solution TP3 in a field experiment has shown the ability to increase carotenoids in fruits of plants.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, экология, биопрепараты, бактеризация, защита растений, рабочий раствор, каротиноиды, микроорганизмы, витамин С, фитопатогены.

**Key words:** agriculture, ecology, biological products, bacterization, plant protection, working solution, carotenoids, microorganisms, vitamin C, phytopathogens.

Растения представляют собой, основу экосистемы и являются главным объектом сельского хозяйства. Культурные сорта растений постоянно подвергаются воздействию фитопатогенных микроорганизмов и насекомых – фитофагов. Основным способом борьбы с заболеваниями растений остаются химические пестициды, наносящие существенный вред растениям, почвенной микробиоте и организму человека, как конечному потребителю сельскохозяйственной продукции. Экологически безопасной альтернативой пестицидам, являются биопрепараты, представляющие собой природные микробные агенты регулирующие численность фитофагов и фитопатогенов.

Основная цель данной работы, изучение изолята выделенного с поверхности томата сорта «Королевский» в полевом эксперименте.

В ранее проведенных исследованиях было доказано, что данный штамм обладает антагонистическими, фитостимулирующими свойствами, активно колонизирует корень растений, безопасен по отношению к организмам разных уровней организации жизни [1,2,3].

На почвах опытных полей Всероссийского научно-исследовательского института селекции и семеноводства овощных культур проводили эксперимент агрохимического испытательного центра на томатах. Опыт заложен на дерново-подзолистой почве, пахотный слой которой имел следующую агрохимическую характеристику: содержание гумуса 2,05%, P205-450 мг/кг, K20-357, N-щелочногидролизующий-108 мг/кг почвы, pH-6,8, сумма обменных оснований- 95,2%. Контролем случила обработка растений дистиллированной водой. В эксперименте испытывали рабочий раствор *TP3* и коллекционный штамм *Bacillus atrophaeus B-9918* представляющий собой облигатно аэробные грамположительные спорообразующие палочки.

Таблица 1. Влияние бактериальных препаратов на урожайность томата сорта Гном, 2013 год,( т/га) и содержание каротиноидов

Варианты	Даты сбора					Бета-каротин Мг/ 100 г	Ликопин Мг/100 г	Ликопин/ бета-каротин	Сумма мг/100 г
	07.08	21.08	27.08	10.09	Суммарная урожайность				
Контроль	11,8	9,2	10,8	7,1	38,9	16,4	46,5	2,84	62,9
<i>TP3</i>	16,4	6,4	11,5	10,4	44,7	<b>21,9</b>	<b>56,0</b>	<b>2,56</b>	<b>77,9</b>
<i>Bacillus atrophaeus B-9918</i>	16,5	6,5	11,0	9,9	44,4	11,0	33,0	3,0	44
<i>НРС</i>	1,7	0,8	1,1	1,6	2,9				

Из таблицы урожайности томатов сорта «Гном», можно заключить, что рабочий раствор *TP3* увеличивал содержание бета-каротина по сравнению с контролем 33,5 %, ликопина 20,4% по сравнению с контролем.

Таблица 2. Урожай динамика

Варианты	Даты сбора				
	07.08	21.08	27.08	10.09	Суммарная урожайность
Контроль	11,8	9,2	10,8	7,1	38,9
<i>TP3</i>	16,4	6,4	11,5	10,4	44,7

<i>Bacillus atrophaeus</i> B-9918	16,5	6,5	11,0	9,9	44,4
НСР05	1,7	0,8	1,1	1,6	2,9

В таблицы показана урожайность томата сорта «Гном», из которой видно, что наибольшие показатели суммарной урожайности показаны при обработке рабочим раствором ТРЗ.

Антиоксидантную активность определяли в водно-спиртовом экстракте, H<sub>2</sub>O-МеОН, 1:1. В таблице показано влияние бактериальных препаратов на содержание каротиноидов томата сорта Гном в 2013 год.

В организме постоянно образуются свободные радикалы, поэтому от них должна существовать антиоксидантная защита, являющаяся одним из важнейших компонентов иммунитета в целом. Важно дополнять свой пищевой рацион природными веществами – антиоксидантами, которые усиливают защиту от свободных радикалов, повышают тем самым иммунитет, устойчивость организма к воздействию неблагоприятных внешних факторов, замедляют процессы старения.

Витамин С является фактором защиты организма от последствий стресса. Усиливает репаративные процессы, увеличивает устойчивость к инфекциям. Уменьшает эффекты воздействия различных аллергенов. Имеется много теоретических и экспериментальных предпосылок для применения витамина С с целью профилактики раковых заболеваний. Известно, что у онкологических больных из-за истощения его запасов в тканях нередко развиваются симптомы витаминной недостаточности, что требует дополнительного их введения.

Витамин С улучшает способность организма усваивать кальций и железо, выводить токсичные медь, свинец и ртуть.

Важно, что в присутствии адекватного количества витамина С значительно увеличивается устойчивость витаминов В1, В2, А, Е, пантотеновой и фолиевой кислот. Витамин С предохраняет холестерин липопротеидов низкой плотности от окисления и, соответственно, стенки сосудов от отложения окисленных форм холестерина для растений витамин С очень важен – он выступает как антиоксидант, помогающий растениям противостоять засухе, озону и активному ультрафиолетовому излучению. Однако до сих пор было неизвестно, что витамин С также форсирует и рост растительных культур.

Таблица 3. Влияние бактериальных препаратов на содержание каротиноидов томата сорта Гном, 2013 год

Варианты	Бета-каротин Мг/100 г	Ликопин Мг/100 г	Ликопин/ бета-каротин	Сумма мг/100 г	АОА *на АК г/100 г	Экстрагируемые Вещества %	Содержание вит. С мг/100 г	Сух. в-в %
Контроль	16,4	46,5	2,84	62,9	6,1	39,2	37	6,2± 0,1
<i>TP3</i>	<b>21,9</b>	<b>56,0</b>	<b>2,56</b>	<b>77,9</b>	<b>8,1</b>	<b>46,4</b>	<b>45</b>	<b>6,5±</b> <b>0,1</b>
<i>Bacillus atrophaeus B-9918</i>	11,0	33,0	3,0	44	7,7	37,6	40	6,4± 0,2

Из таблицы видно, что содержание витамина С и антиоксидантная активность в плодах сорта «Гном» наибольшее при обработке рабочим раствором *TP3*, по сравнению с контролем и суспензией *Bacillus atrophaeus B-9918*.

#### Литература

1. Держинская, И. С. Питательные среды для выделения и культивирования микроорганизмов [Текст] : учебное пособие / – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2008. – 348 с.
2. Практикум по микробиологии [Текст] : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. И. Нетрусов, М. А. Егорова, Л. М. Захарчук и др. ; под ред. А. И. Нетрусова. – М. : Академия, 2005.
3. Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии [Текст]: Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений / под ред. В. К. Шильниковой. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Дрофа, 2004.

**Биохимический анализ водорослей**

**Дубогрызова А. А., Овчинникова С. И.** (г. Мурманск, *ФГБОУ МГТУ, кафедра микробиологии и биохимии*)

Морские макрофиты содержат комплекс биологически активных веществ (углеводы, свободные аминокислоты, липиды, биогенные микро- и макроэлементы, в том числе йод), поэтому их используют как в натуральном виде, так и в виде выделенных из них биологически активных добавок к пище (БАД). В исследовании водорослей особое внимание отведено биохимическому анализу углеводного и липидного состава (Барашков, 1972; Кизеветтер, 1976; Аминина, Подкорытова, 1992; Саенко, 1992; Ковековдова и др., 2001; Подкорытова, 2002). Именно эти группы соединений можно рассматривают как хемотаксономические маркеры при рассмотрении вопроса систематики морских макрофитов с позиции биохимии (Васьковский, 1997).

Все морские макрофиты содержат целлюлозу. В красных водорослях главными углеводами являются флоридный крахмал и сульфированные галактаны (характерны только для данного вида), также встречаются ксиланы, маннаны (Усов, Чижов, 1988). В водоросли *Liagora valida* обнаружен сульфированный ксиломаннан. В известковых водорослях найдена альгиновая кислота, которая до этого была обнаружена только в бурых водорослях и некоторых бактериях. Углеводам бурых водорослей характерно наличие сахарного спирта – маннита, его содержание может составлять более 25% сухого веса некоторых водорослей из порядка ламинариевых. Главными полисахаридами *Phaeophyta* являются ламинараны, альгиновые кислоты и фукоиданы. В зеленых водорослях найдены глюкоманнаны, маннаны, ксинаны, сульфированные полисахариды, пектины. Недавно установили, что виды бурых водорослей из порядков *Dictyotales* и *Fucales* содержат одни и те же четыре кислых полисахарида: альгиновую кислоту, ксилофукан и два фукоидана. Наиболее ценным и самым интересным углеводом морских трав является полисахарид зостерин, в состав которого входит довольно редкий моносахарид апиоза.

Все четыре группы морских макрофитов четко различаются по составу полиеновых жирных кислот (эйкозапентаеновой, арахидоновой и

линоленовой кислот) и содержанию полярных липидов (фосфатидилхолина, фосфатидилэтаноламина, церамидфосфоинозита, диацилглицеринтриметил- $\beta$ -аланина, фосфатидилсерина, диацилглицеринтриметилгомосерина).

При изучении морских водорослей исследователи обратили свое внимание на особые вещества – оксипирины. Это продукты превращения некоторых полиеновых жирных кислот, аналогичные эйкозаноидам животных. Их исследует американский ученый В.Х. Гервик, который вместе со шведскими учеными предложил название "оксипирины" для этой группы липидов. Он показал, что водоросли из трех отделов различаются по способности синтезировать оксипирины. При этом есть заметные различия между водорослями и в наборе ферментов – липоксигеназ, которые превращают жирные кислоты в оксипирины (Baker, 1990; Hamberg, 1992).

Возросший интерес к биохимическому анализу макрофитов имеет как научный, так и прикладной характер. В настоящий момент полисахариды водорослей – одни из наиболее популярных биологически активных веществ, обладающих многофункциональностью воздействия на организм человека. Механизм их действия недостаточно изучен, но все они в большей или меньшей степени влияют на обмен липидов, глюкозы, минеральных элементов, обладают антиоксидантной активностью и иммуномодулирующим эффектом.

#### Литература

1. Барашков Г.Е. Химия водорослей. М.: Изд-во АН СССР, 1963.
2. Васьковский В.Е. Липиды // Соросовский Образовательный Журнал. 1997. № 3. С. 32-37.
3. Зайцев В.П., Ажгихин И.С., Гандель В.Г. Комплексное использование морских организмов. М.: Пищ. пром-сть, 1980.
4. Кизеветтер И.В., Суховеева М.В., Шмелькова Л.П. Промысловые морские водоросли и травы дальневосточных морей. М.: Пищ. пром-сть, 1981.

5. Кусакин О.Г., Дроздов А.Л. Филема органического мира. СПб.: Наука, 1994. Ч. 1: Пролегомены к построению филемы.
6. Моисеев П.А. Биологические ресурсы Мирового океана. М.: Агропромиздат, 1989.
7. Усов А.И., Чижов О.С. Химические исследования водорослей. М.: Наука, 1988.
8. Уитон Ф.У., Лосон Т.Б. Производство продуктов питания из океанических ресурсов. М.: Агропромиздат, 1989. Т. 1-2.
9. Чэпмен В. Морские водоросли и их использование. М.; Л.: Изд-во иностр. лит., 1953.
10. The Eicosanoids // Peter Curtis-Prior (Editor) // 654 pages // 2004 Wiley.

## **Характеристика показателей здорового образа жизни учащихся Политехнического колледжа и курсантов Морской академии МГТУ**

**Ключко Е. В., Кривенко О. Г.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии*)

**Аннотация.** В статье представлены данные анкетированного опроса по показателям ЗОЖ учащихся Политехнического колледжа и курсантов МА МГТУ.

Здоровый образ жизни – это способ жизнедеятельности, направленный на сохранение и улучшение здоровья людей.

Согласно заключению экспертов Всемирной организации здравоохранения состояние здоровья населения на 10% определяется уровнем развития медицины как науки и состояния медицинской помощи, на 20% – наследственными факторами, на 20% – состоянием окружающей среды и на 50% – образом жизни.

Здоровый образ жизни базируется на научно-обоснованных санитарно – гигиенических нормативах, которые направлены на укрепление здоровья: рациональное питание, физическая активность и закаливание, отсутствие вредных привычек и умение выходить из стрессовых состояний, высокая медицинская активность.

Негативные факторы научно-технического прогресса привели к стремительному уменьшению физической активности. Сегодня точно установлено, что гиподинамия – один из факторов риска развития заболеваний сердечнососудистой системы, опорно-двигательного аппарата, ожирения, и других «болезней цивилизации».

Не меньшее значение имеет соблюдение режима питания, режима труда и отдыха.

Наличие у нашей молодежи вредных привычек (злоупотребление алкоголем, табаком, наркомания) – серьезная проблема сегодняшнего дня.

Кроме того реалии современного мира таковы, что большинство из нас сегодня попросту не представляют своей жизни без мощнейшего инструмента обмена и обработки информации – компьютера и интернета. Такая популярность виртуальной реальности провоцирует рост компьютерной зависимости, когда люди, по большей части совсем юные и молодые, проводят всё своё время за ПК, даже не замечая этого.

Единственный путь, ведущий к здоровью каждого человека, нации, человечества в целом – это изменение отношения человека к своему здоровью. Для этого нужно знать свой организм, желать быть здоровым и прикладывать к этому усилия. Человек сам должен сделать выбор: быть здоровым или болеть, он должен иметь мотивацию на здоровье, т.к. только здоровый человек может добиться самореализации.

С целью оценки состояния здоровья курсантов Морской академии на кафедре «Микробиология и биохимия» ФГБОУ ВПО «МГТУ» с 2010 года проводится анкетированный опрос по основным показателям ЗОЖ. В 2013 году в исследование включили студентов Политехнического колледжа МГТУ.

Всего в исследовании приняли участие 170 человек. 79 – курсанты Морской академии, из них: 46 человек – курсанты 2 курса (возраст 17 – 21 год), 33 человека – курсанты 4 курса (возраст -20 –25 лет – 32 человека, 1 человек 39 лет). 91 – учащиеся 1 курса Политехнического колледжа в возрасте 16–17 лет.

Нами проведен анализ анкетных данных по таким показателям как: физическая активность, наличие вредных привычек и хронических заболеваний, правильное питание, соблюдение режима труда и отдыха.

В результате опроса было выявлено, что посещают тренажерный зал или занимаются спортом – 108 человек (64% опрошенных): 39 – курсанты Морской академии и 69 – учащиеся колледжа.

52% курсантов Морской академии посещают спортзал, из них 38% курсанты 2 курса, 14%– курсанты 4 курса. 17% человек отказались ответить на этот вопрос. 31% опрошенных курсантов спортом не занимаются.

76% учащихся Политехнического колледжа постоянно занимаются спортом или посещают спортзал, 12% это делают периодически. 12% опрошенных не занимаются спортом.

Из всех опрошенных вредные привычки имеют 92 человека. Из них 22 человека (24%) – курсанты Морской академии, среди которых большинство – курсанты 2 курса. При этом выявлено, что у 17 человек физическая активность сочетается с вредными привычками.

Из учащихся колледжа – 21 человек (23%) не имеют вредных привычек. 70 (77%) человек имеют вредные привычки. При этом 49 человек принимают алкоголь и курят. 21 человек имеют одну из

вышеуказанных привычек, чаще курят. 7 опрошенных пробовали наркотики, при этом, 4 человека одновременно отмечают курение и употребление алкоголя, 3 – только курение. Первая проба курения среди опрошенных – в 6 лет, проба алкоголя – в 7 лет. При этом некоторые учащиеся указывают, что курят до 2-х пачек в день. Большинство употребляют алкоголь в среднем 1 раз в месяц, и связывают это с праздниками.

23% опрошенных курсантов Морской академии и 63% опрошенных учащихся колледжа имеют вредные привычки и вместе с этим посещают спортзал. На вопрос о вредных привычках отказались ответить 11 курсантов МГТУ и 5 учащихся колледжа.

На наличие хронических заболеваний указали 34 опрошенных. 11 курсантов Морской академии имеют хронические заболевания (в основном заболевания органов дыхательной системы). 23 учащихся Политехнического колледжа так же указали на наличие хронических заболеваний, преобладают заболевания ЖКТ – 6 человек, атопический дерматит – 2 человека. По одному случаю – бронхиальная астма, гайморит, хронический тонзиллит и др.

42 учащихся колледжа (46%) считают, что питаются не правильно, при этом из 6 человек, которые имеют хронические заболевания ЖКТ, только двое указали на неправильное питание. Считают, что правильно питаются 44% учащихся.

Опрос учащихся колледжа на предмет наличия у них компьютерной зависимости, соблюдения ими режима труда и отдыха показал, что 33% имеют компьютерную зависимость – проводят за компьютером более 4 часов в день.

Только 45% учащихся соблюдают режим труда и отдыха, 7% пытаются это делать, и 48% имеют противоположную позицию.

На итоговый вопрос студентам Политехнического колледжа: «Считаете ли вы, что ведете здоровый образ жизни?» 56 человек (62%) ответили отрицательно. 3% опрошенных пытаются стать на путь, ведущий к здоровью.

В целом проведенное исследование показало, что среди курсантов Морской академии 49% опрошенных активно занимается спортом, вредные привычки имеют 28%, хронические заболевания – 14%.

Среди учащихся Политехнического колледжа – активно занимаются спортом 76% опрошенных, имеют вредные привычки так же 76%, т.е. большинство сочетают вредные привычки с занятиями спортом. 33% учащихся колледжа указали на компьютерную зависимость. Хронические заболевания имеют 23% учащихся, что больше, чем у курсантов Морской академии. 46% опрошенных учащихся колледжа считают, что неправильно питаются.

В целом исследование показало, что большая часть опрошенных курсантов и учащихся далека от ЗОЖ. Скорее всего, это можно объяснить низким уровнем осознанности зависимости здоровья от поведения и образа жизни в целом. Учащиеся понимают необходимость быть здоровыми, но пока не связывают здоровье с личностной активностью по его поддержанию.

Выбор в пользу ЗОЖ требует высокого уровня понимания и заинтересованности. Необходимо продолжать работу, направленную на поддержание этой заинтересованности, на формирование мотивации на ЗОЖ:

- знание того, какие формы поведения способствуют нашему благополучию и почему;
- желание быть хозяином своей жизни — вера в то, что здоровое поведение в действительности даст положительные результаты;
- положительное отношение к жизни — взгляд на жизнь как на праздник, которым нужно наслаждаться;
- развитое чувство самоуважения, осознание того, что ты достоин наслаждаться всем самым лучшим, что может предложить жизнь.

#### Литература

1. Дубровский, В. И. Валеология. Здоровый образ жизни /В. И. Дубровский. – М. : Retorika – А : Флинта, 1999. – 560 с.
2. Билич, Г. Л. Основы валеологии / Г. Л. Билич, Л. Н. Назарова. – СПб. : Водолей, 1998. – 560 с.
3. Виленский, М. Я. Физическая культура и здоровый образ жизни студента : учеб. пособие для вузов / М. Я. Виленский, А. Г. Горшков. – 2-е изд., стер. – М. : КноРус, 2012. – 238, [1] с. – (Бакалавриат).
4. Артюнина, Г. П. Основы медицинских знаний и здорового образа жизни : учеб. пособие для вузов / Г. П. Артюнина ; Псков. гос. пед. ун-т им. С. М. Кирова. – М. : Мир : Академический проект, 2009. – 766 с. : ил.

**Атеросклероз – «Тихий убийца» 21 века**

**Кривенко О. Г.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии)

**Аннотация.** В статье представлены некоторые статистические данные, факторы риска развития атеросклероза, морфологические изменения, возможные клинические проявления заболевания, рекомендации по профилактике.

Около 60% взрослого населения России имеют повышение концентрации общего холестерина, у 20% данный уровень соответствует высокому риску развития сердечно – сосудистых заболеваний. Это означает, что 60% трудоспособного населения страны нуждаются в диетическом, и 15% – 20% в медикаментозном лечении. Атеросклеротическое поражение сосудов имеет место уже у лиц до 20 лет в 17% случаев, до 39 лет в 60% случаев, а в 50 лет и старше в 85% случаях. 85 % жителей нашей страны погибают от различных форм ишемической болезни сердца.

В возникновении атеросклероза играют роль: нарушения липидного обмена; наследственный генетический фактор; состояние сосудистой стенки.

Основной считают расстройство холестерина обмена.

Холестерин (ХС) – важнейший компонент жирового обмена. 80% ХС в организме – свободный холестерин, он входит в состав биологических мембран, где выполняет структурную роль. ХС содержится в крови в следующих формах: общий холестерин (ОХС), холестерин липопротеинов высокой плотности (ЛПВП), холестерин липопротеинов низкой плотности (ЛПНП).

Основную массу ХС сыворотки крови содержат ЛПНП (70%). Это основная форма транспорта холестерина от печени к периферическим тканям.

Афферентный путь к печени молекулы ХС осуществляют в составе ЛПВП.

Норма ОХС крови – 3,6-5,2 ммоль/л (рекомендованные значения – ≤ 5,2, пограничные – 5,2-6,5, повышенные ≥ 6,5 ммоль/л.). Для лучшего понимания результатов обследования необходимо знать показатели ЛПНП, ЛПВП, индекса атерогенности. В норме ЛПНП – ≤ 3,5 ммоль/л

(рекомендованные значения ниже 3,5, повышенные – с 3,5 до 4,0 ммоль/л, высокие –  $\geq 4,0$ ). Норма ЛПВП 0,9-1,9 ммоль/л (снижение с 0,9 до 0,78 в 3 раза повышает риск развития атеросклероза). Индекс атерогенности – низкий риск от 2,0 до 2,9, средний риск – от 3,0 до 4,9, высокий риск –  $\geq 5$ .

Причины увеличения концентрации ОХС – атеросклероз, ожирение, алкоголизм, гипотериоз, гипертоническая болезнь, ИБС, заболевания печени, почек, поджелудочной железы, злокачественные опухоли, сахарный диабет (самая частая причина вторичной гиперлипидемии), прием некоторых лекарственных препаратов и др.

Причины снижения концентрации ОХС – гипертиреоз, сепсис, острые инфекционные заболевания, хроническая сердечная недостаточность, диета, прием лекарственных препаратов (эстрагены) и др.

Начальные изменения в стенке артерий возникают в молодом возрасте и эволюционируют до фиброаденоматозных бляшек, которые обычно развиваются после 40 лет.

Различают три основные стадии формирования атеросклеротической бляшки (атерогенез): образование липидных пятен и полосок (липоидоз); образование фиброзной бляшки (липосклероз); формирование осложненной атеросклеротической бляшки.

Процесс начинается с повреждения эндотелия и проникновения в этот слой ЛПНП. Сюда мигрируют макрофаги, которые захватывают частицы ЛПНП. На данной стадии единственным признаком патологии являются желтоватые пятна и жировые полоски на внутренней поверхности стенки артерии – участки желтоватого цвета 1,0–1,5 мм. В настоящее время доказано, что липидные пятна появляются в артериях уже в первом полугодии жизни. У детей старшего возраста липоидоз становится более интенсивным. В 10 лет липидные пятна занимают около 10% поверхности аорты, а к 25 годам — от 30% до 50% поверхности. В венечных артериях липоидоз отмечен в 10–15 лет, в артериях мозга – с 35–45 лет. В течение многих лет внутри повреждений продолжают накапливаться ЛПНП. Мышечные клетки стенки артерий замещаются фибриллярным белком, коллагеном, стенка сосуда становится жесткой. Коллаген начинает откладываться поверх жировых полосок – формируются фиброзные бляшки. Эндотелий, покрывающий бляшки истончается, становится ломким, может повреждаться, создаются условия для проникновения крови внутрь бляшки, формируются тромбы.

В развитии и прогрессировании атеросклероза имеют значение модифицируемые и не модифицируемые факторы.

К первым относят:

1. Образ жизни: гиподинамия, злоупотребление жирной пищи, особенности личности – стрессовый тип характера, злоупотребление алкоголем, курение.

2. Артериальная гипертензия, артериальное давление 140/90мм.рт.ст. и выше.

3. Сахарный диабет, уровень глюкозы в крови натощак более 6 ммоль/л.

4. Гиперхолестеринемия.

5. Абдоминальное ожирение (объем талии мужчин более 102см и более 88см женщин).

К не модифицируемым факторам относят:

1. Возраст: мужчины старше 45лет, женщины старше 55 лет.

2. Мужской пол (мужчины на 10 лет раньше женщин заболевают атеросклерозом).

3. Ранний атеросклероз в семейном анамнезе. Семейные гиперхолестеринемии. Инфаркт миокарда, инсульт, внезапная смерть у ближайших родственников (до 55 лет мужчины и 65 лет женщины).

Атеросклеротический процесс обычно ведет к поражению нескольких сосудистых бассейнов. У пациентов, перенесших инсульт, вероятность развития инфаркта миокарда выше в 3 раза. Поражение периферических артерий увеличивает риск развития инфаркта миокарда в 4раза, инсульта в 3 раза.

В зависимости от локализации, атеросклероз является причиной:

- Ишемической болезни сердца (стенокардия, инфаркт миокарда, внезапная сердечная смерть, аритмии, сердечная недостаточность).

- Цереброваскулярных заболеваний (ишемический инсульт).

- Атеросклероза артерий нижних конечностей (перемежающая хромота, гангрена стоп и голеней).

- Атеросклероза аорты. Часто проявляется после 60 лет. При атеросклерозе грудного отдела аорты появляются интенсивные боли за грудиной, отдающие в шею, спину, верхнюю часть живота, усиливаются при физической нагрузке, на фоне стресса. Боль продолжается сутками. Могут появиться нарушения глотания, охриплость голоса,

головокружения, обморочные состояния. Для атеросклероза брюшного отдела аорты характерны боли в животе, вздутие живота, запоры. При атеросклеротическом поражении бифуркации аорты возможны импотенция, перемежающаяся хромота, похолодание нижних конечностей, язвы пальцев стоп. Грозным осложнением атеросклероза аорты является ее аневризма и разрыв аорты.

- Атеросклероза почечных артерий – проявляется стойким повышением артериального давления, изменениями в анализе мочи.

- Атеросклероза мезентериальных артерий (инфаркт кишечника) - проявляется резкими, жгучими, режущими болями в животе.

Для человека с повышенным уровнем холестерина крови, рекомендации достаточно простые: диетотерапия, физическая активность, отказ от вредных привычек.

Коррекция гиперхолестеринемии всегда начинается с рекомендаций по питанию – диета с низким содержанием жиров: регулярное потребление разнообразных овощей, фруктов; соотношение между насыщенными, моно и полиненасыщенными жирами должно составлять 1:1:1; умеренное потребление молочных продуктов; рыба и домашняя птица (без кожи); из мясных продуктов – «тощее» мясо, без прослойки жира; употребление не более 2-3 яиц в неделю (ограничивается употребление желтков); алкоголь (лучше красное сухое вино) употреблять с приемом пищи.

#### Литература

1. Климов, А. Н. Липиды, липопротеиды и атеросклероз / А. Н. Климов, Н. Г. Никульчева. – СПб. Питер-пресс, 1995 – 297 с.
2. Все о холестерине: национальный доклад / под. ред. Л. А. Бокерия, Р. Г. Оганова. – М. : Лига здоровья нации, 2010. – 180 с.
3. Клиническая биохимия / под ред. В. А. Ткачука. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М. : ГЭОТАР-МЕД, 2004. – 512 с.
4. Хиггинс, К. Расшифровка клинических лабораторных анализов / К. Хиггинс ; пер. с англ. В. Л. Эмануэль. – Изд. 2-е, испр. – М. : БИНОМ : Лаборатория знаний, 2006. – 376 с.
5. Ингерлейб, М. Б. Медицинские анализы: карманный справочник / М. Б. Ингерлейб. – Изд.4-е. – Ростов н/Д. : Феникс, 2013. – 224 с.

**Остеопороз: виды, факторы риска, диагностика**

**Кривенко О. Г.** (Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии)

**Аннотация.** В статье представлены некоторые статистические данные, возможные факторы риска в развитии заболевания, принципы диагностики и лечения остеопороза.

Проблема остеопороза актуальна, по значимости занимает четвертое место среди неинфекционных заболеваний – после сердечно-сосудистых, онкологической патологии и сахарного диабета.

Распространенность наиболее высока среди людей старшего и пожилого возраста. Примерно у 80% женщин в возрасте после 50 лет выявляются признаки остеопороза, у мужчин заболевание встречается реже. В стационарах Европы количество больных с остеопорозом после 45 лет превышает количество пациентов с инфарктом миокарда, сахарным диабетом. Переломы шейки бедра, связанные с остеопорозом, наряду с ИБС, раком матки, раком молочной железы приводят к гибели 25% больных и частичному выздоровлению в 25% случаев. При этом от 20% до 50% больных теряют способность к самообслуживанию, что имеет большое социальное значение. Риск преждевременной смерти вследствие перелома шейки бедренной кости у женщин в период менопаузы в четыре раза выше, чем от рака эндометрия.

Остеопороз – системное заболевание скелета, характеризующееся уменьшением костной массы и нарушением микроархитектоники костной ткани, ведущими к повышению хрупкости кости и появлению переломов.

Остеопороз может быть самостоятельным заболеванием – первичный остеопороз (постменопаузальный, старческий, идиопатический) или симптомом других патологий (вторичный остеопороз).

Риск развития остеопороза определяется величиной массы костной ткани, накопленной к 30-40 годам, и скоростью ее последующего снижения.

Факторы риска развития первичного (идиопатического) остеопороза:

I группа: Генетический фактор. Лица белокожей расы или азиатского происхождения. Низкорослость и малая масса тела (меньше 58 кг) особенно у женщин после менопаузы. Пожилой и старческий возраст. Костная компактная масса сохраняется до 40 лет. У мужчин ее убыль составляет 0,4% в г. и к 90 г. достигает 18.9%. У женщин с 50 до 80 лет ежегодная убыль кортикальной массы составляет 0,9-1,1% и к 90 г. достигает 32.4%. Потеря губчатого вещества начинается с 20-30 лет (1% в год) и к 70 годам составляет 35-40%. Женский пол (возраст 50 лет и старше). Грудное вскармливание более 6-8 месяцев. Количество беременностей более 3.

II группа: Малоподвижный образ жизни, курение.

III группа: Недостаточное поступление кальция с пищей (менее 1000 мг в сутки). Повышенное употребление с пищей белка, жиров, клетчатки. Употребление кофе более 5 чашек в день. Алкоголь.

Факторы риска развития вторичного остеопороза, обусловленные заболеваниями: анорексия. Токсический зоб. Болезнь и синдром Иценко-Кушинга. Акромегалия. Гипотиреоз. Инсулинзависимый сахарный диабет. Ревматоидный артрит. Анкилозирующий спондилоартрит. Гиперпаратиреоз. Заболевания желудочнокишечного тракта. Несовершенный остеогенез. Первичный билиарный цирроз печени. Болезни крови.

Факторы, обусловленные, длительным применением: тиреоидных гормонов; глюкокортикоидов, при лечении преднизолоном в суточной дозе 20 мг – потеря костной массы в поясничном отделе позвоночника составляет 3.5%; гепарина; противосудорожных средств (лечение более 8 недель); тетрациклинов; диуретиков; циклоспорина; антацидов.

III группа – факторы, обусловленные, длительной иммобилизацией.

Симптомы остеопороза: Боли в костях, особенно при переменах погоды, судороги в мышцах конечностей по ночам. Деформации конечностей. Изменения ногтей. Боли в спине. Нарушение подвижности позвоночного столба. Нарушение осанки. Уменьшение роста. Повышенная утомляемость, раннее появление седины, пародонтоз. Патологические переломы – самое распространенное осложнение.

Таблица 1. Диагностические процедуры при остеопорозе

Обязательные	Дополнительные
Анамнез и физический осмотр	Маркеры метаболизма костной ткани в сыворотке и моче.
Анализ крови (лейкоциты, СОЭ, уровень Са, альбумина, фосфатов, ЩФ, печеночных трансаминаз), анализ мочи.	ПТГ, тиреотропный гормон в сыворотке, маркеры злокачественных новообразований
Рентгенография поясничного и грудного отдела позвоночника	Гонадотропины и свободный кортизол в моче
Определение ПКТ	Стернальная пункция
Тестостерон и гонадотропин (у мужчин)	Биопсия крестцово-подвздошной кости для гистоморфометрии и анализа костного мозга

Таблица 2. Инструментальные методы диагностики при остеопорозе

Метод диагностики	Суть метода	Методика проведения и эффективность
Рентгенография	Позволяет судить о плотности костной ткани. Выполняется рентгенография костей рук, ног, позвоночного столба, таза, черепа.	Снимки в двух проекциях. При остеопорозе низкая информативность, выявляет потерю костной массы в пределах 25%.
Остеоденситометрия: синонимы: DEXA, рентгеновская денситометрия	Рентгенологическая методика. Оценивает интенсивность поглощения рентгеновских лучей. Автоматически рассчитывается плотность кости. Выявляются участки разрушения костной ткани.	Исследуют весь организм или отдельные его части. Метод – высокой точности и информативности. Показатели четко демонстрируют отличие ПКТ пациента от нормы. DEXA- стандарт диагностики при остеопорозе.
Двухэнергетическая рентгеновская денситометрия (абсорбциометрия)	Используются два рентгеновских луча. В зависимости от поглощения излучения оценивается плотность кости и насыщенность ее солями кальция.	Используются минимальные дозы радиации. Метод не позволяет изучать плотность мелких костей. Удастся выявить ежегодную потерю костной ткани до 2%.
Периферическая костная денситометрия	Разновидность DEXA Применяется компактный портативный аппарат, генерирующий минимальные дозы радиации.	Оценивает состояние мелких костей. Метод можно применять в кабинете врача. Применяется для скрининга и контроля эффективности лечения.

Лабораторные методы диагностики остеопороза:

- Показатели, помогающие оценить образование новой костной ткани (Остеокальцин, Кальцитонин, Костный фермент щелочной фосфатазы).

- Показатели, позволяющие оценить интенсивность распада костной ткани (Деоксипиридинолин – самый информативный маркер, характеризует процессы распада костной ткани, Его концентрация в крови прямо пропорциональна интенсивности распада костной ткани. С-концевые телопептиды – вещества образуются при распаде относительно старой костной ткани.).

- Показатели, позволяющие оценить состояние обмена веществ в костной ткани (Паратгормон, кальций, фосфор).

#### Медикаментозное лечение остеопороза

- Кальцитонин – аналог тиреокальцитонина. Повышает содержание кальция в крови и в костной ткани. Назначают вместе с препаратами кальция, витамина D.

- Аналоги витамина D – применяют для профилактики или лечения остеопороза. Улучшают всасывание ионов кальция и фосфора, усвоение кальция и фосфора костной тканью, замедляют выведение их из организма.

- Бифосфонаты показаны при остеопорозе: во время менопаузы, в результате длительного обездвижения, при онкологических и других тяжелых заболеваниях.

- Эстрогенные препараты – предотвращают вымывание кальция и фосфора.

- Анаболические стероиды – замедляют выведение фосфора с мочой, усиливают отложение кальция в костях, улучшают восстановительные процессы.

- Препараты кальция – возмещают недостаток минерала в организме.

- Фторид Натрия – предотвращает разрушение костной ткани, усиливает ее синтез.

#### Литература

2. Яблучанский, Н. И. Остеопороз. В помощь практическому врачу / Н. И. Яблучанский, Н. В. Лысенко. – Харьков : ХНУ, 2011 – 172 с.

3. Новик, А. А. Методология изучения качества жизни пациентов с остеопорозом / А. А. Новик, Т. И. Ионова, Е. Н. Цыган // Тезисы докладов III Съезда ревматологов России, 22-25 мая 2001 г., г. Рязань. – Рязань, 2001. – С. 80.
4. Дедов, И. И. Остеопороз: патогенез, диагностика, принципы профилактики и лечения : метод. рекомендации для врачей / И. И. Дедов, Е. И. Марова, Л. Я. Рожинская. – М. : [Б. и.], 1999. – 63 с.
5. Подзолкова, Н. М. Менопаузальный остеопороз / Н. М. Подзолкова, И. В. Кузнецова, Т. И. Никитина. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 64 с.

## **Аминокислотный состав речной и заводской молодежи атлантического лосося Кольского полуострова**

**Мишанина Л. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии)

**Abstract.** The aim of this work is study of biochemical constitution of young generation of *Salmo salar* of different rivers and from fish factory of Kola Peninsula, in particular, investigation of aminoacid composition of its muscular tissue. The study of aminoacids composition of tissues of animals allows to estimate the particularities of proteins metabolism and physiological state of organism.

Изучение аминокислотных спектров различных тканей животных позволяет в определенной степени оценивать особенности белкового обмена и физиологическое состояние организма.

Проанализирован аминокислотный состав мышечной ткани сеголеток атлантического лосося из рек Кольского полуострова (Пак, Печа, Западная Лица, Кола, Йоканьга, Поной, Умба) и с рыбоводных заводов Мурманской области – Кандалакшского экспериментального лососевого, Умбского рыбоводного и Тайбольского рыбоводного.

Мышечная ткань молодежи рек Кола и Умба и рыбоводных заводов отличается пониженным содержанием следующих незаменимых аминокислот для рыб: гистидина, изолейцина, валина и треонина по сравнению с мышечной тканью молодежи остальных рек. Это, вероятно, свидетельствует о разной кормовой базе исследуемых объектов. Известно, что в реках Кола и Умба количественный состав зоопланктона невелик [3, 4]. Полученные данные подтверждают факт длительного кормления молодежи лосося всех трех рыбоводных заводах кормом одинакового качественного состава.

Потребность рыб в любой из незаменимых аминокислот зависит от уровня других аминокислот в рационе. Недостаток аминокислот приводит к увеличению затрат корма на единицу прироста. При недостатке незаменимых аминокислот вступает в силу «закон минимума», согласно которому дефицит лишь одной незаменимой аминокислоты ограничивает

эффективность использования всего рациона, что приводит к снижению роста, повышенному жиरोобразованию, и в конечном итоге, увеличиваются затраты белка на единицу прироста рыб. При недостаточном количестве поступаемых с пищей незаменимых аминокислот в течение первых двух недель у рыб наблюдается снижение аппетита, приостановка роста [2].

Недостаточное содержание валина и изолейцина способствует изменению осморегуляции у рыб. Уменьшение содержания треонина ведет к нарушению нормального процесса превращения белков, жиров и углеводов [1]. 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 сеголеток [1]. Можно предположить, что недостаток этих незаменимых аминокислот приведет к нарушению метаболизма у заводской молоди атлантического лосося и из рек Кола и Умба.

Провели сравнение содержания незаменимых аминокислот в белке мышечной ткани молоди лосося из исследуемых рек и с рыбоводных заводов с содержанием аминокислот в эталонном белке [5].

Для молоди из рек Печа, Пак, Западная Лица, Йоканьга, Поной спектр незаменимых аминокислот близок к таковому эталонного белка. У заводской молоди и из рек Кола и Умба уровень валина, треонина и изолейцина гораздо ниже, чем в эталонном белке.

Возможно, сеголетки из двух этих рек были выпущены с рыбоводных заводов, так как их аминокислотный состав имеет существенное сходство с таковым заводской молоди. Таким образом, аминокислотный состав можно считать индикатором происхождения сеголеток, а именно, молоди естественного и искусственного воспроизводства.

## Литература

1. Анисимов, А.А., Леонтьева, И.Ф. Основы биохимии : учебник для студ. биол. спец. ун-тов. – М. : Высш. шк., 1986. – 551 с.

2. Гамыгин, Е.А. Кормление лососевых рыб в индустриальной аквакультуре : Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М., 1996. – 77 с.
3. Зубченко, А. В. Лососевые реки Кольского полуострова. Река Кола / А. В. Зубченко, С. И. Долотов, С. С. Крылова, Л. В. Лазарева. – Мурманск : ПИНРО, 2003. – 66 с.
4. Зубченко, А.В. Особенности воспроизводства атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в реке Умба (Кольский полуостров) / А.В. Зубченко, С.М. Калюжин, А.Е. Веселов, М.Ю. Алексеев, В.В. Красовский, В.В. Балашов, Л.В. Аликов. – Петрозаводск : Институт биологии КарНЦ РАН, 2007. – 163 с.
5. FAO/WHO conference on food standarts, chemical in food traide. – Rome, 1991. – Vol.1. – 490 p.

## **Использование метода полимеразной цепной реакции в диагностике инфекционных заболеваний**

**Мишанина Л. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии)

**Abstract.** Polymerase chain reaction is used in research, industry, medicine, where it became quite popular. The using of PCR is most effective for detecting hard cultured in vitro microbial atypical forms of bacteria. It also includes intracellular parasites and microorganisms capable of long persist in the host organism.

В настоящее время метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) используется в научных исследованиях, промышленности, медицине, где стал довольно востребованным.

ПЦР – экспериментальный метод молекулярной биологии, способ значительного увеличения малых концентраций определённых фрагментов нуклеиновой кислоты в биологическом материале. Этот метод представляет собой многократное увеличение числа копий (амплификация) специфического участка ДНК, катализируемое ферментом ДНК-полимеразой. Каждый цикл амплификации включает три этапа, протекающих в различных температурных режимах: денатурация ДНК, присоединение праймеров (отжиг) и достраивание цепей ДНК [2].

В основе метода ПЦР как инструмента лабораторной диагностики инфекционных заболеваний лежит обнаружение небольшого фрагмента ДНК возбудителя, специфичного только для данного микроорганизма, с использованием полимеразной цепной реакции для накопления искомого фрагмента. Методика проведения анализа с использованием ПЦР включает три стадии: выделение нуклеиновой кислоты из клинического образца, амплификация специфических фрагментов ДНК и детекция продуктов амплификации.

Наиболее эффективным служит применение ПЦР для обнаружения трудно культивируемых в лабораторных условиях микроорганизмов, атипичных форм бактерий. К ним также относятся внутриклеточные паразиты и микроорганизмы, способные длительно персистировать в организме хозяина. Высокоспецифичная, чувствительная и быстрая диагностика многих тяжелых заболеваний способствует не только их

эффективному лечению, но и предотвращению распространения инфекции.

Метод применяют в урогинекологической практике – для выявления хламидиоза, уреаплазмоза, гонореи, герпеса, гарднереллеза, микоплазменной инфекции; в пульмонологии – для дифференциальной диагностики вирусных и бактериальных пневмоний, туберкулеза; в гастроэнтерологии – для выявления геликобактериоза; в клинике инфекционных заболеваний в качестве экспресс-метода диагностики сальмонеллеза, дифтерии, вирусных гепатитов, ВИЧ [1].

Необходимо отметить преимущества ПЦР-анализа перед другими методами лабораторной диагностики инфекционных заболеваний. Для метода ПЦР характерна высокая специфичность, которая задается нуклеотидной последовательностью праймеров. Высокая чувствительность ПЦР-анализа позволяет выявлять даже единичные клетки бактерий или вирусов. Для этого метода характерны быстрота получения результатов и универсальность процедуры проведения реакции. Полимеразная цепная реакция в настоящее время является наиболее совершенным диагностическим методом молекулярной биологии, молекулярной генетики и клинической лабораторной диагностики, позволяющим выявлять в тканях и биологических жидкостях организма единичные клетки возбудителей многих инфекционных заболеваний.

Необходимо помнить, что получение положительного результата методом ПЦР-диагностики само по себе не является основанием для постановки диагноза заболевания. Поэтому врачу-клиницисту необходимо четко различать понятия «состояние инфицированности» и «диагноз инфекционная болезнь».

#### Литература

1. Полимеразная цепная реакция и ее применение для диагностики в дерматовенерологии / Под ред. А.А. Воробьева. – М. : Медицинское информационное агентство, 2004. – 72 с.
2. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / ред. К. Уилсон, Дж. Уолкер ; пер. с англ. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 848 с., ил.

## Биохимические исследования мышечной ткани форели

**Овчинникова С. И., Михнюк О. В., Шашкова Е. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии).

**Аннотация.** Одним из актуальных направлений исследования прибрежных экосистем Баренцева моря является биохимический анализ тканей гидробионтов, а также изучение физиолого-биохимических механизмов адаптации рыб к экологическим условиям обитания.

**Abstract.** The important component of biological monitoring of water ecosystems of North Basin is the biochemical analysis of tissues of fishes. The actual contemporary problem is the question of biological diversity of sea and freshwater ecosystems of Kola North.

**Ключевые слова:** аквакультура, биохимия.

**Keywords:** aquaculture, biochemistry.

Актуальность данных исследований состоит в решении проблемы сохранения и расширения биоразнообразия морских прибрежных экосистем Баренцева моря. Для решения данной проблемы особый интерес представляет биохимический анализ тканей ценных промысловых рыб, таких, как рыбы семейства Лососевые. Для достижения эффективных результатов необходимо всесторонне изучить вопросы биологии, физиологии, биохимии данных рыб, метаболизм. Характерным критерием оценки физиологического состояния рыб является анализ химического состава тканей.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые проведено сравнительное изучение динамик содержания жира, каротиноидов, значений химических показателей качества жиров морской и пресноводной культивируемой форели радужной.

В данной работе выявлены особенности липидного состава морской и пресноводной культивируемой форели радужной, как одного из представителей морских прибрежных экосистем Баренцева моря.

Определение химического состава тканей проводили с использованием стандартных методов биохимического анализа. Извлечение липидов из мышечной ткани и печени осуществляли методом Блайя – Дайера. Фракционный состав липидов определяли методом одномерной тонкослойной хроматографии.

Был проведен биохимический анализ содержания жира в тканях форели радужной (семейство Лососевые) морской и пресноводной, культивируемой в условиях искусственного воспроизводства. Проведена сравнительная характеристика липидного состава тканей морской и пресноводной культивируемой форели радужной. В результате были выделены следующие группы липидов: диацилглицерины, триацилглицерины, стеринны (холестерин), эфиры стериннов, фосфолипиды, а также определено общее количество свободных жирных кислот.

Исследована динамика содержания каротиноидов в образцах мышечной ткани речной и морской форели в процессе хранения при низкой температуре в течение шести месяцев.

Проанализирована динамика значений кислотного, пероксидного, йодного, эфирного чисел и числа омыления.

Полученные результаты в перспективе могут лечь в основу новых исследовательских работ, дальнейшей разработки практических рекомендаций для специалистов, занимающихся проблемами культивирования рыб семейства Лососевые, помочь в решении вопросов повышения их пищевой ценности.

## Разум в сохранении здоровья

**Савоткин Н. А.** (*г. Кировск, Почетный работник образования, учитель и руководитель учреждений образования Высших категорий, Учитель-методист*)

**Аннотация.** В статье рассмотрены некоторые вопросы интеллектуального управления здоровьем. Дано определение психики.

**Abstract.** In the article some questions of intellectual health management is consider. The definition of the psyche is given.

**Ключевые слова:** психика, мысленное проектирование, сон.

**Key words:** the psyche, the mental design, the sleep.

Развитие жизни на Земле определялось условиями и естественным отбором. Вопреки дарвиновской теории естественный отбор с какого-то момента от соревнования особей, видов перешел к сочетанию конкуренции и взаимной пользы – к симбиозной организации жизни. С появлением нервной системы процесс ускорился качественно. Образовалась Биосистема Земли, управляемая единым электромагнитным полем, равным сумме полей нервных и других процессов в организмах. Образовалась единая круговая трофическая цепь. От первоначального химического управления осуществился переход к управлению через нервную систему. От принятия решения на основании переданного сигнала она перешла к сочетанию точных и вероятностных решений, затем к появлению в ней прогнозирующих систем. Уже на втором этапе появилась необходимость осознания, выделения себя из окружающего мира – психики. Все процессы в организме сопровождаются электромагнитными, поэтому в пространстве появляется отображение организма и процессов в нем в виде электромагнитного поля. появилась психика – виртуальная копия организма, материально существующая в виде суммарного электромагнитного поля организма и процессов в нем.

Высшая степень осознания по мере перехода к высшим животным становится сознанием. животные обретают душу – психику, обладающую сознанием. психика по свойству электромагнитного поля непрерывно излучается. сумма этих полей особей образует психику вида, популяции, биосистемы. со смертью и психика, и душа уходят в окружающее

пространство со скоростью света. они одновременно и существуют, и исчезают.

Так как психика является электромагнитным полем, то на него можно воздействовать внешними полями как технического происхождения, так и живого мира. По психофизиологическому закону ощущения – логарифмическая функция воздействия, следовательно, воздействие на психику приводит к экспоненциальным изменениям в организме, в его здоровье.

Более 90 % своих возможностей мозг тратит на управление гомеостазом, до 10 % – на интеллект. От развитости мозга зависит качество управления процессами – здоровье. Мощность мозга человека и его интеллектуальной деятельности таковы, что разумом человек может управлять мозгом и через него не только поведением, но и здоровьем. Только разумом Дикуль смог восстановить себя после травмы позвоночника.

Безопасность жизни эквивалентна сохранению здоровья в деятельности, питании, дыхании. Безопасность в деятельности зависит от степени владения телом и моторики мелких движений, от тренированности. Тренированность можно получить многократными повторениями упражнений. При этом, если произошла ошибка, то она часто остается в мышечной памяти – уходит в подсознание – и с большой вероятностью может проявиться в любой момент. Можно физические упражнения предварять интеллектуальными. При них ошибка не уходит в подсознание, выполнять интеллектуальные упражнения можно на уровне высших достижений, деятельности мастеров своего дела.

При всяком движении посылается сигнал в мозг. Каждая мысль сопровождается импульсом в соответствующий орган, мышцу. Мысленно проделанное упражнение сопровождается повторением их телом и запечатлением выполненного. Тогда даже при первом физическом выполнении упражнения возможно безошибочное исполнение даже сверхсложных движений. Безопасное выполнение действия, выглядящих как чудеса. Для доказательства этих утверждений автор в 40 лет выполнил хождение босыми ногами по горящим углям; в 42 года в 28 градусный мороз высушил простыню на голом теле. Для доказательства возможности и эффективности мысленного проектирования и затем безошибочного выполнения даже сложнейших и опаснейших упражнений автор, ни до, ни

после не занимавшийся фристайлом, в 76 лет выполнил на высшем уровне акробатический прыжок на лыжах – заднее сальто прогнувшись. Первый и единственный раз в жизни.

Сила сокращения мышц зависит главным образом от величины нервных импульсов в нее: «служба безопасности мозга» позволяет использовать лишь тридцатую часть возможностей. Величина нервных импульсов может увеличиваться как физической работой, упражнениями, так и интенсивной интеллектуальной деятельностью. Пример, изометрическая гимнастика.

От образа жизни и создаваемой человеком условий среды зависят три четверти его здоровья. В отношении режима человеком делается все, чтобы образ жизни как можно больше вредил его здоровью. Для доказательства оцените разумность распределения деятельности, отдыха, сна, сопоставив их с распределением возможностей, напряженностью организма в течение суток (рисунок 1).

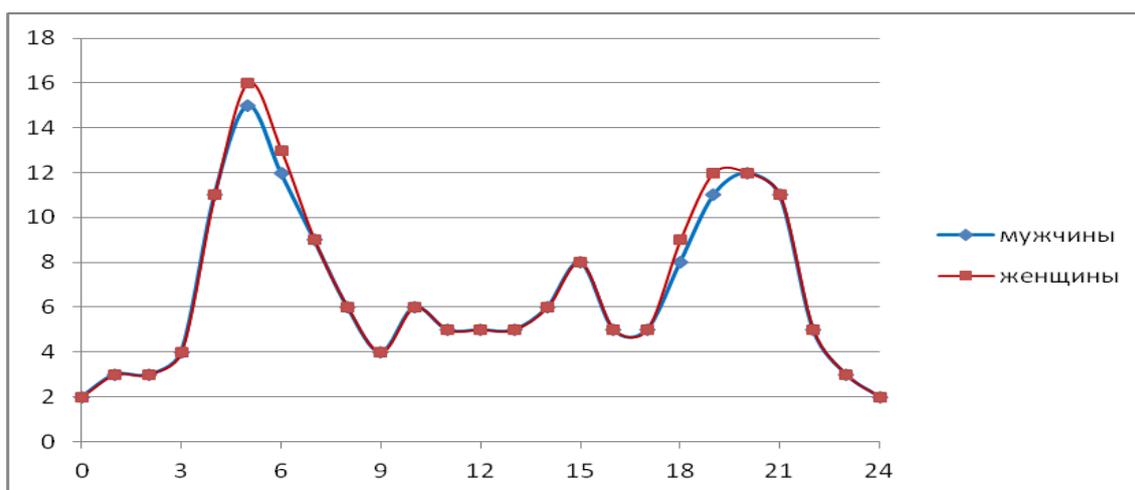


Рис. 1. Изменение напряженности организма человека. Время местное

То, что у взрослых безобразный образ жизни, – их дело. Но организация режима детей в соответствии с интересами взрослых – преступна по отношению к их здоровью: ни один возраст не может с учетом особенностей развивающегося организма распределить время школьное, домашней работы, общения семейного и вне ее, сна, занятий по интересам и многое другое. Ребенок не имеет свободного времени, в котором как раз больше всего нуждается растущий организм для развития творческих, интеллектуальных способностей. Годовое распределение

учебы, каникул исключает непрерывность развития как физического, так и умственного. В этом главная причина неудач тридцатилетних попыток ввести пятидневное обучение в школе. Автору же удалось, учитывая вышесказанное и законы психологии, организации учебного процесса и развития человека, доказать необходимость и эффективность введения пятидневки в школе. В 1992-1995 годах при организованном им пятидневном обучении в г. Кировске Мурманской области не только улучшились все учебные и другие показатели, но и все три года эксперимента пропуски по болезни сократились на 30-40 % в сравнении с 1990 годом. Практически перестали болеть учителя и техперсонал (кроме хроников).

Нарушения оптимальности режима влияют на качество сна, в нарушении его качества можно найти причины большинства отклонений в здоровье. В рекомендациях же по его организации больше злого умысла умолчания, нежели присутствия разума и знаний. Для взрослых рекомендуемая длительность сна 8 часов не соответствует его природе: сон состоит из полуторачасовых периодов и его длительность должна быть кратна 1.5 часам. Сон взрослых должен быть 7.5 или 9 часов, минимум 1.5 часа. Следующий момент, не учитываемый в рекомендациях: у женщин длительность всех фаз сна несколько больше, поэтому их сон должен длиться больше. Игнорирование только этих двух особенностей сна приводит к очень серьезным последствиям, особенно для женщин. Каких – каждый хорошо знает. Не учитывается замедление биологического времени в зависимости от освещенности. Качество сна в зависимости спектра света перед и после сна, использования периодов наиболее глубокого и полного сна. Предупреждение: сон должен заканчиваться по окончании быстрой фазы, ... Все особенно важно для женщин.

Психика человека открыта внешнему и внутреннему воздействию. Через нее можно управлять и поведением, и здоровьем человека, минуя его разум. Защитные механизмы, выработанные эволюцией, легко обойти, зная законы работы мозга. Обобщенно эти законы выражены в законах психологии, например, в законах психологического заражения, гипноза. Человек в поведении перестает быть разумным.

## Обзор состояния водных объектов бассейна Кольского залива по гидрохимическим показателям

**Широкая Т. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии)

**Abstract.** The characteristic of an ecological condition of aquatic ecosystem of pool of Kola bay in conditions of anthropogenous pollution on the basis of the carried out hydrochemical researches are presented in this article. The data of changing of content of nitrite, nitrate, ammonium nitrogen, phosphates, sulphates, silicon, iron, copper, beryllium, lead, chromium, nickel, manganese, are discussed.

Целью данной работы была оценка экологического состояния водных объектов бассейна Кольского залива в условиях антропогенного загрязнения на основе их гидрохимической характеристики.

Находясь в черте города, водоемы испытывают значительные нагрузки, которые в первую очередь влияют на качество воды в них. В поверхностные воды поступают загрязненные промышленные, хозяйственно-бытовые и ливневые сточные воды. Значительный вклад в загрязнение бассейна залива вносят предприятия жилищно-коммунального комплекса (ГОУП «Мурманскводоканал»), автотранспорта, сельского хозяйства (совхозы "Мурманск", "Пригородный", "Тулома", птицефабрика "Мурманская") [4].

В данной работе на основе гидрохимических исследований анализировали экологическое состояние следующих пресных водоемов: ручей Варничный, озера – Семеновское, Ледовое и Питьевое, река Роста, а также река Кола.

Пробы воды, отобранные для гидрохимических исследований в период с 2001 по 2010 гг., анализировали на следующие показатели: активная реакция среды (рН), растворенный кислород, общая жесткость, аммонийный азот, нитратный азот, нитритный азот, фосфаты, кремний, сульфаты, тяжелые металлы (железо, медь, бериллий, свинец, хром, никель, марганец).

Определение химических ингредиентов в воде проводили с использованием спектрофотометра Portable Datalogging Spectrophotometer Nach DR/2010 (Финляндия) и реактивов фирмы Nach, фотоэлектроколориметра КФК-3 по стандартным методикам. Определение

растворенного кислорода осуществляли методом Винклера [1], [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 Зееман АФА».

Согласно проведенным гидрохимическим исследованиям пресных водных объектов, концентрация кислорода, величина рН и общей жесткости в воде всех обследованных объектов соответствовала существующим нормативным требованиям. Однако наиболее низкие абсолютные величины концентрации кислорода, отмечены в пробах воды Ледового озера, ручья Варничного и р.Роста. Данные объекты также характеризуются более высокой жесткостью по сравнению с другими водоемами [5].

Относительно концентраций биогенных элементов отмечено, что исследованные объекты характеризуются повышенным содержанием фосфатов (2–7 ПДК), аммонийного азота – (1–17 ПДК), за исключением озера Семеновского, где величина показателя приближалась к предельно допустимой; нитритов (2–3 ПДК) для озера Ледового, ручья Варничного и р.Росты) [2]. Содержание нитратов, кремнекислоты и сульфатов во всех исследованных точках озерной системы города Мурманска не превышало предельно допустимого уровня; наибольшими концентрациями по сравнению с другими водоемами относительно нитратного азота и сульфатов характеризуются озеро Ледовое и ручей Варничный.

В воде исследованных водоемов выявлено превышение предельно допустимого уровня содержания металлов: железо – превышение ПДК выявлено для всех водоемов (2–10 ПДК), бериллий – превышение ПДК выявлено озера Ледового (2 ПДК) и ручья Варничного (уровень ПДК), свинец – уровень ПДК отмечен для озера Ледового и ручья Варничного, медь – превышение ПДК отмечено для всех исследованных объектов (5–12 ПДК); марганец – превышение ПДК отмечено для всех исследованных объектов (2–18 ПДК); никель – превышение ПДК в 2–3 раза отмечено для ручья Варничного и р.Росты. Относительно содержания тяжелых металлов, отмечено, что только концентрация хрома не превышает предельно допустимого уровня ни в одном из объектов; наибольшими

концентрациями по сравнению с другими водоемами отличается ручей Варничный.

В результате проведенных нами исследований пресных водоемов города, относящихся к бассейну Кольского залива, было установлено, что наибольшей антропогенной нагрузке подвергаются следующие водоемы: ручей Варничный (загрязненность по комплексу ингредиентов, с высоким уровнем загрязнения по нескольким веществам и показателям качества воды – по жесткости, содержанию кислорода, хрома, превышение ПДК по содержанию нитритного и аммонийного азота, фосфатов, марганца, железа, никеля, бериллия, меди, свинца), р.Роста (загрязненность по нескольким ингредиентам и показателям качества воды) и озеро Ледовое (загрязненность воды по нескольким ингредиентам – по жесткости, содержанию кислорода, никеля, превышение ПДК по содержанию нитритного и аммонийного азота, фосфатов, марганца, железа, бериллия, меди, свинца). Для данных объектов за период 2001–2010 гг. отмечено увеличение средней концентрации большинства определяемых показателей.

Отмечено, что в данных водоемах высокий уровень загрязнения воды сохраняется в течение всего года и объясняется их невысокой разбавляющей способностью, а также постоянным поступлением загрязненных ливневых и сточных вод. Ручей Варничный протекает через центральную часть города, собирая по пути загрязненные ливневые воды с территорий, дорог и гаражей, строительных площадок, а также сточные воды Мурманской ТЭЦ и других мелких предприятий города. В озеро Ледовое поступают загрязненные стоки расположенных на его берегах автотранспортных предприятий г.Мурманска. Основные источники загрязнения р.Росты – ОАО «Мурманский комбинат хлебопродуктов», ГОУТП «Тэкос», ОАО «Завод ТО ТБО», Мурманская ТЭЦ и ряд других мелких предприятий города. Полученные данные согласуются с данными Управления природных ресурсов по Мурманской области [4].

Загрязняющие вещества со стоками водных объектов бассейна поступают в Кольский залив Баренцева моря, оказывая существенное влияние на его экологическое состояние.

#### Литература

1. Новиков, Ю. В. Методы исследований качества воды водоемов / Ю. В. Новиков, К. О. Ласточкина, З. Н. Болдина. – М. : Медицина, 1990. – 400 с.
2. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней вредных веществ для воды рыбохозяйственных

водоемов / Ком. РФ по рыболовству ; сост. С. Н. Анисова [и др.]. – М. : Мединор, 1995. – 220 с.

3. Руководство по химическому анализу морских вод. – Л. : Гидрометеиздат, 1993. – 263 с.

4. Состояние природной среды и проблемы экологии на Кольском полуострове в 1999 г. : доклад Гос. ком. по охране окруж. среды Мурман. обл. / Гос. ком. РФ по охране окр. среды. – Мурманск : 1998–2008.

5. Широкая, Т. А. Гидрохимические исследования бассейна Кольского залива / Т. А. Широкая, С. И. Овчинникова ; под. ред. С. И. Овчинниковой. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2011. – 182 с.

## **Анализ зависимости активности ферментного препарата гепатопанкреаса камчатского краба от температуры среды и времени инкубации**

**Шкуратова Е. Б.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии)

**Аннотация.** Приведены данные о зависимости активности ферментного препарата гепатопанкреаса камчатского краба от температуры среды и времени инкубации. Определено, что при длительной инкубации в течение фиксированного времени, но при различных температурах ФПГКК способен преобразовать большее количество субстрата при температуре значительно отличающейся от температурного оптимума данного ФП.

Скорость ферментативных реакций, как и всяких других, зависит от температуры: при повышении температуры на каждые 10 °С скорость увеличивается примерно вдвое (правило Вант-Гоффа). Однако для ферментативных реакций это правило справедливо лишь в области низких температур – до 50-60 °С. При более высоких температурах ускоряется денатурация фермента, что означает уменьшение его количества; соответственно снижается и скорость данной реакции.

По мере увеличения времени инкубации скорость реакции также снижается, что может происходить вследствие уменьшения концентрации субстрата, увеличения скорости обратной реакции, ингибирования фермента продуктом реакции, денатурации фермента.

Для каждого фермента существует, так называемый, «температурный оптимум», т.е. температура (диапазон температур), при которой он проявляет максимальную каталитическую активность. Данная функция плотно связана с временем инкубации.

При проведении исследования использовался ферментный препарат из гепатопанкреаса камчатского краба (ФПГКК), разбавленный в 2000 раз. В качестве субстрата был использован 1% раствор гемоглобина. Термостатирование проводилось при температуре 5-70 °С.

В ходе анализа полученных данных было определено, что за одинаковое время инкубации (24 часа) ФПГКК способен преобразовать большее количество субстрата при температуре (20 °С), значительно отличающейся от температурного оптимума данного фермента (50-55 °С). В то же время установлено, что в течение 30 минут при температуре 60 °С

нданный ФП гидролизует значительно большее количество субстрата, чем при 10 °С. Подобные данные были получены для всех температур, изучаемого диапазона.

Полученные данные не укладываются в рамки современного понимания термина «температурный оптимум», поскольку данный оптимум определяется только при определенном времени инкубации.

#### Литература

1. Барнард Е. Сравнительная биохимия и физиология пищеварения // под ред. Проссера Л. Сравнительная физиология животных в 3-х т.: – М.: Мир, 1977.- Т. 1.-С. 285-348.
2. Мухин В.А. Протеолитические ферменты в тканях некоторых морских беспозвоночных: Автореф. дисс.... канд. биол. наук.- М., 1998.- 26 с.
3. Мухин В.А., Смирнова Е.Б. Особенности пищеварительной функции протеиназ беспозвоночных – обитателей холодных морей // Журнал эволюционной биохимии и физиологии – 2007. – Т. 43, № 5. – С. 398-403
4. Мухин В.А., Смирнова Е.Б., Мазо В.К. Использование ферментов из гепатопанкреаса камчатского краба для получения белковых гидролизатов коровьего молока //Хранение и переработка сельхозсырья – 2011. – №2. – С.37-39
5. Мосолов В.В. Протеолитические ферменты.- М.:Наука, 1971.- 413с.
6. Филиппович Ю.А. Основы биохимии. – М.: Высшю шк., 1985.
7. Barrett A.J. Lysosomal acid proteinase of rabbit liver // Biochem. J.- 1971.- Vol. 104.- P. 601.
8. Brun G.L., Wojtowicz M.B. A comparative study of the digestive enzymes in the hepatopancreas of jonah crab *Cancer borealis* and rock crab *Cancer irroratus* // Comp. Biochem. Physiol.- 1976.- Vol. 53 B.- P. 387-391.
9. Bohley P. Introcellular proteolysis // Hydrolitic enzymes. Biomedical divison.- 1987.- P. 307.
10. Okada S., Aikawa T. Cathepsin D -like acid proteinase in the mantle of the marine mussel *Mytilus edulis* // Comp. Biochem. Physiol.- 1986.- Vol. 84 B.- P. 333-341.
11. Purification and some properties of elastase from hepatopancreas of king crab *Paralithodes camtschatica* / Sacharov I.Yu., Dzunkovskaya A.V., Artyukov A.A., Zakharova N.N. // Comp. Biochem. Physiol.- 1993.- Vol.106 B, No. 3.- P.681-684.

## **Распространенность внутриутробных инфекций среди беременных женщин города Мурманска**

**Янина А. М.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии*)

Целью работы было исследование иммунологической структуры и частоты встречаемости острых форм инфекций TORCH-комплекса среди беременных женщин г. Мурманска в 2008, 2010 и 2011 годах. В связи с этим необходимо было сравнить уровень встречаемости Ig классов G и M в сыворотке крови беременных женщин, так же изучить распространенность случаев первичной, хронической или перенесенной форм инфекций комплекса TORCH.

ВУИ являются причиной широкого спектра патологии: инфекционных заболеваний плода, мертворождений, пороков развития плода, плацентарной недостаточности, синдрома невынашивания беременности. Вызвать данные инфекции способны самые различные возбудители – многочисленные вирусы, простейшие, грибы, бактерии, внутриклеточные паразиты (хламидии), моликуты (микроорганизмы, лишенные клеточной стенки). Хотя количество инфекционных заболеваний, способных к вертикальной передаче, практически не ограничено, для беременных наибольшую опасность представляет группа TORCH-инфекций.[3]. Исследования проводились в лаборатории клинической иммунологии и диагностики СПИД Мурманской областной клинической больницы им. П.А. Баяндина (МОКБ) и областном центре специализированной медицинской помощи. В данной работе была проведена характеристика содержания антител классов M и G в сыворотке крови беременных женщин к пяти инфекциям, входящих в группу TORCH-комплекса: токсоплазма, цитомегаловирусной инфекции, хламидиоза, вирусу простого герпеса, вирусу краснухи и проведен сравнительный анализ данных для двух возрастных групп: 18 – 25 лет и старше 26 лет за 2008, 2010 и 2011 года.

Были рассчитаны интенсивные относительные статистические показатели по частоте выявляемости в сыворотке беременных женщин иммуноглобулинов типа G (рис 1,2,3). Отмечено, что в 2008 году у женщин до 25 лет антитела типа G к краснухе обнаруживались чаще, чем к

другим возбудителям внутриутробных инфекций (62,90 %), а для беременных после 25 лет по частоте выявляемости первое место занимали антитела к вирусу простого герпеса (69,95 %). Для цитомегаловирусной инфекции в отличие от ВПГ и краснухи в первой возрастной группе на 19,18 % меньше беременных, имеющих иммунитет к данной инфекции. За 2010 год прослеживается динамика распределения антител класса G для двух возрастных групп схожая с 2008 годом. Но только в 2010 году число беременных с наличием в крови IgG против краснухи и ВПГ приблизительно одинаково в процентном соотношении (для ВПГ несколько больше). Наиболее низкое содержание IgG в сыворотке крови для двух возрастных групп для 2008 и 2010 годов наблюдается против хламидиоза и токсоплазмоза. Возможно, это связано с тем, что не все женщины, заразившиеся во время беременности, имеют симптомы острого заболевания токсоплазмозом, а только одна из десяти. [2]. По данным за 2011 год динамика распределения антител класса G для двух возрастных групп схожа с 2008 и 2010 годом (рис. 3). Но в 2011 году число беременных с наличием в крови IgG против краснухи и ВПГ приблизительно одинаково в процентном соотношении (69,14 % и 64,44 % соответственно). Против краснухи у большинства матерей после 25 лет сформирован иммунитет, т.к. процент беременных в сыворотке крови которых IgG обнаружен колеблется от 62,72 % до 69,14 %.

Таким образом, серологический анализ содержания в сыворотке крови антител к инфекциям TORCH-комплекса у беременных женщин за 2008, 2010 и 2011 годы показал, что для обеих возрастных групп (18 – 25 лет и старше 26 лет) характерна стабильность в отношении иммунитета краснухи.

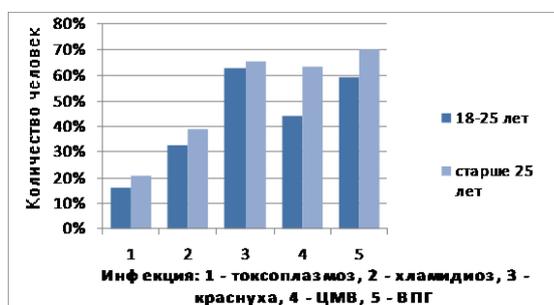


Рис.1. Частота выявления антител классов G к TORCH-инфекциям в сыворотке крови беременных женщин в 2008 году.

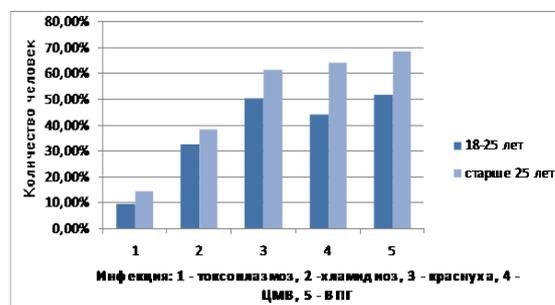


Рис.2. Частота выявления антител классов G к TORCH-инфекциям в сыворотке крови беременных женщин в 2010 году.

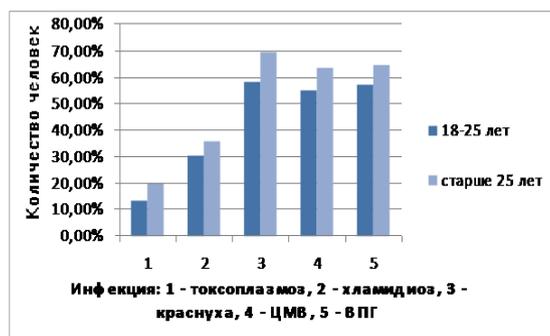


Рис.3. Частота выявления антител классов G к TORCH-инфекциям в сыворотке крови беременных женщин в 2011 году.

Носителями вируса простого герпеса и цитомегаловируса являлись в среднем 60 % беременных женщин. Антитела к токсоплазмам и хламидиям, выявлялись в 19,54 – 39,05 % случаев.

Иммуноструктура – эпидемиологический критерий, характеризующий состояние иммунитета к группе внутриутробных инфекции в популяции беременных женщин и выражается как доля лиц с антителами к возбудителям. Были рассчитаны экстенсивные статистические показатели, как доля выявления антител к каждому отдельному возбудителю TORCH-инфекции ко всем положительным результатам (рис. 4). Изучение иммуноструктуры беременных женщин за три года (2008, 2010, 2011) показало, что она не имела значительного смещения иммунной прослойки в сторону старших или младших возрастных групп беременных женщин.

Из представленных гистограмм прослеживается высокий процент беременных, в крови которых обнаруживались IgG к инфекциям комплекса TORCH: ВПГ (27 %), ЦМВ (25 %), что указывает на наличие перенесенной или хронической форм инфекций. Самой распространенной инфекцией TORCH-комплекса является ВПГ, который характеризуется высоким риском заражения плода во время родов. [1].

ЦМВИ также занимает одно из первых мест по абсолютному количеству случаев внутриутробных инфекций. Ввиду широкого глобального распространения, о чем свидетельствует рис.4, ЦМВИ называют инфекцией современной цивилизации. Частота врожденной ЦМВИ составляет 1 – 2 %, цитомегаловирусная болезнь регистрируется у 10 – 20 % из общего количества детей с внутриутробной инфекцией.

Высокий процент выявления антител к вирусу краснухи (27 %) свидетельствует о поствакцинальном иммунитете. Краснуха занимает ведущее место по риску развития ВУИ и врожденных пороков при заражении беременных в первом триместре.

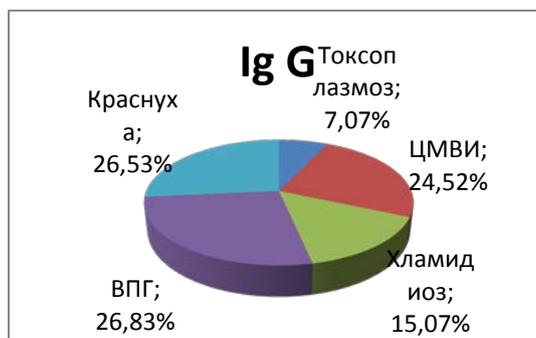


Рис.4. Иммуноструктура беременных к TORCH-инфекциям за 2008, 2010 и 2011 годы.

Обнаружение специфических антител класса IgM однозначно указывает на инфицированность. IgM – это класс иммуноглобулинов, обеспечивающий первичный иммунный ответ. Сравнительный анализ выявления IgM в сыворотке крови беременных женщин к инфекциям TORCH комплекс за 2008 год, 2010 год и за 2011 год (рис. 5,6,7).

Анализ данных серологического скрининга заболеваемости за 2008 год во второй возрастной группе показал, что количество беременных женщин, заболевших токсоплазмозом, хламидиозом и вирусом простого герпеса в 2 – 4 раза больше, нежели в первой возрастной группе, в отличие от ЦМВИ и тем более краснухи, для которых число заболевших из обеих групп различалось незначительно. Частота встречаемости острых форм внутриутробных инфекций в 2010 году среди беременных женщин в целом находилась на том же уровне по всем показателям, что и в 2008 году. В 2008 и 2011 годах было зафиксировано 8 и 18 случаев заболевания краснухой соответственно. На втором месте после краснухи по наименьшему проценту заболеваемости следует выделить токсоплазмоз.

Установлено, что в 2011 году было зафиксировано 8 случаев инфицирования *Toxoplasma gondii* беременных женщин в возрасте 18 – 25 лет, но также прослеживается увеличение инфицирования почти в 2 раза уже в более старшем возрасте и количество случаев для второй возрастной группы составило 14. В 2011 году также значительно возросло количество беременных женщин, инфицированных ЦМВ как в первой, так и во второй возрастной группе. И по сравнению с 2008 годом почти в 4 раза возросло количество инфицированных вирусом краснухи во второй группе и в 2 раза в первой. Возможно, это связано с усилением профилактических мероприятий. Во всех возрастных группах наиболее частая инфекция TORCH-комплекса – хламидиоз (выявляемость в среднем 12 %).

На основании анализа статистических данных за три года в двух исследуемых группах было выявлено, что хламидиоз является самым

распространенным заболеванием TORCH-комплекса, а на втором и третьем месте по частоте встречаемости – ЦМВ и вирус простого герпеса соответственно.

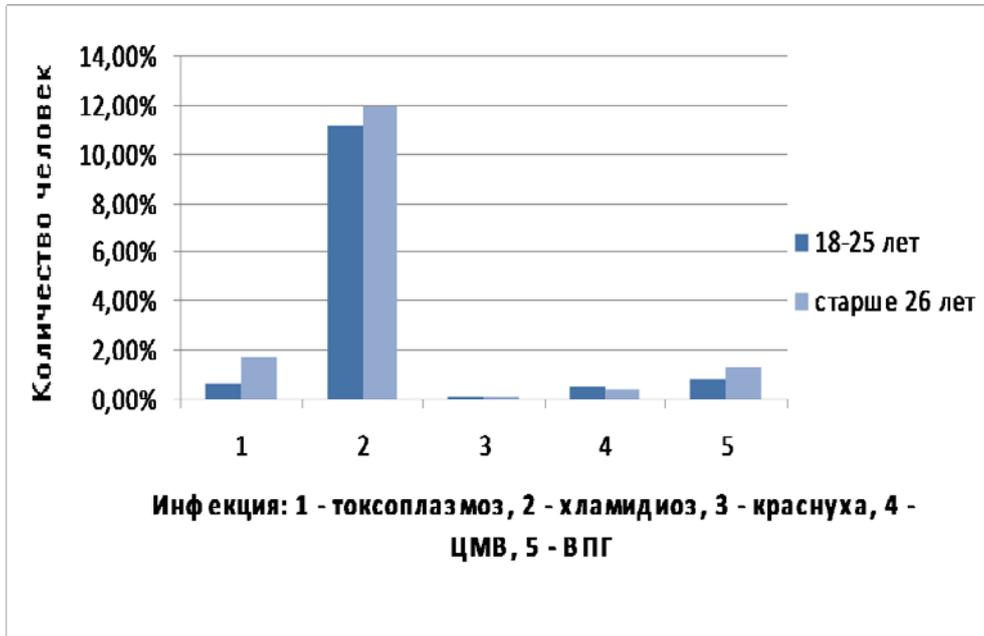


Рис.5. Частота выявления антител классов М к TORCH-инфекциям в сыворотке крови беременных женщин в 2008 году.

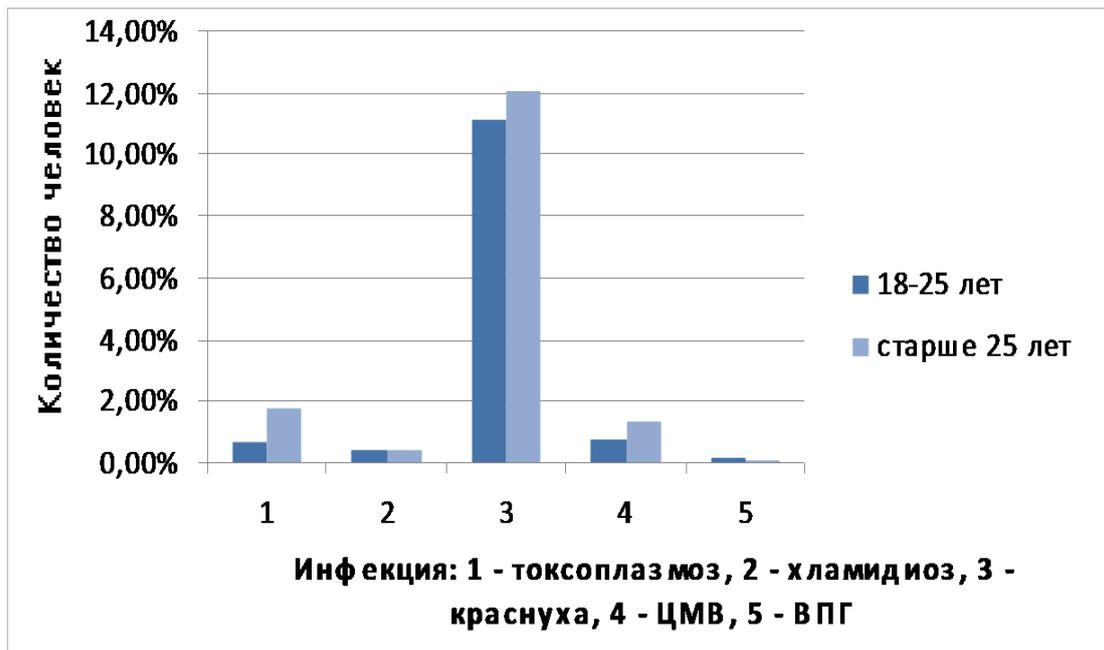


Рис. 6. Частота выявления антител классов М к TORCH инфекциям в сыворотке крови беременных женщин в 2010 году.

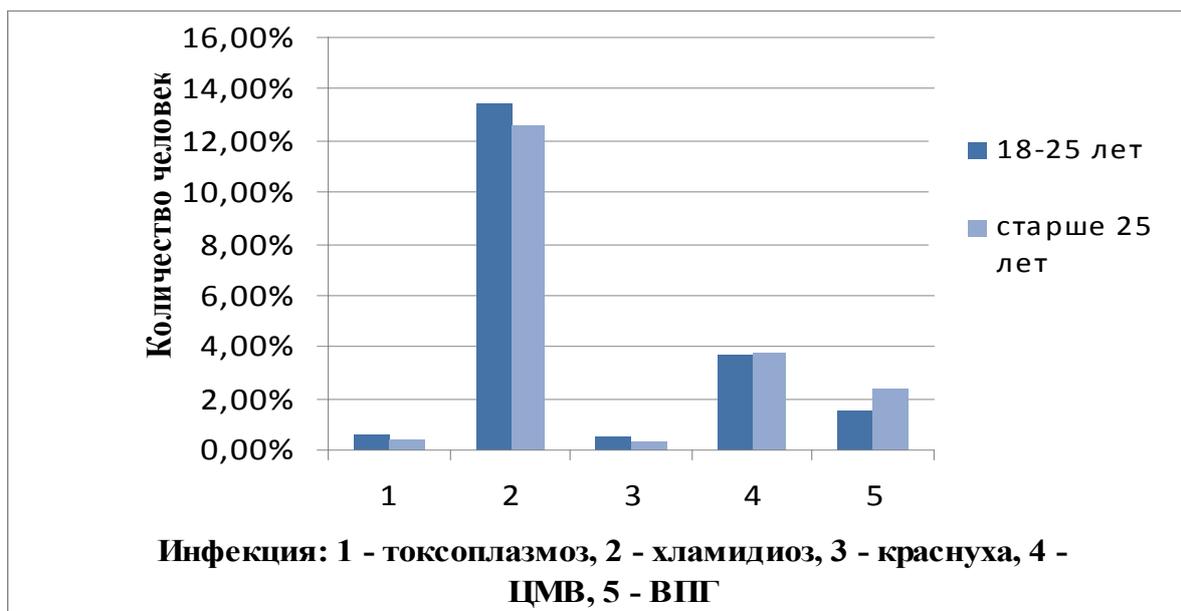


Рис.7. Частота выявления антител классов М к TORCH-инфекциям в сыворотке крови беременных женщин в 2011 году.

Для токсоплазмоза число случаев инфицирования в возрасте старше 25 лет в среднем в 3 раза выше аналогичных показателей беременных в возрасте 18-25 лет, что свидетельствует о значимом смещении структуры острых форм TORCH-инфекций в сторону старшей возрастной группы.

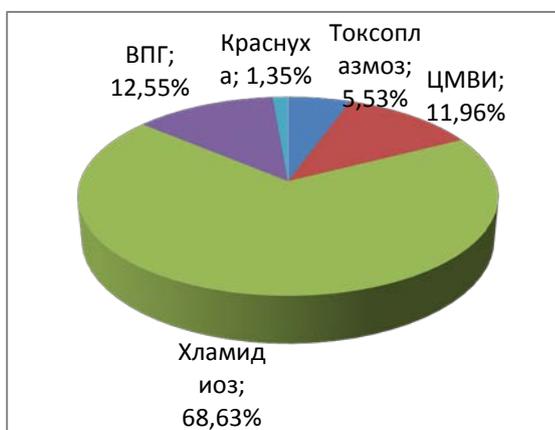


Рис. 8. Общая структура острых форм TORCH инфекций беременных женщин Мурманска.

При изучении иммуноструктуры острых форм инфекций TORCH-комплекса (рис. 8) было выявлено, что чаще всего у беременных женщин встречаются IgM (до 70 % всех положительных случаев). Однако, следует учитывать, что у отдельных лиц с высоким иммунным ответом после лечения хламидийной инфекции при клиническом выздоровлении IgM определяются до 9-10 месяцев после лечения (на фоне быстрого снижения антител других классов и антигенов возбудителя).

**Выводы:**

1. Серологический анализ содержания в сыворотке крови IgG к инфекциям TORCH-комплекса у беременных женщин показал, что иммунитет к краснухе сформирован в среднем у 60 % женщин. Носителями вируса простого герпеса и ЦМВ являлись в среднем 60 %. Хроническая или перенесенная форма токсоплазмоза и хламидиоза наблюдалась у 19,54 – 39,05 % обследованных.

2. Иммуноструктура беременных женщин за исследуемый период не имела значительного смещения иммунной прослойки в сторону старших или младших возрастных групп беременных женщин.

3. В сыворотке крови беременных женщин наиболее часто обнаруживаются IgM к хламидиям (до 70 % всех положительных случаев). В отношении токсоплазмоза существует значимое смещение (в 3 раза) структуры острых форм инфекции в сторону старшей возрастной группы.

**Литература**

1. Адиева, А.А. Герпесвирусные инфекции и перинатальная патология [Текст]/ А.А. Адиева // Российский педиатрический журнал. – 2010. – №1. – с. 39 – 44.
2. Воронцова, Ю.Н. Сравнительный анализ клинических и лабораторных характеристик врожденной цитомегаловирусной инфекции у недоношенных детей [Текст]/ Ю.Н. Воронцова, Н.Н. Володин, Д.Н. Дегтярев [и др.]// Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2004. – Т.49, №2. – Спб. – С. 60 – 65.
3. Орехов, К.В. Внутриутробные и инфекции и патология новорожденных [Текст]/ К.В. Орехов. – М.: Медпрактика, 2002. – 252 с.
1. 4. Приказ МЗ РФ №229 от 27.06.2001 О национальном календаре профилактических прививок и календаре прививок по эпидемическим показателям, 2009.

**ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ  
ПРОЦЕССЫ В АРКТИКЕ**

## Высотные профили электронной концентрации: сравнение результатов теоретической и эмпирической моделей

**Ботова М. Г., Романовская Ю. В., Намгаладзе А. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра физики)

**Abstract.** We have compared the electron density altitudinal profiles calculated by the global numerical Upper Atmosphere Model and the empirical IRI-2007 and IRI-2012 model values. It is shown that the UAM results agree well at middle latitudes being closer to the IRI-2007 than to the IRI-2012 values.

**Ключевые слова:** ionosphere, numerical modeling, UAM, electron density, IRI.

### 1. Введение.

Настоящее исследование проводилось методом математического моделирования с использованием глобальной трехмерной самосогласованной численной модели верхней атмосферы Земли UAM (Upper Atmosphere Model) [1]. Модель UAM описывает термосферу, ионосферу, плазмосферу и внутреннюю магнитосферу Земли в диапазоне высот от 80 км до  $15R_E$  ( $R_E$  – радиус Земли). UAM рассчитывает концентрации основных нейтральных и заряженных компонент верхней атмосферы, температуры нейтрального, ионного и электронного газов, скорости движения заряженных и нейтральных частиц путем численного интегрирования квазигидродинамических уравнений (непрерывности, движения и теплового баланса), а также в модели решается уравнение для потенциала электрического поля магнитосферного и термосферного (динамо) происхождения. Помимо полностью самосогласованной версии, в модели реализована возможность использования эмпирической модели нейтрального состава и температуры NRLMSISE-00 [2] для расчёта состава и температуры нейтрального газа.

С использованием теоретической модели UAM было проведено моделирование поведения ионосферы Земли при различных уровнях солнечной активности и в различные сезоны. Результаты расчетов сопоставлялись со значениями двух версий эмпирической модели IRI (International Reference Ionosphere): IRI-2007 [3] и IRI-2012 [4].

### 2. Модельные расчеты.

Численные эксперименты проводились при использовании двух различных версий модели UAM: 1) версии, включающей эмпирическую термосферную модель NRLMSIS-00 для расчёта состава и температуры нейтральной атмосферы (UAM-TM) и 2) полностью самосогласованной версии с расчетом термосферных параметров путем решения уравнений непрерывности, теплового баланса и движения для нейтральной атмосферы (UAM-TT).

Расчёты проводились для условий равноденствия и солнцестояния для двух уровней солнечной активности ( $F_{10,7} \sim 90$  и  $F_{10,7} \sim 180$ ).

В качестве начальных условий использовались квазистационарные решения уравнений, полученные в ходе двухкратного прогона (расчета параметров верхней атмосферы для одних и тех же суток).

Сопоставление с результатами эмпирических моделей проводилось для значений, рассчитанных UAM для 24:00 UT пятых модельных суток.

### **3. Результаты моделирования.**

Результаты моделирования представлены в виде высотных профилей концентрации электронов для геомагнитных широт  $\pm 45^\circ$  и геомагнитных долгот  $115^\circ$  и  $295^\circ$ , соответствующих 03:00 MLT и 15:00 MLT.

На рисунке 1 и рисунке 2 представлены высотные вариации логарифма концентрации электронов для низкого и высокого уровней солнечной активности для разных сезонов. Высотные профили электронной концентрации, полученные с использованием модели UAM, сравниваются со значениями, полученными с использованием двух версий эмпирической модели IRI (IRI -2007 и IRI-2012). Результаты расчётов по модели UAM представлены кружками, по версиям модели IRI – сплошной (IRI-2012) и пунктирной (IRI-2007) линиями.

Рисунки 1-2 показывают, что высотные профили, рассчитанные по двум версиям модели UAM, имеют похожую форму и демонстрируют:

- 1) максимум на высоте  $\sim 250$  км в дневное время и высоте  $\sim 300$  км в ночное время при низкой солнечной активности;
- 2) максимум на высоте  $\sim 300$  км в дневное время и высоте  $\sim 350$  км в ночное время при высокой солнечной активности.

В целом версия UAM-TM дает большие значения концентрации электронов, чем UAM-TT. Максимальная разница между версиями модели UAM составляет 4 раза, а в среднем – 2 раза.

На высотах ниже 600 км модели IRI-2007 и IRI-2012 дают практически одинаковые значения концентрации электронов. Нижние части высотных профилей показывают, что в большинстве случаев как минимум одна версия модели UAM демонстрирует очень хорошее согласие со значениями IRI. На высотах ниже 600 км хорошее согласие между результатами UAM и IRI имеет место для ночных часов и: 1) условий равноденствия при низкой солнечной активности и 2) условий солнцестояния при высокой солнечной активности.

В верхней части высотных профилей можно увидеть расхождение между значениями разных версий IRI, которое увеличивается с высотой. IRI-2007 даёт в 10 раз большую концентрацию электронов, чем IRI-2012. Для высот выше 600 км обе версии модели UAM демонстрируют хорошее согласие с IRI-2007. Профили электронной концентрации, рассчитанные версиями UAM-ТМ и UAM-ТТ, находятся между высотными профилями эмпирических моделей IRI-2012 и IRI-2007.

#### **4. Выводы**

Сопоставление результатов теоретических расчётов со значениями эмпирических моделей показывает, что:

1) на высотах ниже 600 км результаты, полученные с использованием версий модели UAM, демонстрируют хорошее согласие со значениями IRI-2007 и IRI-2012;

2) на высотах выше 600 км значения электронной концентрации, рассчитанные по версиям модели UAM, находятся между значениями IRI-2007 и IRI-2012, но ближе к IRI-2007.

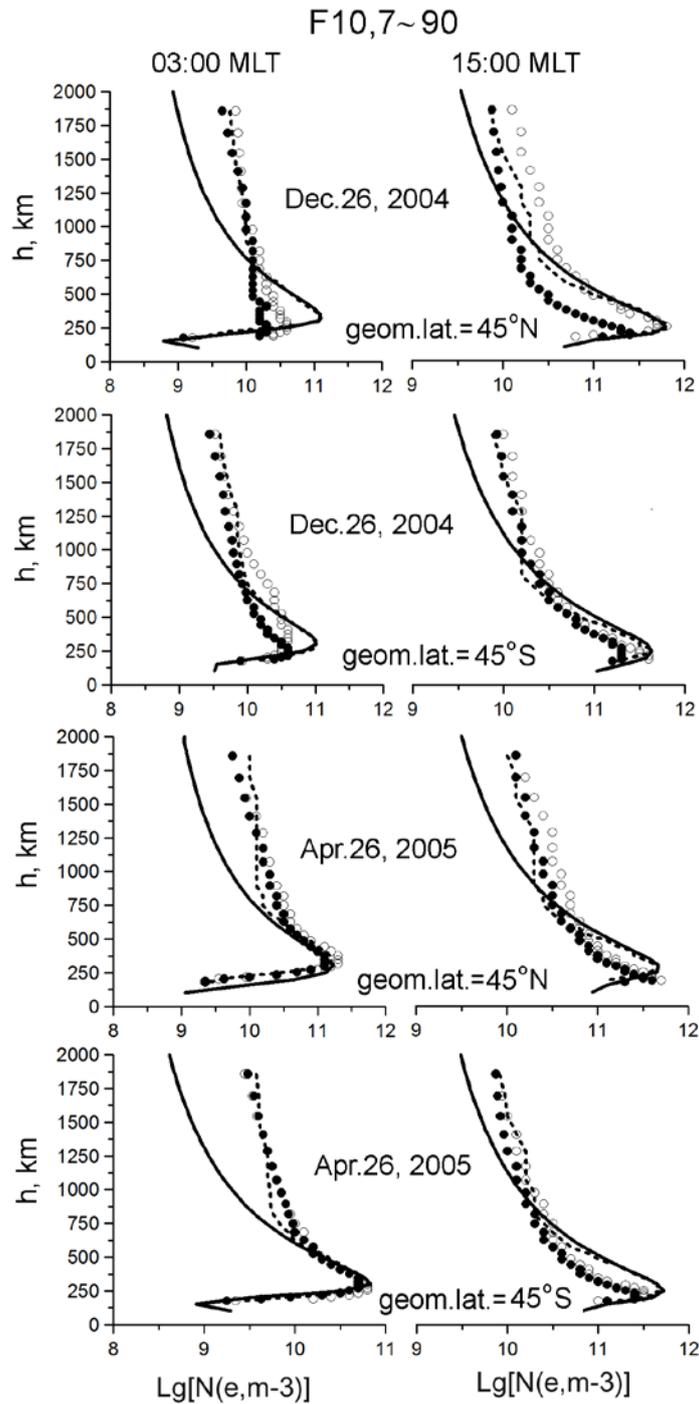


Рис.1. Высотные вариации логарифма электронной концентрации для солнцестояния 26 декабря 2004 и равноденствия 26 апреля 2005 года (низкая солнечная активность).

UAM-TM (белые кружки), UAM-TT (черные кружки),  
 IRI-2007(пунктирная линия), IRI-2012(сплошная линия).

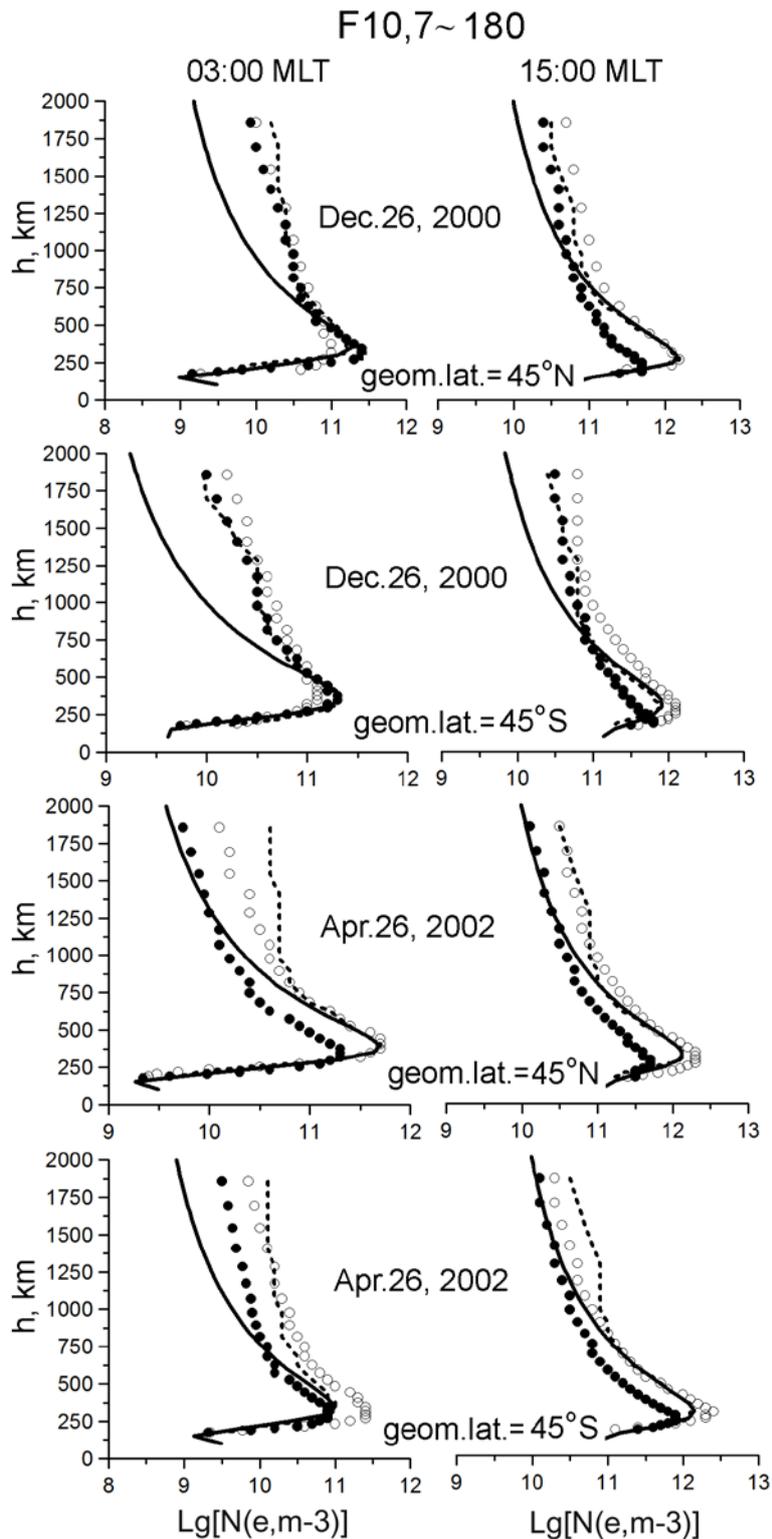


Рис. 2. Высотные вариации логарифма электронной концентрации для солнцестояния 26 декабря 2000 и равноденствия 26 апреля 2002 года (высокая солнечная активность). UAM-TM (белые кружки), UAM-TT (черные кружки), IRI-2007(пунктирная линия), IRI-2012(сплошная линия).

Литература

1. Namgaladze A.A., Martynenko O.V., Namgaladze A.N. // International Journal of Geomagnetism and Aeronomy. 1998. V.1. No.1. P.53–58.
2. Picone J.M., Hedin A.E., Drob D.P. et al. // J. Geophys.Res.2002.V.107. P.1468.
3. Bilitza D., Reinisch B.W. // Adv. Space Res. 2008. V.42. P.599-609.
4. Bilitza D., McKinnell L.-A., Reinisch B. et al. // Journal of Geodesy. 2011.85:909-920.
5. Nusinov A.A. Journal of Geomagnetism and Aeronomy.1984.V. 24. No. 4. P.529–536 (in Russian).
6. Weimer D.R., Maynard N.C., Burke W.J. et al. // Planetary and Space Science. 1990. V. 38, No. 9, P. 1207–1222.
7. Hardy D.A., Gussenhoven M.S., Holeman E.A. // Journal of Geophysical Research. 1985. V.90, P. 4229–4248.

## Развитие авроральных возмущений в условиях ионосферной конвекции

Волков М. А. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра физики)

**Аннотация.** Рассматривается образование двумерных авроральных структур в холодной ионосферно-магнитосферной плазме в условиях конвекции. Возмущения в конвекции приводят к появлению токов поперек и вдоль магнитного поля. Токи вдоль магнитного поля создают положительную обратную связь между ионосферными и магнитосферными возмущениями.

**Abstract.** The formation of the two-dimensional auroral structures in the cold ionospheric-magnetospheric plasma under convection is considered. The convection inhomogeneity leads to the currents across and along the magnetic field lines. The field-aligned currents flowing from the ionosphere into the magnetosphere are creating positive feedback between magnetospheric and ionospheric perturbations.

**Ключевые слова:** ионосферная конвекция, авроральные возмущения, альвеновские волны.

**Key words:** ionospheric convection, auroral perturbations, Alfvén waves.

### 1. Введение

В работах [Atkinson, 1970; Holzer and Sato, 1973] предсказаны механизмы обратной связи между движущейся плазмой в магнитосфере и ионосфере. Даже в случае холодной плазмы из-за столкновений с нейтральными частицами в ионосфере возникают возмущения электрического и магнитного полей. В холодной плазме они распространяются вдоль магнитного поля из ионосферы в магнитосферу в форме альвеновской волны. Из-за поляризационных токов на краях области возмущения возникают продольные токи, направленные вдоль магнитного поля. Продольные токи могут приводить к возникновению продольного электрического поля ускорению и высыпанию электронов в ионосферу. Эта обратная связь может стать положительной и привести к нарастанию возмущений. Исследования обратной связи проводятся, как правило, в приближении малых возмущений. Но даже в этом случае более точное решение этой задачи получается при использовании только численных методов. Это связано с достаточно неоднородным профилем альвеновской скорости вдоль магнитной силовой линии. Значительные по величине продольные токи могут  $10^{-5}$  А/м<sup>2</sup> могут заметно модифицировать ионосферную проводимость, в тоже время оказывая малое влияние на концентрацию холодной магнитосферной плазмы. Таким образом,

процессы, описывающие данную обратную связь, могут быть нелинейными в ионосфере и линейными в магнитосфере. В рамках данного приближения с учетом реалистичного изменения альвеновской скорости вдоль магнитной силовой линии в настоящей работе численно исследуется развитие двумерного аврорального возмущения.

## 2. Описание ионосферы

Используем прямоугольную систему координат, ось  $y$  направим на запад ось  $x$  к югу, ось  $z$  – вниз, вдоль магнитного поля (Северное полушарие). Будем рассматривать двумерные возмущения, зависящие от  $x$  и  $z$ , т.е.  $\partial/\partial y=0$ .

Уравнение непрерывности для электронов с учетом процессов ионизации и рекомбинации имеет следующий вид:

$$\frac{\partial n}{\partial t} + \frac{\partial(nv_{ex})}{\partial x} = -\gamma/e \frac{\partial j_z}{\partial z} - r(n^2 - n_0^2), \quad (1)$$

где  $n$ ,  $v_{ex}$  – концентрация и скорость электронов;  $n_0$  – фоновое значение концентрации;  $r$  – коэффициент рекомбинации (квадратичный закон рекомбинации выполняется для высот  $E$ -слоя);  $j_z$  – продольный ток,  $e$  – заряд равный заряду электрона,  $\gamma$  – коэффициент размножения пар ионов при ионизации.

Нас будут интересовать процессы, длительность которых много больше 0.01 с. В этом случае из уравнения движения ионов получим следующее выражение для скорости:

$$v_{xi} = (-kT \frac{\partial \ln(n)}{\partial x} + eE_x) f(v/\omega_i) / m_i \omega_i \quad (2)$$

где  $v_{xi}$  – скорость ионов,  $kT$  – тепловая энергия ионов,  $m_i$  – масса иона,  $n$  – концентрация ионов в ионосфере,  $v$  – частота столкновений ионов с нейтралами,  $\omega_i$  – гирочастота ионов,  $E_x$  – напряженность  $x$  компоненты электрического поля,  $f(v/\omega_i) = (v_{in}/\omega_i) / (1 + (v_{in}/\omega_i)^2)$ .

Уравнение непрерывности для тока в ионосфере:

$$\frac{\partial}{\partial x} (\sigma_p E_x - \sigma_h E_{0y}) = -\frac{\partial j_z}{\partial z}, \quad (3)$$

где  $\sigma_{ph}$  – ионосферные проводимости Педерсена и Холла,  $E_{0y}$  – электрическое поле ионосферно-магнитосферной конвекции.

Частоты столкновений электронов с нейтралами много меньше гирочастоты электронов в ионосфере, поэтому можно считать, что электроны движутся со скоростью конвекции  $v_e = E_{0y}/B_0$  ( $B_0$  – индукция магнитного поля в ионосфере). Ионосферные проводимости зависят от концентрации заряженных частиц и частот следующим образом:

$$\sigma_h = en/B_0, \quad \sigma_p/\sigma_h \approx f(v/\omega_i).$$

В дальнейшем будем рассматривать ионосферу тонким проводящим слоем. Уравнения (1–3) проинтегрируем по толщине ионосферы  $h$ . Для этого зададим изменения концентрации с высотой  $s$ :  $n(s) = n_0$  таким же образом,  $f(s_0) = 0.5$ .

Проинтегрированные по толщине ионосферы уравнения (1,3) запишутся тогда так:

$$\partial N/\partial t + E_{0y}/B_0 \partial N/\partial x = -\gamma j_z/e - r(N^2 - N_0^2)/(2^{3/2}h) \quad (4)$$

$$\partial/\partial x (eNE_x/(2^{3/2}B_0) - kT \partial \ln(N)/\partial x)/(2^{3/2}eB_0) - eNE_{0y}/B_0 = j_z \quad (5)$$

### 3. Описание магнитосферы

Магнитосферную плазму считаем холодной, возмущением концентрации плазмы пренебрегаем, продольные электрические поля равны нулю. Единственной компонентой возмущенного электрического поля является  $E_x$ , магнитного –  $H_y$ . Из уравнения движения для холодной плазмы в магнитном поле в системе координат, движущейся вместе с плазмой, получаем выражение для поляризационного тока в альвеновской волне:

$$j_x = 1/(\mu_0 v_a^2) \partial E_x / \partial t, \quad (6)$$

где  $\mu_0$  – магнитная проницаемость вакуума,  $v_a^2 = \rho \mu_0 / B^2$  – квадрат альвеновской скорости,  $\rho$  – плотность плазмы,  $B$  – индукция магнитного поля в магнитосфере.

Из уравнений Максвелла:

$$\partial E_x / \partial z = -\mu_0 \partial H_y / \partial t, \quad \partial H_y / \partial z = -j_x, \quad \partial H_y / \partial x = j_z,$$

и уравнения непрерывности для тока  $\partial j_z / \partial z = -\partial j_x / \partial x$  получим уравнения для  $E_x$  и  $j_z$ :

$$\begin{aligned} \partial^2 E_x / \partial z^2 &= 1/(v_a^2) \partial^2 E_x / \partial t^2, \\ \partial j_z / \partial t &= -1/(\mu_0) \partial^2 E_x / \partial z \partial x \end{aligned} \quad (7)$$

Магнитные силовые линии считаем прямыми, но расходящимися, индукция магнитного поля изменяется с расстоянием  $r$  от центра Земли по закону:  $B = B_0 (r_3/r)^3$ ,  $r_3$  – радиус Земли. Концентрация магнитосферной плазмы (протоны)  $n = n_0 \exp(-(r/2r_3)^2)$ ,  $n_0$  – концентрация в ионосфере. Профиль изменения альвеновской скорости от ионосферы  $z=0$  до экваториальной плоскости магнитосферы  $z = -(r-r_3)/r_3 = -10$  показан на рис.1 Значения  $z$  убывают с удалением от Земли от верхней границы

ионосферы. Концентрация плазмы в ионосфере при  $z=0$  задавалась равной  $n_0=0.5 \cdot 10^{11} \text{ 1/м}^3$ .

#### 4. Граничные условия

Для решения уравнения (7) необходимо записать граничные условия для  $E_x$  на нижней (ионосфера) и верхней (экваториальная плоскость) границах. В движущейся системе координат уравнение (5) не меняется, а в уравнении (4) пропадает второе слагаемое в левой части. Получим условие на нижней границе. Продифференцируем уравнение (5) по времени, исключим ток  $j_z$ , воспользовавшись выражением (8), опустим производную по  $x$ . В итоге получим при  $z=0$ :

$$\frac{\partial E_x}{\partial t} = - (E_x - 2^{3/2} E_{0y}) \frac{\partial(\ln N)}{\partial t} - 2^{3/2} B_0 / (e \mu_0 N) \frac{\partial E_x}{\partial z} + kT / (e^2 N) \frac{\partial^2(\ln N)}{\partial z \partial t} \quad (9)$$

На верхней границе при  $z=-10$  зададим:

$$\frac{\partial E_x}{\partial z} = 0, \quad (10)$$

это условие определяет узел для магнитного поля в экваториальной плоскости магнитосферы ( $E_x = 0$  – узел для электрического поля).

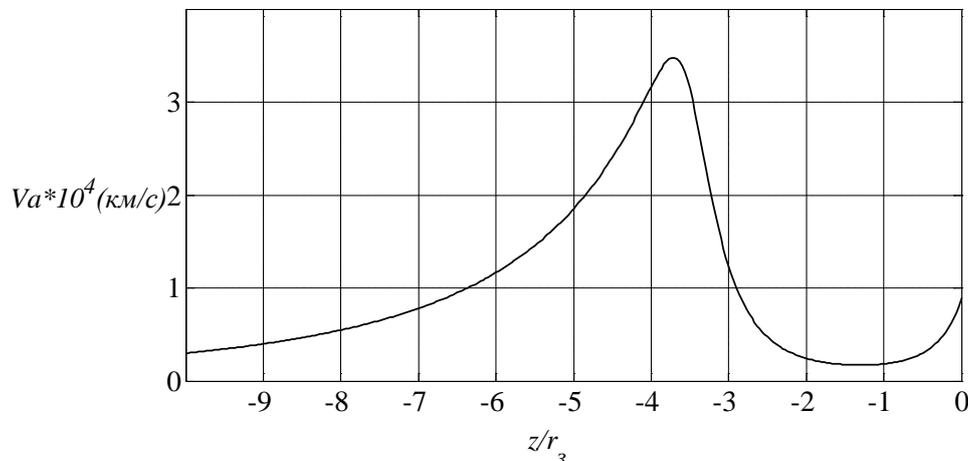


Рис.1. Изменение альвеновской скорости вдоль магнитной силовой линии от ионосферы  $z=0$  до экваториальной плоскости магнитосферы  $z=-10$ .

#### 5. Результаты численного моделирования

Система уравнений (4,7,8) при граничных условиях (9,10) решалась численным интегрированием с шагом по времени  $dt=0.005$  с, с шагом по координатам  $x, z$   $dx=100$  м и  $dz=100$  км соответственно. Начальное возмущение  $E_x$  компоненты электрического поля ( поле в падающей на ионосферу альвеновской волны) на ионосферном уровне длительностью  $\tau=4$  с, задавалось в форме гауссоиды по  $x$ :

$$E_x(x) = E_{x0} \exp(-((x-L/2)/dL)^2), \quad (11)$$

$E_{x0}$  – амплитуда возмущения, задавали равной 5 мВ/м,  $L=100$  км – размеры области интегрирования по  $x$ ,  $dL$  – пространственный масштаб изменения начального возмущения по координате  $x$ ,  $dL=v_{x0} \tau$ ,  $v_{x0}=E_0/B_0$  – скорость конвекции, принимая скорость конвекции  $v_{x0}=500$  м/с, получаем  $dL=2$  км. На правой границе при  $x=L$  выполняется условие:

$$\partial E_x / \partial t - (dx/dt) \partial E_x / \partial z = 0, \quad (12)$$

это условие означает прозрачность правой границы области интегрирования.

На рис.2(а, б, с) приведены результаты численного моделирования концентрации  $N$ , компоненты  $E_x$  электрического поля, продольного тока  $j$  на ионосферном уровне в разные моменты времени. Расчет проводился при значении параметра  $\gamma=10$ , интегральная ионосферная проводимость Холла в данном расчета равнялась 8 См, что соответствует достаточно возмущенным условиям. Время нарастания возмущений согласно приведенным расчетам составляет  $\sim 60$  с, время распространения альвеновской волны до экваториальной плоскости и обратно  $\sim 40$  с. С уменьшением проводимости ионосферы время нарастания возмущений сокращается. Несмотря на значительные продольные токи, достигающие  $10 \text{ А/км}^2$ , изменение ионосферной концентрации очень незначительно в приведенных расчетах, это связано с малым значением параметра  $\gamma$ , который определяет количество пар ионов, образующихся при ионизации одним электроном. В дугах сияний этот параметр может быть больше 100. Исследовано влияние диффузии на развитие возмущений, она ослабляет и даже подавляет нарастание возмущений. Можно оценить на основании данных, представленных на рис.2, скорость распространения возмущения. Она направлена в сторону противоположную конвекции плазмы и приблизительно равна 100 м/с.

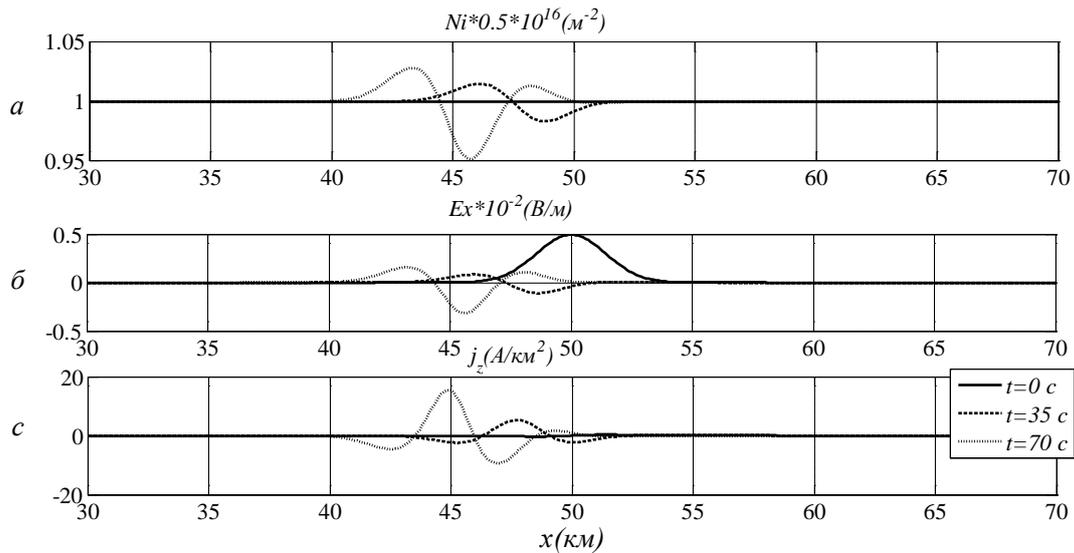


Рис. 2. Развитие ионосферных возмущений, инициированных импульсом электрического поля  $E_x$  в момент времени  $t=0$  длительностью  $\tau = 4$  с.

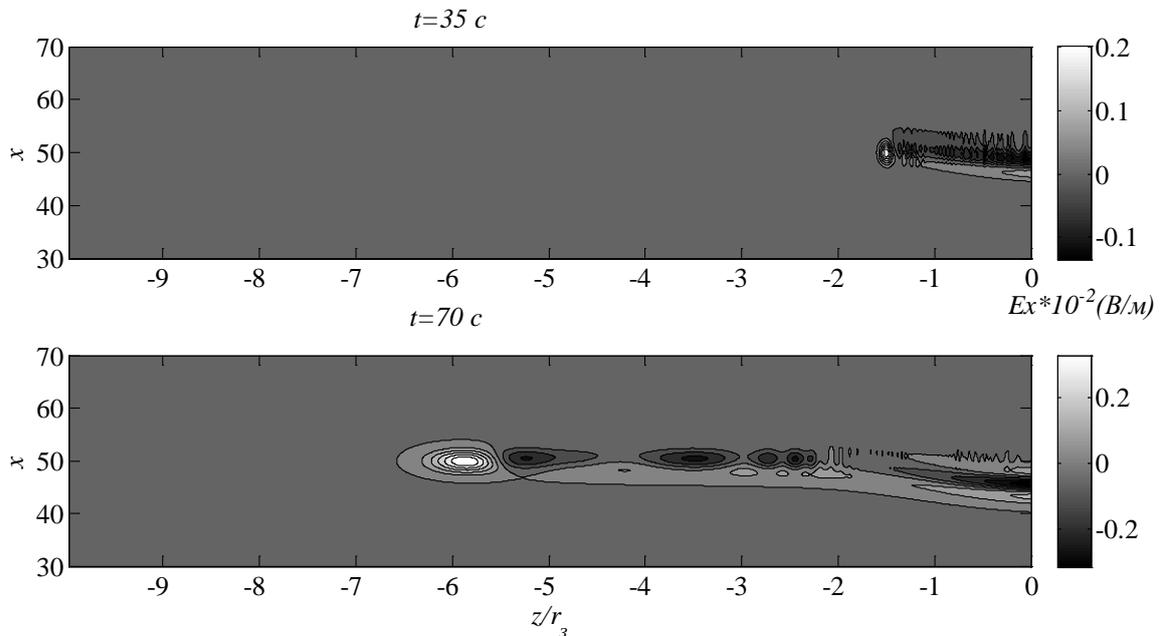


Рис. 3. Распространение возмущения  $E_x$  вдоль магнитного поля из ионосферы  $z=0$  в магнитосферу.

На рис.3 приведены распределения  $E_x$  компоненты электрического поля в разные моменты времени. Величина напряженности электрического поля увеличивается со временем и с расстоянием от ионосферы, достигая 3 мВ/м, в ионосфере поле значительно меньше.

## 6. Выводы

Методами численного моделирования рассмотрена задача развития возмущений в движущейся ионосферной плазме. Расчеты выполнены в двумерном приближении для возмущений, имеющих масштабы поперек

магнитного поля 1 км в одном направлении и неограниченный масштаб в другом. В ионосфере процессы рассматривались как нелинейные, в магнитосфере использовалось линейное приближение. Плазма в магнитосфере считалась холодной. Линейное уравнение распространения возмущений вдоль магнитного поля из ионосферы в магнитосферу решалась с учетом изменения скорости вдоль магнитного поля.

Время нарастания возмущений с масштабом ~ 1 км составляет ~ 60 с (для возмущенной ионосферы, проводимость Холла в расчетах 8 См). Время нарастания возмущений зависит от проводимости ионосферы, с уменьшением проводимости возмущения развиваются быстрее. Возмущения на меньших масштабах также развиваются быстрее.

Учет теплового движения частиц в ионосфере приводит к ослаблению и даже подавлению развития ионосферных возмущений.

Значительные продольные токи до  $10 \text{ А/км}^2$  вызывают незначительные изменения концентрации ионосферной плазмы, что связано с недооценкой ионизационного члена в уравнениях.

Скорость движения возмущений поперек магнитного поля относительно скорости конвекции ~ 100 м/с.

Напряженность электрического поля возмущения растет с удалением от ионосферы и достигает максимума в магнитосфере вблизи экваториальной плоскости.

## Литература

1. Atkinson, G., Auroral arcs: Result of the interaction of a dynamic magnetosphere with the ionosphere, *J. Geophys. Res.*, 75, 4746, 1970.

**Holzer, T. E., and T. Sato, Quiet auroral arcs and electrodynamic coupling between the ionosphere and magnetosphere, *J. Geophys. Res.*, 78, 7330, 1973.**

## **Вариации ПЭС ионосферы, наблюдавшиеся перед землетрясением 15 января 2009 г., М7.4, Курильские острова**

**Золотов О. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра физики)

**Аннотация.** В работе представлены основные морфологические особенности вариаций полного электронного содержания ионосферы, наблюдавшиеся перед М7.4 землетрясением 15 января, 2009 г, 17:49 UT, Курильские острова.

**Abstract.** The paper presents main phenomenological features of the total electron content variations observed before M7.4 Kuril earthquake happened on Jan. 15, 2009, 17:49 UT.

**Ключевые слова:** ионосфера, полное электронное содержание, ионосферные предвестники землетрясений.

**Key words:** ionosphere; total electron content, ionosphere precursors to earthquake.

Настоящая работа является частью исследований, в рамках которых мы изучали вариации полного электронного содержания ионосферы (ПЭС) перед сильными сейсмическими событиями в целях выявления основных особенностей сейсмо-ионосферных проявлений. Ранее мы рассмотрели следующие сильные сейсмические события [1-5]: (а) Перу, М7.5, 25 сентября 2005 г, (b) Китира, М5.5 (Южная Греция), 8 января 2006 г, (c) Гаити, М7.0, 12 января 2010 г, (d) Аргентина, М7.0, 1 января 2011 г и Чили, М7.1, 2 января 2011 г, (e) Турция, М7.1, 23 октября 2011 г, (f) Тохoku (Япония), М9.0, 11 марта 2011 г.

В настоящей работе исследуются вариации ПЭС, предшествовавшие М7.4 землетрясению 15 января 2009 г., Курильские острова (см. описание по USGS earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2009/us2009bwa8/ ).

Геомагнитная обстановка в период 1-15 января 2009 г. менялась от умеренно возмущённой к спокойной (см. Рис. 1): *Dst*-индекс изменялся в пределах  $\pm 20$  нТл,  $k_p$ -индекс не превосходил 3, за исключением 31 декабря 2008 г. и 3 января 2009 г. *AE*-индекс показывал суббуревую активность для того же периода времени.

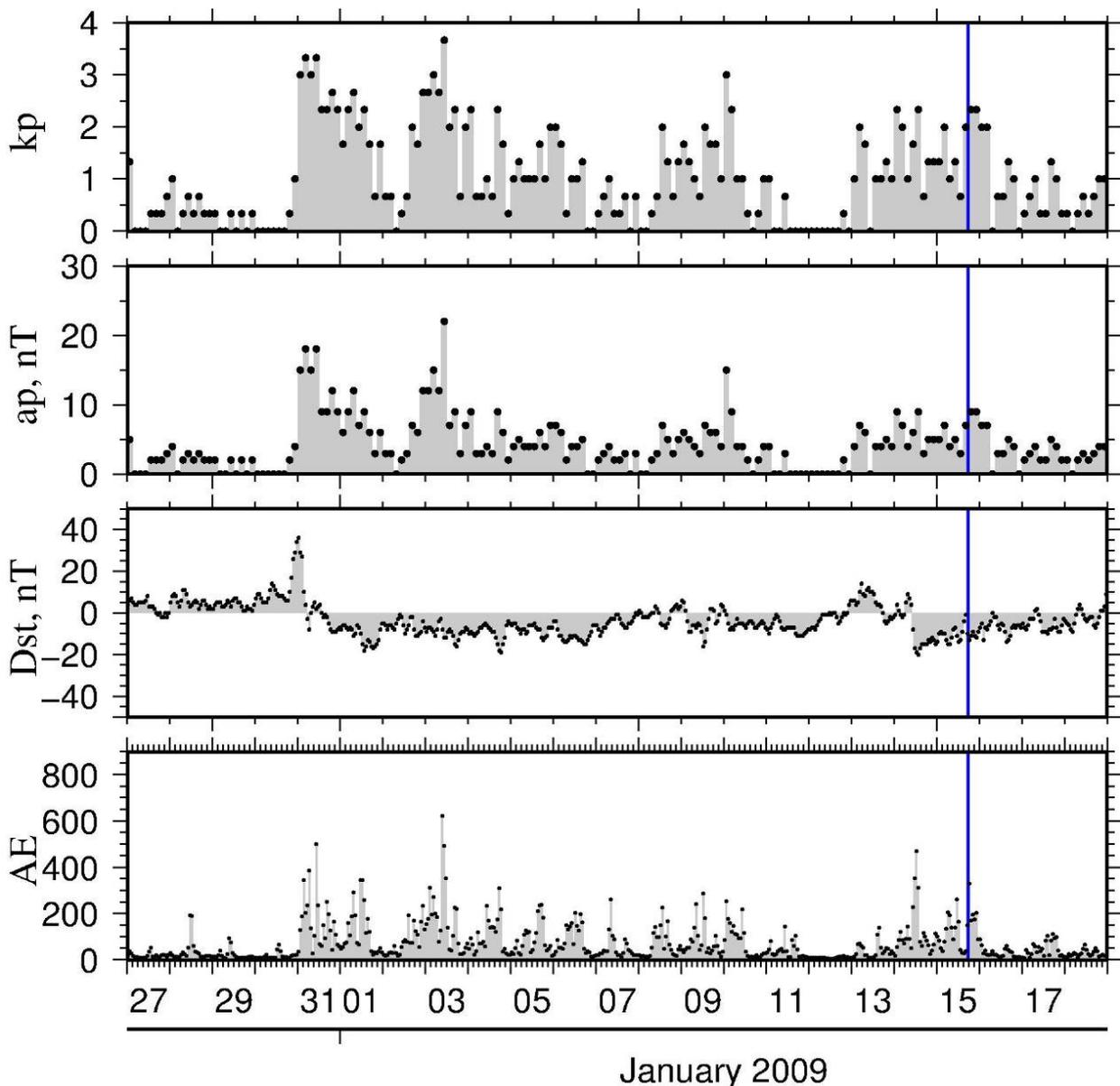


Рис. 1. Индексы геомагнитной активности (сверху вниз) для 27 декабря 2008 г. – 18 января 2009 г.: (1)  $K_p$ -индекс; (2)  $a_p$ -индекс; (3)  $Dst$ -индекс; (4)  $AE$ -индекс. Синяя линия – момент реализации курильского землетрясения 15 января 2009 г., 17:49UT.

Как следует из анализа карт относительных возмущений ПЭС ионосферы (см. Рис. 2), формирование локальных возмущённых областей ПЭС началось 9 января 2009 г. Они проявлялись в виде положительных возмущений величиной до 30-40% в околоэпицентральной и магнитосопряжённой к ней областях и сопровождалась слабыми возмущениями противоположного знака. Приход восходного терминатора и подсолнечной точки сопровождался полным уничтожением возмущений ПЭС ионосферы как в эпицентральной, так и магнитосопряжённой области.

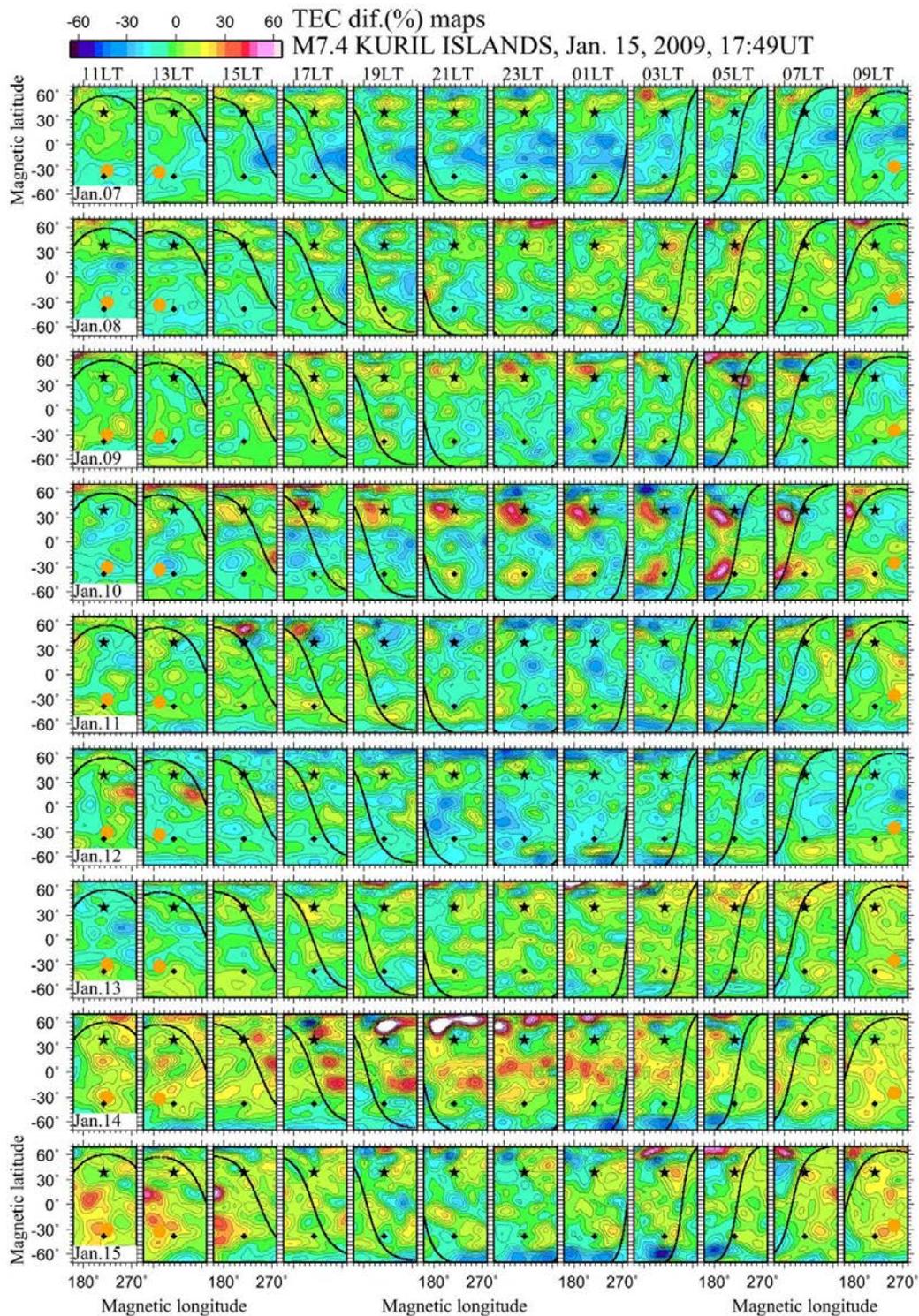


Рис. 2. Карты относительных возмущений (%) ПЭС ионосферы от спокойного невозмущенного состояния для 02UT (11LT)-24UT (09LT) (слева направо) 7-15 января 2009 г. для М7.4 курильского землетрясения 15 января 2009 г. Звездой отмечено положение эпицентра землетрясения. Ромб – магнитосопряжённая к ней точка. Чёрная кривая – линия терминатора. Оранжевый круг – положение подсолнечной точки.

Уход закатного терминатора сопровождался восстановлением и усилением аномалий: 10 января 2009 г. наблюдались локальные выраженные положительные структуры в околоэпицентральной и магнитосопряжённой к ней областях. Магнитуда областей увеличенных значений составляла более 40-60% в околоэпицентральной области, более 30-50% в магнитосопряжённой. Время жизни аномалий – с 19LT по 09LT пространственные размеры –  $\sim 30^\circ$ - $40^\circ$  вдоль геомагнитного меридиана и  $\sim 20^\circ$ - $30^\circ$  вдоль геомагнитной параллели. Максимальные по занимаемой площади и магнитуде возмущения наблюдались 05LT-07LT. Следует также отметить, что во всех случаях положительные возмущения сопровождалось отрицательными структурами, меньшими по величине. При этом рост магнитуды положительных структур сопровождался ростом магнитуды «окружающих» его отрицательных возмущений.

#### Литература

1. A.A. Namgaladze, M. Förster, B.E. Prokhorov, O.V. Zolotov, Electromagnetic Drivers in the Upper Atmosphere: Observations and Modeling, In: "The Atmosphere and Ionosphere: Elementary Processes, Discharges and Plasmoids", Springer, 2013, pp. 165-220, doi: 10.1007/978-94-007-2914-8\_4
  2. O.V. Zolotov, A.A. Namgaladze, B.E. Prokhorov, Specific features of ionospheric total electron content variations in the periods of preparation of the earthquakes on March 11, 2011 (Japan) and October 23, 2011 (Turkey), Russian Journal of Physical Chemistry B, 2013, V. 7, N. 5, pp. 599-605. doi: 10.1134/S1990793113050266
  3. O.V. Zolotov, B.E. Prokhorov, A.A. Namgaladze, O.V. Martynenko, Variations of the ionosphere Total Electron Content before earthquakes, Russian Journal of Physical Chemistry B, 2011, V. 5, N. 3, pp. 435-438, doi: 10.1134/S1990793111030146
  4. O.V. Zolotov, A.A. Namgaladze, B.E. Prokhorov, Total electron content disturbances prior to Great Tohoku March 11, 2011 and October 23, 2011 Turkey Van earthquakes and their physical interpretation, Proc. of the MSTU, 2012, V. 15, N. 3, pp. 583-594, arXiv: 1205.6118
- A.A. Namgaladze, O.V. Zolotov, B.E. Prokhorov, Numerical simulation of the variations in the total electron content of the ionosphere observed before the Haiti earthquake of January 12, 2010, Geomagnetism and Aeronomy, 2013, V. 53, N. 4, pp. 522-528, doi: 10.1134/S0016793213030122

## Возмущения ионосферных квазистационарных электрических полей перед сильными землетрясениями по данным инструментальных средств наблюдений

Золотов О. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра физики)

**Аннотация.** В работе приведены результаты наблюдений сейсмогенных электрических полей на основе анализа доступных публикаций.

**Abstract.** The paper summarizes the ionosphere quasi-stationary electric fields measurements of seismic origin according to the publications available.

**Ключевые слова:** ионосфера, сейсмогенные электрические поля.

**Key words:** ionosphere; seismogenic electric fields.

Нами ранее были представлены результаты численного моделирования воздействия на ионосферу сейсмогенных электрических полей [1-2]. Ряд анонимных рецензентов указали на необходимость обоснования существования таких полей, прежде всего путём их натуральных наблюдений. В таблице приведены описания результатов спутниковых (преимущественно) и наземных измерений возмущений квазистационарных электрических полей предположительно сейсмической природы.

Таблица 1. Электрические поля над сейсмоактивными зонами по данным инструментальных средств наблюдений

№	Средства наблюдения	Описание
1	INTERCOSMOS BULGARIA – 1300; [3]	Chmyrev et al. [3] сообщали о возмущениях вертикального квазистатического электрического поля 3-7 мВ/м, пульсациях магнитного поля на частоте 1 Гц амплитудой 3 нТл на высотах ~800 км. Возмущения $E_z$ регистрировались в ~17:38 UT над эпицентром землетрясения и в ~17:35 UT в магнито-сопряжённой области, их размер составил 10-1.50 вдоль меридиана. В Северном полушарии возмущённая компонента была направлена вертикально вниз, а в Южном – вертикально вверх (стр. 112). Приведённые оценки получены на основе анализа данных одного пролёта спутника; остальные были слишком далеко от положения эпицентра землетрясения.

№	Средства наблюдения	Описание
2	INTERCOSMOS BULGARIA – 1300; [4]	Gousheva et al. [4] сообщали о возмущениях до ~7 мВ/м горизонтальных компонент квазистатического электрического поля за несколько дней или часов до и после землетрясений для низких и средних широт, а также увеличениях ионной плотности. Результаты получены на основе анализа для двух землетрясений.
3	INTERCOSMOS BULGARIA – 1300; [5]	Gousheva et al. [5] сообщали об аномальных увеличениях ~2-25 мВ/м компонент квазистатического электрического поля за 30 мин – 4 ч до и после среднеширотных землетрясений. Возмущения $E_x$ , $E_y$ и $E_z$ составили 10, 14 и 25 мВ/м соответственно. Возмущенные области были смещены относительно положения эпицентра землетрясения к северу, их размеры составили $>50-200$ . В ряде случаев наблюдались возмущения ионной плотности.
4	INTERCOSMOS BULGARIA – 1300; [6]	Gousheva et al. [6] сообщали о вариациях вертикальной компоненты квазистатического электрического поля для различных широтных секторов. Полярные широты: возмущение $E_z$ (1) ~26 мВ/м за 33 ч до землетрясения, возмущенная область смещена к северу относительно положения эпицентра; (2) 15 мВ/м за 31 мин до землетрясения (над эпицентральной областью); 10 мВ/м через 58-59 ч после землетрясения. Средние широты: возмущение $E_z$ ~15 мВ/м за 89 ч до землетрясения со смещением к северу от эпицентра; ~15 мВ/м через 43 ч после землетрясения в области эпицентра. Низкие и экваториальные широты: возмущение $E_z$ (1) 5-10 мВ/м за 12ч до землетрясения со смещением к югу от положения эпицентра; (2) ~10 мВ/м 32-33 ч. до землетрясения со смещением возмущенных областей к северу (в Северном полушарии – к югу).

№	Средства наблюдения	Описание
5	INTERCOSMOS BULGARIA – 1300; [7]	Gousheva et al. [7] приводит результаты исследований возмущений вертикального квазистационарного электрического поля $E_z$ в ионосфере для 73 сейсмических событий: обнаружены эффекты в 52 случаях до и после землетрясений, из них 27 до и 25 после; сообщается о ночном доминировании аномалий, зависимости величины $E_z$ от магнитуды землетрясения и глубины залегания гипоцентра. Возмущения проявлялись в форме увеличенных значений $E_z$ ~18 мВ/м как в околоэпицентральной, так и магнитосопряжённой к ней областях.
6	DEMETER, [8]	Zhang et al. [8] исследовали три компоненты вектора квазистатического электрического поля $E$ : обнаружены возмущения 1.5-16 мВ/м; магнитуда большинства возмущений не превосходила 10 мВ/м. Для 10 землетрясений из 27 аномальные возмущения электрического поля обнаруживались за 1 день до события. В 3/17 случаев для индонезийского региона не обнаружено предвестников перед землетрясениями $M \geq 7$ , как и в 1/12 случаев для чилийского региона. Возмущения преимущественно наблюдались над околоэпицентрными областями.
7	Оценка по данным 5 ионозондов; [9]	Xu et al. [9] сообщили об аномальных увеличениях электрического поля в F2-слое над околоэпицентральной областью Венчуаньского землетрясения от 12 мая 2008 г. Максимальная амплитуда возмущения составила 2 мВ/м (в 10 раз больше фоновой) и наблюдалась в 15:00 LT 9 мая 2008 г. Результаты получены на основе анализа данных 5 низкоширотных ионозондов: Lhasa (29.63°N, 91.17°E), Chongqing (29.50°N, 106.40°E), Kunming (25.00°N, 102.70°E), Guangzhou (23.15°N, 113.35°E), Haikou (23.15°N, 110.35°E).

К сожалению, других работ (кроме приведённых выше), исследующих возмущения ионосферного квазистационарного электрического поля над сейсмоактивными районами, мы не смогли обнаружить. Большинство таких публикаций исследуют возмущения других параметров, наиболее часто – спектра мощности.

## Литература

1. О.В. Золотов, А.А. Намгаладзе, И.Е. Захаренкова, и др. Физическая интерпретация и математическое моделирование ионосферных предвестников землетрясений: средние широты // Геомagnetизм и Аэрoномия. -2012. -Т. 52. -№ 3. -С. 413-420
2. А.А. Namgaladze, O.V. Zolotov, I.E. Zakharenkova, et al. Ionospheric total electron content variations observed before earthquakes: Possible physical mechanism and modeling // Proc. of the MSTU. -2009. -V. 12. -N. 2. -P. 308-315.
3. V.M. Chmyrev, N.V. Isaev, S.V. Bilichenko, G.A. Stanev. Observation by space-borne detectors of electric fields and hydromagnetic waves in the ionosphere over an earthquake center // Physics of the Earth and Planetary Interiors. -1989. -V. 57. -P. 110-114. doi: 10.1016/0031-9201(89)90220-3
4. M. Gousheva, R. Glavcheva, D. Danov, et al. Satellite monitoring of anomalous effects in the ionosphere probably related to strong earthquakes // Advances in Space Research. -2006. -V. 37. -N. 4. -P. 660-665. doi:10.1016/j.asr.2004.12.050
5. M.N. Gousheva, R.P. Glavcheva, D.L. Danov, et al. Electric field and ion density anomalies in the mid latitude ionosphere: Possible connection with earthquakes? // Advances in Space Research. -2008. -V. 42. -N. 1. -P. 206-212. doi:10.1016/j.asr.2008.01.015
6. M. Gousheva, D. Danov, P. Hristov, M. Matova. Quasi-static electric fields phenomena in the ionosphere associated with pre- and post earthquake effects // Natural Hazards and Earth System Sciences. -2008. -V. 8. -N. 1. -P. 101-107. doi:10.5194/nhess-8-101-2008
7. M. Gousheva, D. Danov, P. Hristov, M. Matova. Ionospheric quasi-static electric field anomalies during seismic activity in August–September 1981 // Natural Hazards and Earth System Sciences. -2009. -V. 9. -N. 1. -P. 3-15. doi:10.5194/nhess-9-3-2009
8. X. Zhang, X. Shen, S. Zhao, et al. The characteristics of quasistatic electric field perturbations observed by DEMETER satellite before large earthquakes // Journal of Asian Earth Sciences. -2014. -V. 79. -P. 42–52. doi:10.1016/j.jseaes.2013.08.026
9. T. Xu, Hu Yanli, Wu Jian, et al. Anomalous enhancement of electric field derived from ionosonde data before the great Wenchuan earthquake // Advances in Space Research. -2011. -V. 47. -N. 6. -P. 1001-1005. doi: 10.1016/j.asr.2010.11.006

## О «наивной» оценке полного тока в глобальной электрической цепи

**Золотов О. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра физики)

**Аннотация.** В работе представлена «наивная» оценка полного тока в глобальной электрической цепи на основе обзора существующих измерений величин токов «хорошей погоды», представленных в доступных публикациях.

**Abstract.** The paper provides “naive” estimation of the total net electric current flowing in the global electric circuit basing on the “fair-weather” electric currents’ observations reported according to the publications available.

**Ключевые слова:** полный ток, глобальная электрическая цепь, электрические токи «хорошей погоды».

**Key words:** net current, global electric circuit, “fair-weather” electric current.

При рецензировании наших работ [1-2] некоторые анонимные рецензенты указали на необходимость сопоставления величины вносимых нами дополнительных токов сейсмического происхождения с полным током в глобальной электрической цепи; в качестве справочной приводилась величина 1 кА.

В настоящей работе приведена «наивная» оценка полного тока в глобальной электрической цепи, основанная на следующих допущениях:

1. Площадь поверхности Земли принята равной поверхности сферы аналогичного радиуса; радиус Земли 6371 км.

2. Площадь, занимаемая токами «хорошей погоды», составляет 99 % от площади поверхности Земли (*“The return current of 1 kA flows through the fair weather atmosphere, over 99% of Earth's surface remote from thunderstorms”*[3]).

3. Величина плотности тока «хорошей» погоды  $J_c$  составляет 0.5 -10 пА/м<sup>2</sup>, как это следует из публикаций [3-11].

Тогда имеем

$$\begin{aligned} I_{\Sigma} &= 0.99 \times S_{\text{Earth}} \times J_c = \\ &= 0.99 \times (4\pi (R_{\text{Earth}})^2) \times J_c \approx \\ &\approx 0.99 \times (4\pi (6.37 \times 10^6 [M])^2) \times J_c \approx \\ &\approx 504.55 \times 10^{12} [M^2] \times J_c = \\ &= 504.55 \times 10^{12} [M^2] \times \\ &\times (0.5 \times 10^{-12} \div 10 \times 10^{-12} [A/M^2]) \approx \\ &\approx 250 \div 5000 [A] = 0.25 \div 5 [kA] \end{aligned}$$

$$I_{\Sigma} \approx 0.25 \div 5 \text{ [кА]} \quad (*)$$

Подставляя в полученное выше выражение значение плотности тока «хорошей погоды» 1-3 пА/м<sup>2</sup>, получим

$$I_{\Sigma} \approx 0.5 \div 1.5 \text{ [кА]} \quad (**)$$

Т.о, используя оценку (\*\*\*) необходимо учитывать естественную изменчивость значений токов «хорошей погоды» и соответствующей им величины полного тока (\*) в глобальной электрической цепи. При этом:

1. токи, превышающие указанные 1-3 пА/м<sup>2</sup>, не являются редкими исключительными событиями; например, в работе [11] сообщается о средней (за год, с окончанием года измерений 1 сентября 1961 г.) величине тока «хорошей погоды» 5.4 пА/м<sup>2</sup>;
2. приведённые значения усреднены для значительных интервалов времени (например, несколько лет, год, месяц), в то время как действия «сейсмогенных» токов в модельных экспериментах ограничено несколькими сутками.

#### Литература

1. А.А. Намгаладзе, О.В. Золотов, Б.Е. Прохоров. Численное моделирование вариаций полного электронного содержания ионосферы, наблюдавшихся перед землетрясением 12 января 2010 г. на о-ве Гаити // Геомагнетизм и Аэрномия. -2013. -Т. 53. -№ 4. -С. 553-560. -doi:10.7868/S0016794013030140
2. А.А. Namgaladze, O.V. Zolotov, B.E. Prokhorov. Numerical simulation of the variations in the total electron content of the ionosphere observed before the Haiti earthquake of January 12, 2010 // Geomagnetism and Aeronomy. -2013. -V. 53. -N. 4. -P. 522-528. -doi:10.1134/S0016793213030122
3. M.J. Rycroft, S. Israelsson, C. Price. The global atmospheric electric circuit, solar activity and climate change // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. -2000. -V. 62. -N. 17-18. -P. 1563–1576. -doi:10.1016/S1364-6826(00)00112-7
4. S. Israelsson, H. Tammet. Variation of fair weather atmospheric electricity at Marsta observatory, Sweden, 1993–1998 // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. -2001. -V. 63. -N. 16. -P. 1693-1703. -doi:10.1016/S1364-6826(01)00049-9

5. R.G. Harrison, W.J. Ingram. Air–earth current measurements at Kew, London, 1909 1979 // Atmospheric Research. -2005. -V. 76. -N. 1-4. -P. 49–64. -doi:10.1016/j.atmosres.2004.11.022
  6. R.G. Harrison, K.A. Nicoll. Air-earth current density measurements at Lerwick; implications for seasonality in the global electric circuit // Atmospheric Research. -2008. -V. 89. -N. 1-2. -P. 181-193. -doi:10.1016/j.atmosres.2008.01.008
  7. R.H. Holzworth, E.A. Bering, M.F. Kokorowski, et al. Balloon observations of temporal variation in the global circuit compared to global lightning activity // Advances in Space Research. -2005. -V. 36. -N. 11. -P. 2223-2228. -doi:10.1016/j.asr.2005.07.009
  8. H. Tammet. A joint dataset of fair-weather atmospheric electricity // Atmospheric Research. -2009. -V. 91. -N. 2-4. -P. 194-200. -doi:10.1016/j.atmosres.2008.01.012
  9. M.N. Kulkarni, S.D. Pawar, P. Murugavel, V. Gopalakrishnan. Diurnal variation of surface currents at a tropical station // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. -2010. -V. 72. -N. 1. -P. 77-82. -doi:10.1016/j.jastp.2009.10.010
  10. D.A. Retalis. Study of the air-earth electrical current density in Athens // Pure and Applied Geophysics. -1991. -V. 136. -N. 2-3. -P. 217-233. -doi:10.1007/BF00876374
- W.E. Cobb. The atmospheric electric climate at Mauna Loa observatory, Hawaii // Journal of the Atmospheric Sciences. -1968. -V. 25. -N. 3. -P. 470-480. -doi:10.1175/1520-0469(1968)025<0470:TAECAM>2.0.CO;2

## Об оценке величины электрических токов сейсмического происхождения

**Золотов О. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра физики)

**Аннотация.** В работе представлен обзор результатов лабораторных экспериментов по генерации электрических токов в образцах пород (преимущественно, под действием сил сжатия) на основе анализа доступных публикаций.

**Abstract.** The paper provide a review of the pressure-stimulated currents (mainly) obtained in laboratory experiments according to the publications available.

**Ключевые слова:** сейсмогенные электрические токи.

**Key words:** seismogenic electric currents.

Нами ранее были представлены результаты численного моделирования воздействия на ионосферу сейсмогенных электрических токов [1-2]. Ряд анонимных рецензентов указали на необходимость обоснования существования таких токов, прежде всего, путём их натуральных наблюдений. К сожалению, наблюдений именно токов (а не полей) практически не ведётся, но существует ряд лабораторных испытаний образцов пород, исследующих возникновение в них токов под действием различных факторов. В таблице приведены описания результатов соответствующих экспериментов (преимущественно с использованием прессов высокой нагрузки).

Таблица 1. Результаты экспериментов

№	Сылка / Описание
1	Dologlou-Revelioti & Varotsos [3] проводили эксперименты с 7 образцами пород (Греция) методом постепенного изменения их температуры: в отсутствие внешнего электрического поля во всех образцах наблюдался переходный электрический ток 0.01-1 нА, максимум амплитуды которого достигался около комнатной температуры.
2	Warwick et al. [4] в лабораторных экспериментах по сжатию образцов гранита на основе измерений порождённого магнитного поля получили оценку тока пьезоэлектрического происхождения в ~0.25 мА (на расстоянии 1 см от сенсора).
3	Freund et al. [5] провёли ряд лабораторных экспериментов по сжатию образцов пород (габбро из провинции Шаньси, Китай; размерами 30 см × 15 см × 10 см) на прессах высокой нагрузки,

№	Сылка / Описание
	<p>в которых были зарегистрированы токи величиной 10-25 нА (с пиковыми значениями до 55 нА за ~2 с до разрушения и до 450 нА после самостоятельного «лёгкого накренения» образца) на коллекторе площадью 200 см<sup>2</sup>, что соответствует плотности тока 500-1250 нА/м<sup>2</sup>.</p>
4	<p>Freund [6] сообщает об ионном токе 10-20 нА на коллекторе (10 см × 20 см) при экспериментах на прессах высокой нагрузки с габбро (размерами 30 см × 15 см × 10 см). При сжатии одного из концов гранитной плиты (длиной 4 м и 20 см × 20 см в поперечном сечении) до 60000 lbs (~20МПа; 10% разрушающего напряжения), с удержанием в постоянном режиме в течение 5 мин и последующим постепенным снятием нагрузки в следующие 5 мин, регистрировались электрические токи амплитудами до 1 нА.</p>
5	<p>Freund [7]: Блок гранита (размерами 25 см × 25 см × 13 см) находился под постоянным давлением (цилиндр 13.5 см в диаметре). На расстоянии 500 мкм над поверхностью блока находилась пластинка коллектора под напряжением -47 В или +47 В. При положительном напряжении на коллекторе электрического тока не наблюдалось, при -47 В регистрировался ионный ток магнитудой до 80 пА (величина тока установилась на значениях ~40-50 пА).</p>
6	<p>Vallianatos and Triantis [8] исследовали образцы: (а) кальцита (размерами 40 мм × 40 мм × 50 мм и 50 мм × 50 мм × 50 мм); (б) цементной пасты размерами 50 мм × 50 мм × 50 мм, приготовленной из смеси цемента (Ordinary Portland Cement) и воды в пропорции 1:0.5 (время застывания – 90 дней); (в) цементного раствора размерами 50 мм × 50 мм × 50 мм, приготовленного из смеси цемента (Ordinary Portland Cement), песка (размер песчинки не превосходил 2 мм) и воды в пропорции 1:3:0.5. Эксперимент проводился через 90 дней, т.е. блоки достигли 95% максимальной прочности. В экспериментах с разными режимами нагрузки образцов регистрировались токи ~10 пА -80 пА (~1-7 нА/м<sup>2</sup> при нормировании на площадь, равную площади параллелепипеда соответствующих линейных размеров) для кальцита и ~70 пА (~5 нА/м<sup>2</sup>, аналогично) для цементной пасты и цементного раствора.</p>

№	Сылка / Описание
7	Triantis et al. [9] измеряли токи, возникающие при резком одноосном сжатии образца породы (кернов амфиболитов цилиндрической формулы, размерами 25 мм в диаметре и 50 мм высотой). Регистрировались токи (соответствующие моментам нагружения образца) с максимальной амплитудой 0.75 пА (т.е. $\sim 0.2$ нА/м <sup>2</sup> при нормировании на площадь боковой поверхности цилиндра).
8	Yoshida [10] в лабораторных тестах изучал механизмы генерации электрических сигналов, генерируемых при деформации и разрушении образцов породы. Испытывались цилиндрические образцы, насыщенные водой. В испытаниях при комнатной температуре получена величина плотности тока 1 мА/м <sup>2</sup> (генерируемого вследствие электрокинетического эффекта).
9	Takeuchi et al. [11] исследовали на прессах высокой нагрузки образцы (размерами 30 см × 30 см × 1 см) гранита, анортозита, известняка и мрамора. Воздействию подвергалась центральная часть образца размерами 2.5 см × 3 см × 1 см; при медленном увеличении уровня давления (гранит) с 50 МПа до 60 МПа генерировался «дырочный» и электронный токи $\sim 10^{-6}$ А; для анортозита и габбро величина тока была в 50-60 раз больше по сравнению с гранитом; для образцов известняка и мрамора генерировался ток в 10-100 раз меньший, чем для гранита. Величина $10^{-6}$ А при нормировании на площадь сдавливаемого объема соответствует $\sim 1.3$ мА/м <sup>2</sup> .
10	Triantis et al. [12] исследовали 20 образцов цементного раствора размерами 50 мм × 50 мм × 70 мм, приготовленного из смеси цемента (Ordinary Portland Cement), песка (размер песчинки 0.6 мм-3 мм) и воды в пропорции 1:3:0.5. Эксперимент проводился через 100 дней, т.е. блоки достигли 90-95% максимальной прочности. В экспериментах регистрировались токи $\sim 27$ пА -93 пА ( $\sim 23$ нА/м <sup>2</sup> при нормировании на площадь грани образца).
11	Triantis et al. [13] исследовали три образца (размерами 69.6 мм × 49.0 мм × 109.1 мм, 69.8 мм × 48.9 мм × 108.8 мм и 69.6 мм × 49.0 мм × 61.2 мм) мрамора (Dionysos marble) с применением двух способов нагружения (с медленным повышением образца и ступенчатым). При медленном увеличении

№	Сылка / Описание
	нагрузки для первых двух образцов регистрировались токи максимальной амплитудой до 410 пА и 340 пА (соответствует ~47 нА/м <sup>2</sup> и ~57 нА/м <sup>2</sup> при нормировании на площадь большей из граней). При ступенчатом (в 5 этапов) повышении нагрузки (третий образец) регистрировались токи 0.31 пА-2.61 пА (~0.6 нА/м <sup>2</sup> ).

Электрические токи, полученные при испытаниях образцов пород в лабораторных экспериментах

Если свойства образцов породы сохраняются при экстраполяции до размеров тектонических разломов, то полученный диапазон оценок величин токов (пА/м<sup>2</sup> - мкА/м<sup>2</sup>) включает в себе требуемые для наших модельных расчётов [1-2] значения (~10 нА/м<sup>2</sup>), а сами эти процессы могут рассматриваться вместе с инъекцией радона и радиоактивных почвенных газов в качестве сейсмогенных источников возмущений глобальной электрической цепи. Вопрос проникновения этого сейсмогенного тока от границы раздела земля-воздух (над разломами) на ионосферные высоты в настоящей работе не обсуждается из-за ограничения на количество страниц в статье.

## Литература

1. А.А. Намгаладзе, О.В. Золотов, Б.Е. Прохоров. Численное моделирование вариаций полного электронного содержания ионосферы, наблюдавшихся перед землетрясением 12 января 2010 г. на о-ве Гаити // Геомагнетизм и Аэрномия. -2013. -Т. 53. -№ 4. -С. 553-560. -doi:10.7868/S0016794013030140
2. А.А. Namgaladze, O.V. Zolotov, B.E. Prokhorov. Numerical simulation of the variations in the total electron content of the ionosphere observed before the Haiti earthquake of January 12, 2010 // Geomagnetism and Aeronomy. -2013. -V. 53. -N. 4. -P. 522-528. -doi:10.1134/S0016793213030122
3. E. Dologlou-Revelioti, P.Varotsos. Thermally stimulated currents in rocks // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts. -1986. -V. 24. -N. 1. -doi:10.1016/0148-9062(87)91305-2
4. J.W. Warwick, C. Stoker, T.R. Meyer. Possible application to the Great Chilean earthquake of May 22 1960 // JGR. -1982. -V. 87. -N. 2. -P. 2851-2859. -doi:10.1029/JB087iB04p02851

5. F.T. Freund, I.G. Kulahci, G. Cyr, et al. Air ionization at rock surfaces and pre-earthquake signals // JASTP. -2009. -V. 71. -P. 1824-1834. -doi:10.1016/j.jastp.2009.07.013
6. F. Freund. Pre-earthquake signals: Underlying physical processes // Journal of Asian Earth Sciences. -2011. -V. 41. -Iss. 4-5. -P. 383-400. -doi:10.1016/j.jseaes.2010.03.009
7. F.T. Freund. Rocks that crackle and sparkle and glow: strange pre-earthquake phenomena // Journal of Scientific Exploration. -2003. -V. 17. -N. 1. -P. 37-71.
8. F. Vallianatos, D. Triantis. Scaling in pressure stimulated currents related with rock fracture // Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications. -2008. -V. 387. -N. 19-20. -P. 4940-4946. doi:10.1016/j.physa.2008.03.028
9. D. Triantis, C. Anastasiadis, F. Vallianatos, et al. Electric signal emissions during repeated abrupt uniaxial compressional stress steps in amphibolite from KTB drilling // NHSS. -2007. -V. 7. -N. 1. -P. 149-154. -doi:10.5194/nhess-7-149-2007
10. S. Yoshida. Convection current generated prior to rupture in saturated rocks // JGR. -2001. -V. 106. -N. B2. doi:10.1029/2000JB900346
11. A. Takeuchi, B.W.S. Lau, F.T. Freund. Current and surface potential induced by stress-activated positive holes in igneous rocks // PCE. -2006. -V. 31. -Iss. 4-9. -P. 240-247. -doi:10.1016/j.pce.2006.02.022
12. D. Triantis, I. Stavrakas, A. Kyriazopoulos, et al. Pressure stimulated electrical emissions from cement mortar used as failure predictors // International Journal of Fracture. -2012. -V. 175. -N. 1. -P. 53-61. -doi:10.1007/s10704-012-9701-7
13. D. Triantis, I. Stavrakas, C. Anastasiadis, et al. An analysis of pressure stimulated currents (PSC), in marble samples under mechanical stress // PCE. -2006. -V. 31. -N. 4-9. -P. 234-239. -doi:10.1016/j.pce.2006.02.018

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ,  
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ  
И ПРОГРАММНЫЕ  
РАЗРАБОТКИ**

## **Разработка системы информационной поддержки радиологических измерений с блоком визуального анализа**

**Вицентий А. В., Шишаев М. Г.** (*г. Апатиты, Институт информатики и математического моделирования технологических процессов КНЦ РАН лаборатория региональных информационных систем; КФ ФГБОУ ВПО «ПетрГУ», кафедра информационных систем и технологий*)

**Аннотация.** В работе рассматривается разработка системы информационной поддержки радиологических измерений. Главной особенностью системы является блок визуального анализа на основе космических снимков. Представлены общая схема работы и архитектура системы.

**Abstract.** In this article the development of radiological measurements information support system are considered. The main feature of the system is a unit based on the visual analysis of satellite images. The general scheme and system architecture are presented.

**Ключевые слова:** Радиологический мониторинг, спутниковые снимки, визуальный анализ.

**Key words:** Radiological monitoring, satellite imagery, visual analysis.

На сегодняшний день Мурманская область является одним из самых потенциально опасных регионов Российской Федерации (АЗРФ) с точки зрения ядерной и радиационной безопасности. Здесь находятся Кольская АЭС, атомные ледоколы, военные подводные и надводные корабли с ядерными энергетическими установками, объекты временного хранения отработавшего ядерного топлива, большой пункт временного хранения реакторных отсеков, предприятия по обслуживанию и ремонту атомных судов. Радиационную обстановку вокруг этих объектов контролируют разные ведомства. Например, за фоном вокруг Кольской АЭС наблюдают как специалисты самой станции, так и Межрегиональное управление № 118 Федерального медико-биологического агентства России [1].

Создание систем непрерывного мониторинга радиационной обстановки и доступность данных – это требование времени [2]. Важную роль в эффективности функционирования таких систем играет применение современных информационных технологий и использование новых источников данных, примером которых могут быть данные, полученные с

помощью дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса – прежде всего спутниковые снимки.

Актуальность разработки современных систем информационной поддержки радиологических измерений обусловлена потребностью специалистов различных предметных областей в получении оперативной информации радиологического мониторинга. А широкое внедрение информационных продуктов, полученных на основе данных ДЗЗ и компьютерных методов картографирования и анализа, в свою очередь, позволяет улучшить качество обработки данных и более адекватно отражать состояние сложных биосоциэкономических систем. В данной работе в качестве предметной области выбран мониторинг радиологической обстановки по пяти видам измерений: почва, вода, аэрозоли, осадки и пища. Данные измерений хранятся в соответствующих базах данных и визуализируются средствами разработанной системы.

Для визуального анализа результатов радиологического мониторинга специалист через интуитивно понятный веб-интерфейс получает возможность выбрать на интерактивной карте необходимые точки, в которых происходили измерения, и обозначить тот период времени, данные за который его интересуют. Эта информация визуализируется в виде графиков, отображающих значения измерений за выбранный период. Анализируя экстремумы графиков, специалист определяет координаты области на карте, космические снимки которой он хотел бы проанализировать дополнительно, а также примерные даты получения снимков и прочие характеристики.

В процессе практической реализации система информационной поддержки радиологических измерений (СИПРИ) была разделена на три логических блока (Рис. 1.), взаимодействие которых организовано посредством протоколов HTTP и FTP. Комплекс тематической обработки данных и средства анализа данных и решения предметно-ориентированных задач предоставляются специалисту в виде готовых web-сервисов, имеющих интуитивно понятный интерфейс, что обеспечивает более эффективное использование этих средств. Реализация блоков, отвечающих за доступ и первичную обработку данных, а также физическая организация хранения данных скрыты от конечного пользователя.

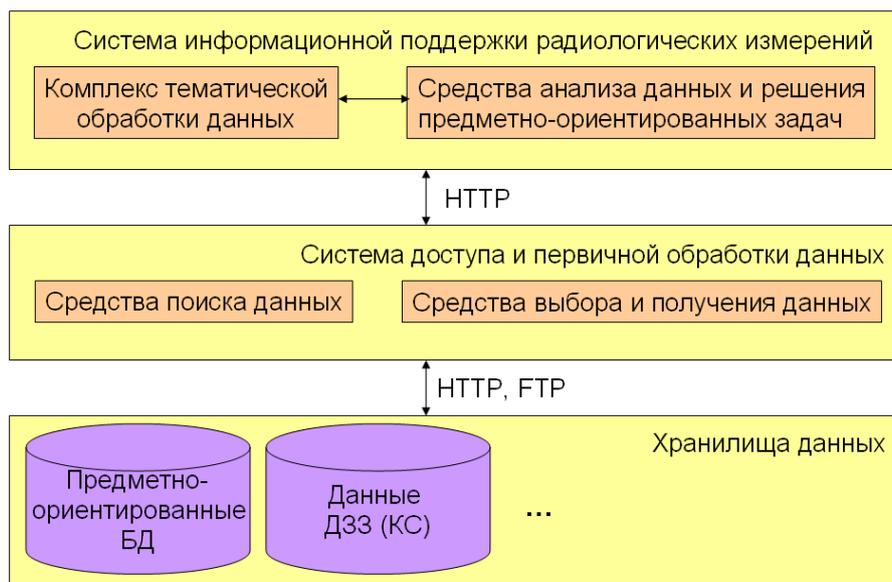


Рис. 1. Основные блоки СИПРИ

Архитектурно СИПРИ представлена двумя уровнями – уровнем представления, обеспечивающем интерфейс пользователя и прикладным уровнем, реализующим вычислительные сервисы (рис. 2)

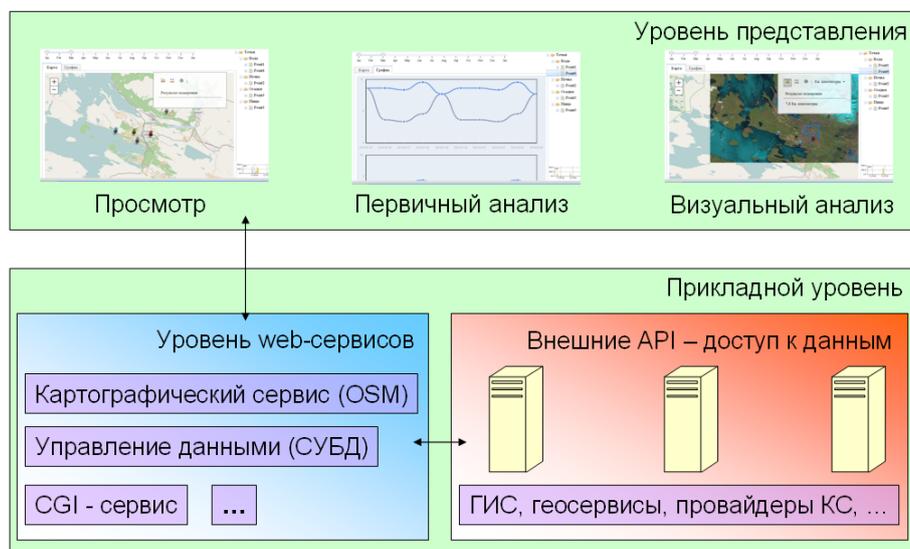


Рис.2. Архитектура СИПРИ

Пример интерфейса, отображающего наложение спутникового снимка космического аппарата Landsat 8 [4] представлен на рисунке 3. Однако архитектура приложения предоставляет возможность подключения и других источников космических снимков исследуемых территорий.

Первичная навигация для выбора необходимых точек мониторинга, а также картографическая подложка обеспечивается средствами технологии

OpenStreetMap [3], что соответствует современным тенденциям в области разработки предметно-ориентированных геопорталов.

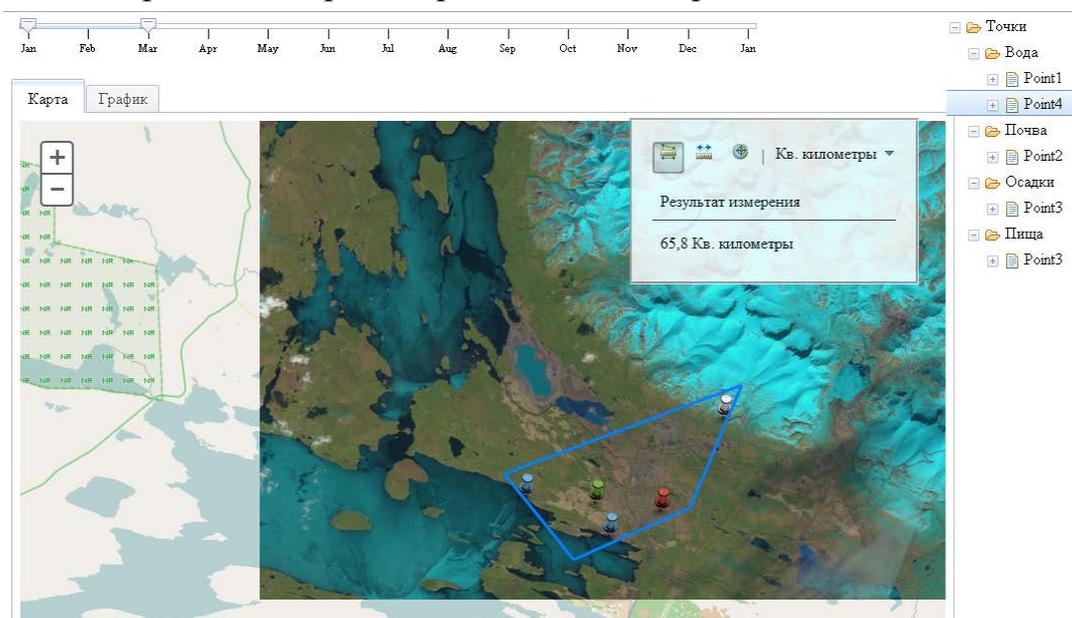


Рис. 3. Пример интерфейса пользователя

Использование в качестве основного источника спутниковых данных снимков космического аппарата Landsat обусловлено рядом факторов, среди которых следует отметить следующие: пространственное разрешение снимков, удовлетворяющее условиям задачи; съемка в 11 диапазонах длин волн, включая OLI (оптико-электронный) и TIRS (тепловой) диапазоны; большой архив накопленных данных; возможность свободного получения снимков; наличие специальных сервисов распространения данных.

Таким образом, разрабатываемая авторами система информационной поддержки радиологических измерений позволяет специалисту радиологического контроля на основе визуального анализа полученных данных дистанционного зондирования, сделать предположение о причинах повышения уровня радиации и спрогнозировать дальнейшие изменения.

#### Литература

1. Межрегиональное управление № 118 Федерального медико-биологического агентства России. – Режим доступа: <http://www.ru118.ru/>
2. В Мурманске обсудили проблему мониторинга радиационной обстановки. – Режим доступа: [http://bellona.ru/articles\\_ru/articles\\_2012/1337334623.04](http://bellona.ru/articles_ru/articles_2012/1337334623.04).
3. Openstreetmap. – Режим доступа: <http://www.openstreetmap.org>.  
Landsat Science. – Режим доступа: <http://landsat.gsfc.nasa.gov/>.

УДК 656.078: 658.5.011

## **Управление бизнес-процессами транспортно-логистической компании с использованием имитационного моделирования**

**Григорьев О. В.<sup>1</sup>, Латыпова Э. А.<sup>2</sup>, Бондарева И. О.<sup>3</sup>** (1. – г. Астрахань, руководитель агентства по рыболовству Астраханской области; 2. – г. Астрахань, Каспийский институт морского и речного транспорта – филиал ФБОУ ВПО ВГАВТ, кафедра математических и естественнонаучных дисциплин; 3. – г. Астрахань, ФГБОУ ВПО «АГТУ» кафедра Прикладной информатики в экономике)

**Аннотация.** Рассмотрена возможность повышения эффективности управления бизнес-процессами грузового порта. Описана технология создания сбалансированной системы показателей, начиная с выбора стратегии, построения дерева целей, детализации дерева целей согласно четырех перспектив: финансы, клиенты, внутренние бизнес-процессы, обучение и развитие.

**Abstract.** We consider the possibility of increasing the efficiency of cargo port business process management. We describe the technology of balanced scorecard creating, from the choosing of strategy, constructing the tree of goals, making the specification of the three of goals according to four perspectives: financial, customer, internal business processes, training and development.

**Ключевые слова:** сбалансированная система показателей, грузовой порт, бизнес-процессы, стратегия порта, дерево целей, стратегическая карта, управленческие решения, перспективы, эффективность, конкурентоспособность.

**Key words:** balanced scorecard, cargo port, business process, port strategy, the tree of goals, strategic map, management decisions, the efficiency, competitiveness.

С риском связан любой вид деятельности, в том числе и функционирование грузовых портов. Существование риска вызвано тем, что невозможно сразу предусмотреть наступление тех или других событий. Однако риски можно и нужно прогнозировать и оценивать в той или иной сложившейся ситуации по результатам принимаемых в компании решений. Для этого необходимо в первую очередь выявить наиболее опасные риски.

Среди большого числа видов рисков выделяют стратегические – это риски возникновения у компании убытков в результате ошибок (недостатков), допущенных при принятии решений, определяющих стратегию деятельности и развития компании [1]. Этот вид рисков

является наиболее опасным в связи с тем, что реализация этих рисков может повлечь резкое и глобальное снижение конкурентоспособности, вся ответственность за реализацию данных рисков лежит непосредственно на самой компании, а также данный вид рисков довольно сложно выявлять и систематизировать. Именно поэтому большинство методов, которые используются в управлении другими видами рисков, к стратегическим рискам трудно применимы. В результате предлагается использовать методику управления стратегическими рисками с помощью соединения преимуществ концепций комплексной системы управления рисками (КСУР) и системы сбалансированных показателей (ССП), а также технологии имитационного моделирования.

Концепция сбалансированной системы показателей (ССП) [2] призвана в компактной форме, в виде системы показателей представить менеджеру наиболее актуальную для него информацию. Концепция позволяет: рассматривать в совокупности финансовые и нефинансовые индикаторы, учитывать причинно-следственные связи между итоговыми показателями и факторами влияния [4]. Это дает возможность довольно подробный анализировать деятельность компании в стратегическом фокусе, повысить оперативность и эффективность принимаемых управленческих решений, а также проводить мониторинг целевых индикаторов деятельности, степень достижения которых определяет движение компании согласно заданной стратегии. Таким образом, были определены стратегические цели деятельность компании (рис. 1). Далее согласно концепции цели были рассмотрены в рамках выбранных перспектив (финансы, клиенты, внутренние бизнес-процессы и обучение и развитие) и дополнены набором показателей, позволяющих судить о степени достижения той или иной цели. Так, например, цель «Повысить платежеспособность компании» характеризует показатель «Коэффициент абсолютной ликвидности»:

$$K_{ал} = \frac{ДС + ФВ_{кр.}}{O_{текущ.}}, \quad (1)$$

где ДС – денежные средства, ФВ<sub>кр.</sub> – краткосрочные финансовые вложения, O<sub>текущ.</sub> – текущие обязательства.



Рис. 1. Дерево целей грузового порта

Стратегические риски, рассматриваемые в данной ситуации являются рисками недостижения стратегических целей компании. Существующие до сих пор концепции управления рисками предполагают построение либо общей карты рисков для всей компании, либо карт по различным направлениям деятельности (операционная деятельность, инвестиционная деятельность, финансы и др.), но в итоге все равно ущерб сводится к изменению текущих финансовых показателей. Соединение ССП и КСУР позволяет глубже взглянуть на последствия реализации риска, учитывая не поддающиеся точной денежной оценке нефинансовые показатели.

Одним из наиболее популярных инструментов КСУР является карта рисков (рис. 2), позволяющая наглядно изобразить влияние каждого риска на деятельность компании. На карте определяется линия, показывающая степень риска, приемлемую для компании – граница толерантности. Риски, помещенные выше линии толерантности, являются критическими для компании, и при их наличии необходимы меры для снижения опасности до приемлемого уровня.

На рисунке 2 представлен пример построения карты рисков. 13 стратегических рисков (по количеству стратегических целей) распределены в ячейках карты рисков в соответствии с ожидаемым ущербом от реализации и вероятности наступления каждого риска. Карта рисков делится на несколько областей таким образом, что риски, попадающие в одну область, являются одинаково опасными для компании (различные цвета на карте рисков).

Основным способом выявления и анализа стратегических рисков

является построение не одной, а нескольких карт риска: для каждого разреза деятельности компании (финансы, клиенты, внутренние бизнес-процессы, обучение и развитие) строится своя карта.

Все это позволяет более точно оценить эффективность мер, снижающих уровень риска. Понимание ущерба только как прямых финансовых потерь, не учитывая долгосрочных последствий от реализации риска, преуменьшает опасность риска. Поэтому рассмотрение риск-менеджмента через использование ССП значительно повышает оценку эффективности КСУР.



Рис. 2. Карта рисков (пример)

Таким образом, с помощью ССП определяются цели и показатели деятельности порта, КСУР позволяет характеризовать степень опасности рисков и оценить возможный ущерб, однако также необходим инструмент информационно-компьютерной поддержки для сохранения качества всех процессов на определенном уровне. В данном случае предлагается использовать частный случай математического моделирования – имитационное моделирование, позволяющее проводить эксперимент с системами в тех случаях, когда делать это с реальной системой по различным причинам не представляется возможным или попросту нецелесообразно [3].

Для формализованного представления основных процессов, осуществляемых в порту, наиболее удобными являются сетевой анализ и алфавит, позволяющие получить наиболее понятное описание для конечного пользователя. Разрабатываемая имитационная модель направлена на управление всей деятельностью порта (в том числе и технологического характера) на основе поставленных стратегических

целей и с учетом стратегических рисков. Была разработана формализованная модель с целью описания процесса управления деятельностью порта [5]. Рассмотрим характеристики и отношения, определенные моделью, для множества рисков, с которыми связана деятельность грузового порта:

$RP = \langle rp_i, trp_i, c_i, pd_i, zrp_i, gzrp_i^{\min}, gzrp_i^{\max}, zlprp_i \rangle$ , где

$i$  – порядковый номер элемента;  $rp_i$  – наименование риска порта;

$trp_i$  – тип риска порта:

$$trp_i = \begin{cases} 1, & \text{если риск стратегический,} \\ 2, & \text{если риск операционный;} \end{cases}$$

$c_i$  – цель порта, с которой связан стратегический риск. Если риск операционный, то в данном поле ставится значение 0;  $pd_i$  – показатель(ли) деятельности порта. Если риск стратегический, то  $pd$  представляет матрицу-столбец, включающую показатели деятельности порта, характеризующие соответствующую стратегическую цель. Если риск операционный, то  $pd_i$  представляет собой один показатель (фактор).

$zrp_i$  – количественное значение риска порта, выраженное в процентах;

$gzrp_i^{\min}$  – минимальное граничное количественное значение риска, выраженное в процентах;  $gzrp_i^{\max}$  – максимальное граничное количественное значение риска, выраженное в процентах;

$zlprp_i$  – значение лингвистической переменной «Уровень риска» для полученного количественного значения риска порта:

$$zlprp_i = \begin{cases} \text{Приемлемый,} & \text{если } zrp_i \leq gzrp_i^{\min}; \\ \text{Пограничный,} & \text{если } gzrp_i^{\min} < zrp_i < gzrp_i^{\max}; \\ \text{Неприемлемый,} & \text{если } zrp_i \geq gzrp_i^{\max}. \end{cases}$$

По результатам формализации была построена имитационная модель, позволившая связать, обе концепции воедино и на выходе получить необходимую оценку рисков в виде карт рисков для каждой перспективы. На форме имитационной модели имеется возможность ввода значений коэффициентов  $k_i$  для каждой перспективы и весов  $e_j$  для каждой области на карте рисков, что в дальнейшем позволяет вычислить показатель, характеризующий степень опасности каждого риска  $d(R) =$

$k_i e_j(R)$ , где  $R$  характеризует конкретный риск.

Концепции системы управления рисками и сбалансированной системы показателей во многом дополняют друг друга. В результате совокупного применения концепций вырастает вероятность достижения стратегических целей компании. Использование построенных отчетов имитационной модели, позволит более эффективно принимать управленческие решения с точки зрения оценки стратегических рисков.

#### Литература

1. Грищенко О. В. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия: Учебное пособие. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. 112с.
2. Каплан Р. С., Нортон Д. П. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / Пер. с англ. — М.: ЗАО «Олимп—Бизнес», 2003, 304 с.: ил.
3. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Классика CS. — СПб.: Питер; Киев: издательская группа ВНУ, 2004. — 847 с.: ил. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Классика CS. — СПб.: Питер; Киев: издательская группа ВНУ, 2004. — 847 с.: ил.
4. Ольве Н.-Г. Оценка эффективности деятельности компании: Практическое руководство по использованию сбалансированной системы показателей/Н.-Г. Ольве, Ж. Рой, М. Веттер. М.: Вильямс, 2004. 306 с.
5. Проталинский О. М., Ханова А. А., Григорьева И. О. Теоретико-множественная модель процессов грузового порта // Вестник Астраханского государственного технического университета 2/2009 — С.83-90.

## **Исследование и анализ пассивных оптических сетей нового поколения**

**Джуманьязов Р. Н., Мальцева Н. С.** (г. Астрахань, ФГБОУ ВПО «АГТУ»)

**Аннотация.** Объемы передаваемых данных с каждым годом растут все больше и больше. Это связано с продвижением «облачных технологий», удаленного хранения данных. Новые услуги, в том числе, видео по запросу (VoD), HDTV (High Definition Television), 3D ТВ, видео конференцсвязь нескольких участников, телемедицина и остальные приложения, которые требуют значительную емкость, будут главными двигателями развития следующего поколения сетей доступа, которые могут удовлетворить наращиваемым требованиям к скорости передачи. Большинство специалистов оценивают рост скорости до 1 Гбит/с на одного абонента. Кроме того, наращивают и требования к симметричности (входящего и исходящего направлений передачи).

### **Следующее поколение оптических сетей доступа**

На данное время большинство широкополосных сетей доступа относятся к сетям, которые базируются на технологии DSL и кабельного ТВ (CATV). Сегодня, большая часть задействованных решений для широкополосных сетей доступа относится к сетям, построенным по технологиям DSL (цифровые абонентские линии) и кабельного ТВ (CATV). Обе эти технологии ограничены, так как основываются на инфраструктуре, предназначенной для передачи речи и аналогового ТВ сигнала. Ограничения медной пары не позволяют присвоить определенную технологию DSL всем парам в одном кабеле, так как это приведет к ограничению диапазона и качества передачи в результате переходных помех.

В скором времени операторы будут не в силах удовлетворить требования пользователей и предоставить им широкий диапазон услуг (передача речи по протоколу IP VoIP, видео по запросу, видеоконференцсвязь, также передача HDTV), поэтому единственным выходом из этой ситуации является вклад в оптическую инфраструктуру доступа. Как следствие уже сейчас увеличивается количество пассивных оптических сетей PON, в основном на базе технологии GPON (Gigabit Passive Optical Network) в качестве оптической технологии доступа.

Другие технологии BPON и EPON также имеют свое место на рынке, но их рост, относительно GPON, окажется заметно меньшим (рисунок 1).

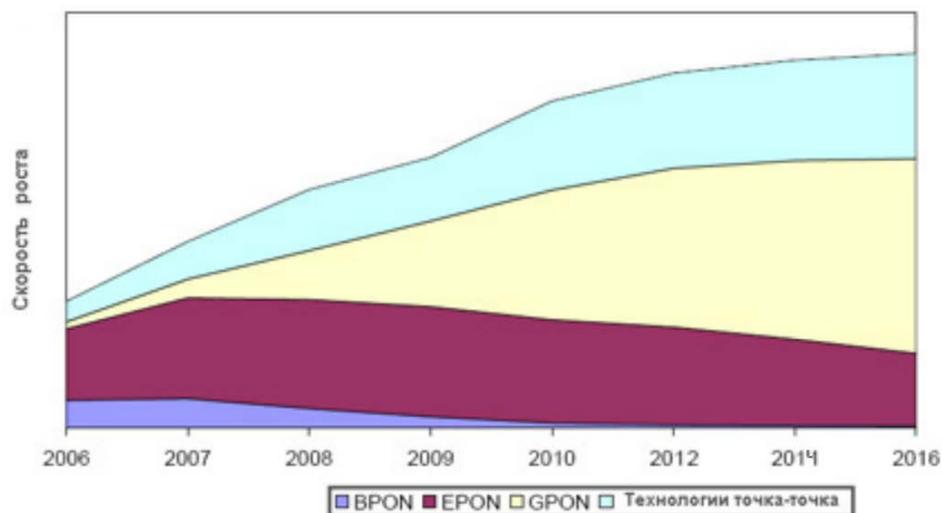


Рис. 1. Прогноз роста разных оптических технологий доступа.

Тем не менее, ограничения по качеству обслуживания и полосе пропускания имеются и у оптических сетей доступа, и в будущем оптические сети не смогут удовлетворять растущим требованиям к мощности, необходимой для предстоящих услуг.

Тенденции развития коммуникационных услуг таковы, что через несколько лет характеристики нынешних PON-технологий могут не удовлетворять требованиям операторов. Поэтому ведущие производители совместно с операторами активно занимаются разработкой и опытным внедрением систем PON следующего поколения — NG-PON.

Оптические сети NG-PON будут способны предложить операторам больший радиус действия, увеличить количество пользователей и битовую скорость. Также решаются вопросы миграции от существующих GPON или IEEE EPON к таким NG-PON.

Наиболее общие требования для следующего поколения PON (NG-PON) является обеспечение гораздо больших возможностей, чем G-PON и E-PON. Учитывая, что системы G-PON и E-PON уже задействованные и в эксплуатации, а система NG-PON пока не доступна, нужны большие капиталовложения для внедрения пассивной оптической сети. Другое важное требование относится к полной миграции абонентов от GPON на NG-PON. Ожидается, что новые технологии будут поддерживать существующие сервисы, предоставляемые заказчикам, и новые технологии должны быть дешевые.

Для перехода к следующему поколению пассивных оптических сетей есть несколько вариантов. Наиболее вероятный – это постепенное

введение оптических сетей NG-PON. В такой ситуации те пользователи GPON, которым необходимы более высокие скорости и дополнительные услуги могут перейти на NG-PON, а остальные пользователи, которые довольны предоставляемыми им услугами, задержатся на существующей системе GPON.

Хотя некоторые операторы сетей могут делать «принудительные миграции» из GPON в NG-PON, вероятно на последнем этапе, когда число абонентов GPON станет небольшим, обе системы GPON и NG-PON, и в этом сценарии содействуют достаточно долгое время.

Общие требования к данному сценарию следующие:

- сосуществование между системами GPON и NG-PON на одной и той же оптической сети;
- минимальный обрыв в предоставлении услуг пользователям в случае модернизации системы в NGPON;
- в случае полной миграции, система NG PON должна поддерживать все существующие услуги. NG-PON предложит более высокую среднюю скорость на абонента по сравнению с GPON.

### **Заключение.**

Исходя из текущей ситуации на рынке широкополосного доступа, многие операторы приняли технологию PON в качестве самого подходящего решения сетей доступа.

В Шэньчжэне консорциум из 80 мировых операторов, производителей оборудования и испытательных лабораторий, разрабатывающий спецификации для оптических сетей (FSAN) провел испытания технологии XG-PON1 (10G GPON). Оборудование предоставила компания Huawei. Цель мероприятия сводилась к проверке корректности реализации стандартов ITU-T XG-PON1. В ходе испытаний была проверена функциональность рекомендации ITU-T G.987.3 (принятых на конференции ITU-T SG15 Q2) в качестве спецификации уровня конвергенции передачи для XG-PON1.

После тестов вице-президент направления оборудования доступа компании Huawei Ли Хэшунь заявил: «Мы считаем, что последний раунд тестирования стал важным этапом на пути развития стандарта XG-PON1, и наглядно продемонстрировал существенный прогресс в этом направлении. Испытания показали, что спецификация XG-PON1 стабильна и готова к

предстоящей коммерческой эксплуатации», что доказывает актуальность внедрения данной технологии.

#### Литература

1. Александр Горнак «Новые горизонты PON», опубликовано в журнале «Технологии и средства связи» №4, 2009 год (дата обращения 10.03.2014)  
Желько Попович АО Эрикссон Никола Тесла, г. Загреб, Хорватия. URL: [http://www.ericsson.com/hr/etk/revija/Br\\_1\\_2010\\_RU/02\\_ru.pdf](http://www.ericsson.com/hr/etk/revija/Br_1_2010_RU/02_ru.pdf) (дата обращения 08.03.2014)  
«Переход на 10G EPON планируется в 2013». URL: <http://pon.imaqliq.com/10g-epon-startuet-v-2013/> (дата обращения 13.03.2014)
2. «Уверенность в будущем оптического доступа». URL: <http://www.impulstelecom.ru/promo/passive/932/138270> (дата обращения 13.03.2014)

## Построение модели интересов пользователя Web-ресурсов

**Диковицкий В. В., Ломов П.А., Федоров А. М.** (*г. Анапты, ИИММ  
КНЦ РАН*)

**Аннотация.** В работе предложен подход автоматического построения модели интересов пользователя глобальных информационных систем, на основе семантического анализа просмотренного пользователем контента и информационных запросов.

**Abstract.** In this paper propose an approach for automatic constructing models of user interests for global information systems, based on semantic analysis of content viewed by user, and information requests.

Модель пользователя, семантика. User model, semantics.

В настоящее время информационные потоки в рамках человеко-машинного взаимодействия приобретают симметричный характер, что обусловлено широкой вариативностью пользовательских действий. Мониторинг пользовательской активности и ее анализ позволяет формулировать требования и рекомендации к организации человеко-машинного интерфейса с учетом характерных особенностей информационной системы и работающих с ней пользователей. Современные системы информационной поддержки являются мультипредметными, т.е. представляют собой большие и сложные информационные системы, ориентированные на комплексное удовлетворение информационных потребностей разнородных пользователей, принадлежащих разным возрастным категориям, различным социальным слоям, имеющим различные области профессиональной деятельности, возраст, пол, род и т.д. Особенностью таких систем является возрастающая мощность обратной связи, Удобная для одного пользователя навигационная схема и структура могут являться неудобными для другого, естественные для одного пользователя шаблоны интерпретации будут непривычными для другого, и так далее. Формально это выражается субъективной полезностью информационного ресурса для более чем одной категории пользователей. В этом случае целесообразно проводить адаптацию структуры информационного ресурса с целью повышения эффективности поиска нужной информации. Определение

категории пользователя требует универсального средства построения модели интересов пользователя.

Целью данной работы является исследование существующих подходов к построению моделей пользовательских интересов, а так же разработка подхода к построению модели пользовательских интересов глобальной сети в автоматическом режиме.

Существующие подходы, направленные на получение персональной информации о пользователях персонификацию пользователей ИС, можно условно разделить на две группы: методы, основанные на использовании онтологий предметных областей, и методы, основанные на статистической обработке данных. Первая группа более точна, однако требует привлечения экспертов для разработки и актуализации онтологий предметных областей. Статистические методы обладают большей скоростью работы, и меньшей выразительностью построенных на их основе моделей пользовательских интересов.

Предложенный подход формирования модели интересов пользователя основан на предположении, что контент, которым оперируют пользователи для решения своих задач, определяет область интересов данных пользователей, которая может быть учтена и формализована. Глобальная сеть представляет коллекцию документов, контент которых содержит некоторое множество понятий, складывающихся тем или иным образом в логическую систему. Логическая система образуется заданием на данном множестве понятий  $C$  различных семантических связей  $L$ , определяющих допустимые с точки зрения создателя документа способы взаимной интерпретации понятий из  $C$  [1]:

$$KB = \{C, L\},$$

где  $C$  - множество понятий (концептов),  $L$  - множество отношений над понятиями.

Подобную систему в современной ИТ-науке принято называть онтологией [2]. Назовем систему, описывающую контент информационного ресурса *онтологией ресурса*. Обратим внимание, что отношения на множестве понятий онтологии могут быть как симметричными, так и асимметричными. Наиболее распространенным примером симметричного отношения является отношение ассоциации. Например, в онтологии могут быть определены понятия «регион» и

«административно-территориальная единица», связанные данным отношением. Примерами асимметричных отношений являются «есть составная часть», «есть разновидность», и другие. Асимметричные отношения обычно используются для формирования классификации понятий некоторой предметной области. При этом один из концептов, участвующих в двухместном асимметричном отношении, может рассматриваться как *атрибут* другого.

Ментальная модель человека, использующего информационный ресурс, также может быть представлена в виде логической системы – *онтологии пользователя*. Данная онтология характеризует взаимосвязь вещей в природе с точки зрения пользователя. Отметим, что (вследствие, вероятно, социальной природы человека) представления различных людей об окружающем мире в целом мало отличаются, что выражается в схожести структур различных пользовательских онтологий. Однако люди, различающиеся по различным признакам, таким, например, как принадлежность к социальным группам, возраст, пол, род профессиональной деятельности и другие, в процессе жизнедеятельности, как правило, оперируют различными фрагментами своих онтологий с разной интенсивностью. О ментальных различиях между группами людей, объединенных общей культурой или профессией, и «внутригрупповой» общности свидетельствуют, в частности, исследования в области психологии восприятия [3]. В данном случае эти различия и общность выражаются в существовании так называемых перцептивных стереотипов, определяющих общие для группы людей особенности восприятия информации [4]. Для практического использования в рамках современных информационных систем данные зависимости должны быть формализованы.

Пусть  $C$  – некоторое множество понятий,  $U$  – множество пользователей. Множество атрибутов концепта  $c$  будем обозначать следующим образом:

$$A(c) = \{a(c)_i\}, a(c)_i \in C, i = \overline{1, N_c}.$$

Упорядочив множество атрибутов по убыванию степени их значимости для пользователя  $u$ , получим последовательность, характеризующую его представление о данном понятии:

$$A^u(c) = \{a^u(c)_i\}, i = \overline{1, N_c} : a^u(c)_i \varphi^u a^u(c)_j, \forall i \leq j,$$

где  $\varphi^u$  – отношение, задающее значимость атрибутов для

пользователя  $u$ ;  $a \varphi^b$  означает, что «для пользователя  $u$   $a$  не менее значим чем  $b$ ».

Модель предпочтений пользователя представляет собой взвешенную направленную семантическую сеть, вершинами которой являются понятия, выделенные семантическим анализатором из запросов и текста просмотренных пользователями страниц. Выбор данной модели представления знаний обусловлен важнейшим свойством семантических конструкций – ассоциативностью, т.е. наличием достаточно простой процедуры, позволяющей для любых объектов или связей описываемой предметной области выделить их окрестность по отношению принадлежности. Другими словами, ассоциативность семантических конструкций – это наличие простых процедур, с помощью которых легко находятся ответы на следующие вопросы [5]:

1. какими связями связан данный предмет с другими предметами;
2. в каких связях заданный предмет выполняет заданную роль;
3. какие предметы и под какими атрибутами участвуют в заданной связи;
4. каким классам принадлежит заданный предмет или заданная связь;
5. какими связями связано между собой некоторое число заданных предметов и (или) связей.

Процесс построения модели интересов пользователя включает несколько этапов. Входными данными для определения пользовательских интересов являются запросы и контент страницы веб-ресурсов. Заинтересованность пользователя к данному контенту измеряется как отношение времени просмотра страницы к ее объему, и в дальнейшем учитывается при расчете весовых коэффициентов отношений между понятиями модели интересов пользователя. Далее проводится семантический анализ текста страницы, результатом которого являются множество понятий и отношений над ними. При повторном упоминании понятия, например в других страницах и запросах пользователя, увеличиваются весовые коэффициенты встречаемости понятий, а так же весовые коэффициенты выявленных семантическим анализатором отношений. В целях оптимизации вычислительных процессов, множество понятий страницы, обрабатываемых семантическим анализатором ограничивается путем удаления стоп-слов и общеупотребительных слов. Это достигается путем

измерения статистических характеристик слов (TF-IDF мера, TF — term frequency, IDF — inverse document frequency).

В работе предложен метод определения предпочтений пользователей информационной системы на основе семантического анализа информационных запросов и просматриваемого пользователем контента. Автоматическое построение модели предпочтений пользователя позволит адаптировать поток информации в зависимости от этих предпочтений. Ближайшие планы включают в себя проведение вычислительного эксперимента по кластеризации пользовательских интересов и кластеризации пользователей по интересам.

#### Литература

1. Шишаев М.Г. Формализация задачи построения когнитивных пользовательских интерфейсов мультипредметных информационных ресурсов/ Диковицкий В.В., Ломов П.А, Шишаев М.Г. // Вестник Кольского Научного Центра 3/2011 – С. 62-72.
2. Acker, L., Porter, B.: Extracting viewpoints from knowledge bases. In: The 12th National Conference on Artificial Intelligence, pp. 547–552 (1994)
3. Averbukh, V.L.: Toward formal definition of conception adequacy in visualization. In: IEEE Symposium on Visual Languages, The Isle of Capri, Italy, pp. 46–47 (1997)
4. Гаврилова Т.А., Гулякина Н.В. Визуальные методы работы со знаниями: попытка обзора // ИИ и принятие решений. 2008. №1. С. 19–33.
5. Голенков, В. В. Представление и обработка знаний в графодинамических ассоциативных машинах / Голенков В. В. [и др.]; под ред. В. В. Голенкова – Минск, 2001. – 412с.

## Кластеризация узлов планарной регулярной сетки в задаче прогноза временной изменчивости пространственного распределения физических характеристик

Запорожцев И. Ф., Серeda А.-В. И. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ)

**Аннотация.** В статье рассматривается способ кластеризации узлов регулярной сетки, для каждого из которых известен временной ряд некоторой характеристики, причём все ряды имеют одну и ту же длину и шаг по времени. Также предложены некоторые числовые характеристики полученных кластеров, которые могут быть использованы для коррекции прогноза, если он выполняется для каждого кластера в отдельности.

**Abstract.** Regular grid nodes clusterization method is considered in the article. Time series is known for each node of the grid and all the series have the same length and time step. Some numeric characteristics of obtained clusters are proposed to be used for prediction results correction if forecast is carried out for each cluster separately.

Теория анализа и прогноза многомерных временных рядов [1] является естественным подходом при изучении пространственных распределений различных физических характеристик в метеорологии, океанологии и т.д. Современные измерительные средства, в том числе системы дистанционного зондирования Земли, позволяют накапливать необходимые данные об исследуемой поверхности для дальнейшего их восстановления в узлах регулярной сетки с постоянным шагом по времени. Данная статья посвящена разработанному авторами алгоритму кластеризации узлов планарной регулярной сетки, а также определению некоторых числовых характеристик полученных кластеров. Эти эвристики могут быть полезны при использовании известных методов прогнозирования, а также коррекции прогностических результатов.

В прямоугольной области  $\Omega = [a, b] \times [c, d] \subset R^2$  задана регулярная сетка  $\Delta = \Delta_x \times \Delta_y$ , где:

$$\Delta_x = \{x_k \mid a = x_0 < \dots < x_n = b, x_k = x_{k-1} + h_x, k=1, 2, \dots, n\};$$

$$\Delta_y = \{y_k \mid c = y_0 < \dots < y_m = d, y_k = y_{k-1} + h_y, k=1, 2, \dots, m\}.$$

Так как значения любой характеристики в узлах этой сетка удобно представлять в виде матрицы, а географические координаты узлов не представляют интереса для дальнейших расчётов, регулярная сетка может

быть определена как множество пар индексов (строчного и столбцового) соответствующих узлов:

$$G = [1, d_r] \times [1, d_c] \subset N^2, \text{ где } d_r = m + 1 \text{ и } d_c = n + 1.$$

Как результат вычисления наибольших коэффициентов кросс-корреляции всех пар узлов [2] построены две симметричные матрицы порядка  $d_r \cdot d_c$ . В первой матрице  $M$  хранятся значения коэффициента корреляции, а во второй – соответствующий лаг.

Кластеризация узлов сетки  $G$  включает в себя три этапа.

1. Задаётся порог  $\mu_1$ , превышение которого коэффициентом кросс-корреляции означает высокую степень схожести фрагментов временных рядов. Элементы матрицы  $M$ , соответствующие ненулевым лагам или меньшие  $\mu_1$ , получают значение по умолчанию  $\eta$ .

2. Задаются параметры разбиения всей сетки на непересекающиеся равные прямоугольники ( $гес_r$  и  $гес_c$  – число прямоугольников по горизонтали и по вертикали соответственно). Каждый из сформированных  $гес_r \cdot гес_c$  прямоугольников объявляется базовым подкластером, если никакая пара его узлов не характеризуется значением по умолчанию  $\eta$  в матрице  $M$ . В противном случае, прямоугольник делится на четыре части, для каждой из которых вновь выполняется проверка на возможность его определения как базового подкластера и т.д. Очевидно, что базовый подкластер может состоять в итоге лишь из одного узла.

3. Объединение базовых подкластеров в кластеры с порогом на коэффициент корреляции  $\mu_2$ .

Выполним детализацию последнего пункта.

1. Формируем список кластеров  $List1$  (их число совпадает с количеством базовых подкластеров) с элементами <базовый подкластер, пустой список подкластеров>. Например, кластер  $X$  с базовым подкластером  $X$ :

2. Составляем список  $List2$ , каждый элемент которого суть пара базовых подкластеров  $(X, Y)$ , и вычисляем расстояние между ними через коэффициент кросс-корреляции (метод дальнего соседа,

$$\rho(X, Y) = \max_{x \in X, y \in Y} \{1 - K_{xy}\} \text{ или } \eta, \text{ если матрица } M \text{ содержит значение по}$$

умолчанию  $\eta$  вместо коэффициента корреляции).

3. Сортировка списка  $List2$  по возрастанию межкластерных расстояний.

4. Просматриваем отсортированный список List2 от начала. Как только найдена пара кластеров с общей границей (X,Y), эти кластеры объединяются:

4.1. Пара (X,Y) удаляется из списка,

4.2.  $\forall Z \rho(X,Z) = \max\{\rho(X,Z), \rho(Y,Z)\}$ ,

4.3. Пары (Y,Z) удаляются.

4.4. Y перестаёт именоваться базовым подкластером и становится подкластером X.

4.5. Y удаляется из списка List1.

5. Сортировка списка List2 по возрастанию межкластерных расстояний.

6. Просматриваем отсортированный список List2 от начала. Как только найдена пара (X,Y), таких что  $\exists C_1 \in X \exists C_2 \in Y$  с общей границей, эти кластеры объединяются:

6.1. Пара (X,Y) удаляется из списка,

6.2.  $\forall Z \rho(X,Z) = \max\{\rho(X,Z), \rho(Y,Z)\}$ ,

6.3. Пары (Y,Z) удаляются.

6.4. Все подкластеры Y становятся подкластерами X.

6.5. Y удаляется из списка List1.

7. Сортировка списка List2 по возрастанию межкластерных расстояний.

8. Переход на 6.

9. Критерий останова для 6-8:  $\forall \rho(X,Y) > 1 - \mu_2$  или нет пар (X,Y), таких что  $\exists C_1 \in X \exists C_2 \in Y$  с общей границей.

Предположим, что базовый метод прогноза используется для каждого из выделенных кластеров отдельно. Таким методом может быть, например, метод K-продолжения многомерного временного ряда, который является одним из инструментов в рамках многомерного сингулярного спектрального анализа (MSSA).

Среди всевозможных соседей кластера C, для которого будет использована процедура коррекции прогноза, необходимо выделить несколько наиболее подходящих. Предполагается, что такой выбор будет делать эксперт. Определим характеристики, анализ которых позволит выявить наиболее подходящие среди всех кластеров  $C_i$ , попадающих в некоторую окрестность кластера C наперёд заданного радиуса.

1. Коэффициент корреляции. При выполнении кластеризации именно эта характеристика использовалась в качестве меры сходства фрагментов временных рядов, отвечающих паре узлов. В данном случае, вычисляем наименьшее значение коэффициента кросс-корреляции для пар временных рядов  $\langle c, c_i \rangle$ , где  $c$  соответствует узлу из кластера  $C$ , а  $c_i$  – кластера  $C_i$ . Можно также отслеживать значения лагов, при которых получено то или иное значение коэффициента корреляции. Из соображений коррекции следует выбирать те кластеры, узлы которых порождают временные ряды, не отстающие от рядов для кластера  $C$ .

2. Сумма скалярных произведений градиентов. Находим сумму градиентов (конечных разностей значений для пары ближайших узлов) вдоль вертикальной и горизонтальной осей для всех узлов кластера в заданный момент времени. Результирующий вектор будет характеристикой всего кластера. Найдём такие векторы для каждого момента времени из промежутка с длиной, равной горизонту, который непосредственно предшествует первому прогнозируемому временному отсчёту. Далее вычислим скалярные произведения векторов, представляющих в один и тот же момент времени. Просуммируем скалярные произведения градиентов  $C_i$  и  $C$ . Наибольшее значение этой суммы будет соответствовать тому кластеру, который характеризуется наиболее близкой к  $C$  пространственной изменчивостью (для временного масштаба, равного горизонту прогноза).

3. Отношения сингулярных чисел. Набор сингулярных чисел может быть определён для каждого временного ряда кластера, если использовать одномерный вариант сингулярного спектрального разложения. Составим отношения первого сингулярного числа ко второму для каждого временного ряда кластера, второго к третьему и т.д. Затем выберем для каждой пары номеров сингулярных чисел наименьшее и наибольшее значения среди всех рядов. Представляет интерес рассмотрение отношений небольшого количества первых сингулярных чисел (например, до 5-го). Этот анализ позволит сделать вывод об однородности выбранного кластера.

#### Литература

1. Загоруйко, Н. Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. – Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 1999. – 270 с.
2. Орлов, Ю. Н. Нестационарные временные ряды: Методы прогнозирования с примерами анализа финансовых и сырьевых рынков / Ю.Н. Орлов, К. П. Осминин. – М.: Либроком, 2011. – 384 с.

## Использование информационных технологий при проектировании «умного» города

**Квасников В. А.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра финансов, бухгалтерского учёта и управления экономическими системами*)

**Аннотация.** В статье рассматривается роль информационных технологий в превращении обычных городов в «умные». Приводятся конкретные примеры онлайн-сервисов и приложений, влияющих на различные аспекты жизнедеятельности горожан.

**Abstract.** This article describes the role of the IT in the transformation of usual cities into smart ones. Author provides different examples of online-services that make citizens life better.

**Ключевые слова:** информационные технологии, интернет, «умный» город, регион, транспорт, образование, здравоохранение, ЖКХ.

**Key words:** IT, internet, smart city, region, transport, education, healthcare, housing.

Научно-технический прогресс, развитие интернета и появление новых технологий вывели работу с информацией на качественно новый уровень, сделав её одним из важнейших элементов развития бизнеса, образования и науки. Теперь же информационные технологии начинают объединять в комплексы, позволяющие оптимизировать работу целых городов, которые принято называть «умными». Рассмотрим, как им это удаётся.

Для начала определимся с понятиями. Согласно ГОСТу, информационные технологии представляют собой приёмы, способы и методы применения средств вычислительной техники при выполнении функций сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных [1]. В свою очередь, «умным» называют такой город, который опирается на повышение собственной эффективности за счёт инноваций, решение повседневных бытовых проблем при помощи информационно-коммуникационных технологий и активное участие жителей в управлении территорией.

Таким образом, использование и совершенствование информационных технологий является одним из ключевых элементов развития «умного» города.

Такие компании, как IBM, Cisco, Siemens, Google и Microsoft, уже осознали перспективность этого направления. Они работают над проектами «облачных» систем хранения и обработки данных, развивают

принципы межмашинного взаимодействия, попутно разрабатывая решения в сфере энергосбережения, переработки отходов и управления транспортом. Кроме того, набирают популярность проекты, связанные с развитием электронного правительства, дистанционного обучения и автоматизации обслуживания населения. Всё это ведёт к появлению нового рынка, направленного на совершенствование городов при помощи современных информационных технологий. Предполагается, что к 2020 году его объём достигнет уже \$400 млрд [2].

Рассмотрим некоторые реальные примеры использования информационных технологий в различных сферах жизни города и населяющих его людей.

Одно из наиболее распространённых мероприятий по превращению обычного города в «умный» – это внедрение интеллектуальной системы управления транспортом. Она позволяет отслеживать, где именно находятся троллейбусы, автобусы и другие транспортные средства, предназначенные для горожан, и когда именно они должны подойти к той или иной остановке. Для этого используются электронные карты города с нанесёнными на них маршрутами, а также специальные датчики, передающие данные о местоположении транспорта, например, GPS или ГЛОНАСС. Из российских IT-компаний наиболее активно эти технологии использует «Яндекс»: он оценивает загруженность дорог, а также отображает маршруты движения общественного транспорта в ряде крупных городов. В Мурманске эта система внедрена лишь отчасти – жители могут отслеживать перемещение только троллейбусов. Для этого предназначены сайт «Общественный транспорт города Мурманска онлайн» (<http://troll51.ru>), а также мобильное приложение «Ловец троллейбусов» (<http://trolleyhunt.me>).

Также информационные технологии активно применяются в образовательной деятельности. Речь идёт не о проведении отдельных занятий, а об управлении образовательным процессом как в одной школе, так и в целом городе. В Мурманске, например, для этого используются автоматизированные информационные системы «Электронная школа», «Электронный детский сад» и «Электронный колледж». В их основе лежат взаимосвязанные электронные дневники и журналы, что позволяет анализировать успеваемость учащихся в реальном времени. Однако такая

система пока что не внедрена в высших учебных заведениях, что могло бы быть полезно не только самим сотрудникам университетов, преподавателям и студентам, но и работодателям.

Информационные технологии приходят на помощь и при взаимодействии горожан с учреждениями здравоохранения. Наиболее известный пример – электронная очередь. В Мурманске к соответствующей системе (<https://onlinelpu.ru>) подключены несколько поликлиник, что позволяет мурманчанам записываться на приём к врачам различной специализации на сайте в удобное для них время. При этом в качестве идентификатора пациента выступает его страховой номер индивидуального лицевого счёта (СНИЛС), который выдаётся при получении страхового свидетельства обязательного пенсионного страхования.

Также важным является переход с бумажных на электронные медицинские карты. По словам министра здравоохранения РФ Вероники Скворцовой, он должен завершиться к 2020 году [3]. Предполагается, что это существенно упростит работу врачей на приёме, повысит мобильность пациентов, а также позволит анализировать огромный массив данных о заболеваемости населения для разработки программ по профилактике тех или иных болезней. Помимо этого в будущем должны появиться электронные рецепты, которые будут попадать в единую базу, открытую для работников аптек. Работодателям же больше не нужно будет хранить бумажные больничные, так как их заменят электронной копией.

Ещё одним важным направлением внедрения новых информационных технологий является совершенствование служб ЖКХ. В первую очередь, сюда можно отнести различные порталы для сбора жалоб. Среди российских сервисов здесь можно отметить платформу «Сердитый гражданин» (<http://www.angrycitizen.ru>), которая позволяет оформлять претензии в необходимой для их официального рассмотрения форме, а затем автоматически направляет их в нужные инстанции, начиная с самих УК и заканчивая прокуратурой.

В некоторых регионах уже запущены собственные аналоги подобных систем. Например, в Тульской области действует портал «Открытый регион 71» (<http://www.openregion71.ru>). Он позволяет принимать не только жалобы, но и предложения о развитии области и её конкретных

объектов. Похожий сервис – My Murmansk (<http://mymurmansk.com>) – работает и в Мурманске.

В целом же в период с 2014 по 2020 год из средств федерального бюджета планируется выделить 78,7 млрд рублей на внедрение ИКТ в деятельность государственных органов власти [4]. Уже в этом году 6 млн из них достанутся Мурманской области [5]. Кроме того, поддержка компаний, занимающихся разработкой «умных» информационных технологий, поступает и от различных фондов. Российский Фонд развития интернет-инициатив принимает на акселерацию проекты, связанные с развитием образования, медицины и электронного правительства [6]. Американский же акселератор 1776 является одним из самых известных в сфере поддержки «умных» технологий. Уже в мае этого года в него попадут и четыре российских проекта [7].

#### Литература

1. Информационная технология по ГОСТ 34.003-90 [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://tdocs.su/9041>, свободный. – Загл. с экрана.
2. The Smart City Market: Opportunities for the UK [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.gov.uk/government/publications/smart-city-market-uk-opportunities>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Минздрав планирует до 2020 года заменить бумажные медкарты на электронные [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://itar-tass.com/obschestvo/1037300>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Паспорт программы «Информационное общество (2011-2020 годы)» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://img.rg.ru/pril/48/11/55/1815\\_passport.pdf](http://img.rg.ru/pril/48/11/55/1815_passport.pdf), свободный. – Загл. с экрана.
5. Мурманская область получит шесть миллионов на «Информационное сообщество» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.b-port.com/news/item/126258.html>, свободный. – Загл. с экрана.
6. ФРИИ выделил 47,6 млн рублей для участников второго акселератора [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.hopesandfears.com/hopesandfears/news/news/126001-frii-second>, свободный. – Загл. с экрана.
7. Четыре российских стартапа прошли конкурс от акселератора 1776 [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.hopesandfears.com/hopesandfears/news/news/123525-challenge-cup>, свободный. – Загл. с экрана.

## **Применение интеллектуальных транспортных систем для организации дорожного движения и управления транспортными потоками**

**Кузнецова О. Б., Колбеев В. В., Сандалов А. С.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра информационных систем и прикладной математики*)

**Abstract.** The article considers the opportunity of application of intelligent transport systems for road traffic organization and control.

**Аннотация.** В работе рассмотрены возможности применения интеллектуальных транспортных систем для организации дорожного движения и управления транспортными потоками.

**Ключевые слова:** интеллектуальные транспортные системы, управление транспортными потоками.

**Key words:** intelligent transport systems, traffic organization and control.

Повсеместное применение информационных технологий (ИТ) для решения городских проблем началось с 2000-х годов и зарекомендовало себя как одно из наиболее эффективных решений. В первую очередь ИТ оказали огромное влияние на качество управления дорожно-транспортной сетью. Это и стало отправной точкой в развитии интеллектуальных транспортных систем (ИТС).

Под ИТС будем понимать комплекс взаимосвязанных автоматизированных систем, решающих задачи управления дорожным движением, мониторинга и управления работой всех видов транспорта (индивидуального, общественного, грузового), информирования граждан и предприятий об организации транспортного обслуживания на территории страны/региона/города.

ИТС объединяет информационную и телекоммуникационную технологии с организацией движения транспортных потоков так, чтобы повысилась пропускная способность существующей транспортной инфраструктуры, возросла безопасность движения и повысился психологический комфорт пассажиров.

ИТС – зонтичный термин, применимый к целому ряду технологий. Под ним подразумеваются современные подходы к организации

дорожного движения и управлению транспортными потоками в реальном масштабе времени.

Применение возможностей ИТС позволяет:

- повысить пропускную способность существующей дорожной сети (что в свою очередь повлечет сокращение расходов на строительство новых дорог);
- повысить транспортную доступность;
- снизить вредные выбросы;
- сократить время перемещения по городу благодаря сокращению заторов;
- повысить безопасность дорожного движения;
- снизить эксплуатационные расходы на обслуживание автомобилей и дорожной сети;
- повысить эффективность работы общественного транспорта;
- сократить время реагирования на чрезвычайные ситуации на дорогах.

Эксплуатация ИТС за рубежом доказала, что эти системы повышают пропускную способность дорог на 15-50%, уменьшают аварийность на 20-40%, а количество нарушений ПДД – в полтора-два раза. Кроме того, ИТС снижают экологический ущерб. Только за счет оптимизации управления транспортными потоками можно уменьшить потребление горючего и, соответственно, объем вредных выбросов на 10-20% [3].

В целом, ИТС являются не только эффективным средством оптимизации транспортных потоков и повышения безопасности движения, но и позволяют значительно повысить эффективность расходов на развитие и эксплуатацию дорожной инфраструктуры.

В основе ИТС лежат инновационные технологии, в которых средства управления, контроля и связи встроены в транспортные средства и объекты транспортной инфраструктуры, а возможности принятия решений на основе получаемой в реальном времени информации доступны не только транспортным операторам, но и всем пользователям транспорта.

Основой ИТС являются информационные технологии, которые содержат информацию об элементах транспортной сети (наземная транспортная инфраструктура, транспортные средства, перевозки пассажиров, товаров и т.д.) и о пользователях транспортом (экспедиторы,

перевозчики, органы государственной власти, таможенное управление и т.д.). ИТС дает возможность сбора, передачи, обработки и обмена информацией между различными потребителями и элементами транспортной сети и создает телематические приложения для ее управления и оптимизации.

ИТС могут разрабатываться по трем относительно самостоятельным направлениям:

- создание городской ИТС (внедрение ИТС в городах);
- создание ИТС регионального уровня (развертывание современных ИТС для организации междугородних и международных транспортных коридоров – в первую очередь по дорогам регионального и федерального значения);
- создание ИТС национального уровня (формирование Национальной концепции и федеральной Программы развития ИТС).

Городская ИТС предполагает реализацию следующих информационно-коммуникационных функций:

- информационный обмен между водителем и автомобилем, позволяющий отслеживать состояние водителя и предупреждать о риске возникновения чрезвычайной ситуации и т.п.;
- информационный обмен между автомобилем и производителем, сервисными организациями, а также службами экстренного реагирования;
- информационный обмен между автомобилями-участниками дорожного движения в целях координации и оптимизации их группового поведения;
- информационный обмен между автомобилем и системами управления дорожным движением на базе спутниковых навигационных технологий ГЛОНАСС/GPS;
- информационный обмен между автомобилем и элементами дорожной инфраструктуры (например, систем автоматического ограничения скорости, систем предупреждения о выезде на полосу встречного движения и т.д.)
- мониторинг состояния дорожно-транспортной сети, учитывающий погодные условия, а также интенсивность транспортных потоков, и передача данных системам управления транспортными потоками;

- сбор и передача данных в ИТС регионального и национального уровня [4].

В настоящее время, как в развитых, так и крупнейших развивающихся странах огромное внимание уделяется разработке и внедрению ИТС как городского, так и регионального и национального уровня.

#### Литература

1. Алексей Воронин. Цифровой интеллект на службе у горожан [Электронный ресурс] // PC Week Review: Smart City, май 2012. – Режим доступа: <http://www.pcweek.ru/idea/article/detail.php?ID=139407> (дата обращения 19.02.2013). – Загл. с экр.
2. Кузнецова О.Б. Концепция управления городом на базе интеллектуальных технологий // Современные проблемы прикладной информатики: Сб. докл. науч.-практ. конф. с международным участием 23-25 мая 2013 г. – СПб. : СПбГЭУ, 2013. – С. 120-123.
3. ИКТ как инструмент развития городов [Электронный ресурс] / Международная библиотека лучших практик решения городских проблем и развития городов. – Режим доступа: <http://www.urban-practice.com/RU/articles/chapter3/part1> (дата обращения 19.02.2013). – Загл. с экр.
4. Тенденции в развитии информационно-коммуникационных технологий, влияющие на развитие городов [Электронный ресурс] / Международная библиотека лучших практик решения городских проблем и развития городов. – Режим доступа: <http://www.urban-practice.com/RU/articles/chapter3/part2> (дата обращения 19.02.2013). – Загл. с экр.

## Возможности системы дистанционного контроля знаний в МГТУ

Луковкин С. Б.<sup>1</sup>, Хохлова Л. И.<sup>2</sup> (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ»,<sup>1</sup> – кафедра автоматике и вычислительной техники; <sup>2</sup> – кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ)

**Аннотация.** Квалификация, усвоение уже имеющегося знания в современном мире – лишь часть компетенции, которую должен вынести молодой специалист из стен университета. Придя на производство или в науку, ему неизбежно придется доучиваться, переучиваться, менять сферу профессиональной деятельности, поэтому образование в наше время просто вынуждено стать непрерывным. Поэтому необходимо создавать возможности для обучения специалиста на протяжении всей его профессиональной жизни.

**Abstract.** Qualification assimilation of existing knowledge in the modern world, only part of the competence that is required to make a young professional from the walls of the university. Arriving at the production or science, he will inevitably have to complete their education, retrain, change the scope of professional activities, so education in our time just forced to become continuous. Therefore it is necessary to create opportunities for specialist training throughout his professional life.

**Ключевые слова:** дистанционное обучение, дистанционные технологии, тестирование.  
**Keywords.** distance learning, distance technologies, testing.

Новый закон «Об образовании» сделал законным дистанционное обучение в России. Это некоторый отклик на то, что в западном мире тысячи людей записываются на дистанционные курсы ведущих западных и американских университетов, где уже давно используется эта форма обучения. В мире дистанционное образование давно идет наряду с очным, поэтому вступив в Болонский процесс, учитывая новые условия проведения образовательного процесса, мы просто вынуждены снова обратиться к вопросу о том, что из себя представляет дистанционное обучение.

Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном взаимодействии обучающихся и педагогических работников. Дистанционное образование – это новый технологический уровень образования, это следствие борьбы за человеческий ресурс. Представляется важным понять, что может дать человеку дистанционное

обучение, обеспечивается ли при этом такой же качественный уровень самого образования, то есть, решается ли при этом главная задача образования – производство культуры – гуманитарной, технологической, информационной?

На данном этапе имеется определенный опыт дистанционного обучения, во многих российских вузах уже около 10 лет по многим специальностям обучают дистанционно. К сожалению, результат этого обучения будет ясен только через много лет, но, то, что это образование будет востребованным очевидно, поэтому его формы нужно совершенствовать.

Можно подготовить прекрасные лекции, можно читать их на сколь угодно большие аудитории. Но, как обеспечить при этом необходимый контакт с лектором, возможность задавать вопросы и получать ответы на эти вопросы. Как обеспечить возможность работы в группе, что просто необходимо для достижения всех декларируемых компетенций. В ДО обучение ведется в основном только в письменной форме, а для некоторых студентов отсутствие возможности и требований излагать свои знания в устной форме может повлечь за собой недостаточное усвоение знаний и множество других проблем. К большим недостаткам ДО можно отнести и отсутствие практических занятий, необходимых для закрепления теории и более качественного усвоения знаний, а также отсутствие реального, «людского» общения между учениками и преподавателями. То есть отсутствуют все достоинства, связанные с индивидуальным подходом к обучению и воспитанию. Кроме того, рядом нет преподавателя, который обычно эмоционально окрашивает знания и способствует восприятию материала, что тоже является значительный недостатком.

Конечно, если речь идет о втором высшем образовании или о получении дополнительного образования, все гораздо проще. В этом случае у человека очень сильная мотивация, он точно знает, чего хочет, и у него уже есть определенная образовательная база, а также сформированы нужные компетенции для использования в процессе обучения новейших достижений и открытий информационных и телекоммуникационных технологий. Но, при получении первого высшего образования дистанционно возникает много проблем.

Какие возможности ДО используются, например, сейчас в МГТУ? В основном применяется следующее: по каждой преподаваемой дисциплине разработан учебно-методический комплекс, который включает в себя: общие методические указания; конспект лекций; рекомендации к контрольным работам; возможность постоянной проверки освоения материала в виде тестирования.

Способно ли это все заменить ту кропотливую работу студента с преподавателем, которая ведется при очном обучении, и что можно использовать здесь с целью улучшения качества обучения в изменяющихся технологических условиях? Можно было бы подготовить курс видеолекций, хотя бы по самым базовым, наиболее значимым темам. Можно активно использовать такие возможности проверки знаний, как, например, у системы «Intermap», которая хоть в какой-то степени позволяет овладевать специальной терминологией, развивать устную речь, контролировать время при подготовке ответов, готовить сообщения на заданную тему, то есть давать монологические ответы. При этом преподаватель работает с этим материалом в наиболее удобное для себя время. Надо более обдуманно использовать различные информационно-коммуникативные формы общения студента с преподавателем, студента с учебной группой, студента со студентом.

Дистанционное обучение ориентировано на повышенные требования к системе контроля, который при этом имеет свою специфику. Контроль, как и в традиционном учебном процессе, несет проверочную, обучающую, воспитательную, организационную функции и может быть входным, текущим, периодическим, итоговым. Преимуществом дистанционного обучения является входной контроль и корректирующий. С их помощью решаются следующие задачи: оценка знаний и мотивов обучения поступающих; анализ и оценка уровня развитости его профессиональных качеств и способностей; выбор эффективных средств и методов обучения для максимальной индивидуализации процесса обучения.

Рассмотрим, как имеющаяся в университете система онлайн-тестирования встроена в учебный процесс. Система онлайн-тестирования дает возможность создавать банк контрольно-измерительных материалов и редактировать тесты, осуществлять автоматизированную проверку выполненных заданий, хранить результаты тестирования, проводить

мониторинг контроля качества обучения, осуществлять аналитическую обработку данных. Особенностью созданного программного продукта является дружелюбный интерфейс, позволяющий студенту свободно организовать и провести автоматизированное тестирование по учебной дисциплине. На сегодняшний момент проведена успешная апробация по работе с интерфейсом данной системы пользователями.

Правила онлайн-тестирования: любой обучающийся может проверить свои знания и навыки работы; перед прохождением тестирования необходимо зарегистрироваться на сайте; тест состоит из 16-40 вопросов, которые выбираются случайным образом по разным темам; в каждом вопросе необходимо выбрать один из четырех вариантов ответа или ввести числовой ответ, или выполнить задание на соответствие; для прохождения тестирования дается 30-60 мин; при необходимости можно пройти тестирование заново.

Система тестирования позволяет управлять отображением статистики для участников. В настройках теста преподаватель может указать показывать или скрывать результаты по окончании тестирования. Выбранные настройки определяют в каком объеме тестируемый увидит статистическую информацию по своему сеансу тестирования. Тест считается успешно пройденным при наличии 51% правильных ответов. После успешного прохождения теста каждый участник может получать справку в электронном виде, которая, подтверждает успешную сдачу теста. Справку можно распечатать, показать друзьям, преподавателю.

Качество теста является важной характеристикой любого профессионального теста. Если тест разработан хорошо, то к нему повышается уровень доверия. Для оценки качества теста в системе тестирования анализируется статистика по заданиям. Сбор статистики ведется по каждому заданию в отдельности. В системе тестирования фиксируются следующая информация: дата начала теста; время выполнения теста; количество заданий в тесте; количество верно решенных заданий; количество пропущенных заданий; полученный балл; процент правильных ответов. По каждому тестированию можно провести детальный анализ. Можно проверить не только набранный балл отдельного участника, но и увидеть его результаты при ответе на каждое задание теста в отдельности. Используя эти показатели можно легко

оценить качество тестового задания и принять решение о его дальнейшем использовании или улучшении.

Для оценки качества задания можно использовать средний балл и процент правильных ответов при условии, что количество полученных ответов достаточно велико. Для хорошего теста ответы должны выбираться равновероятно как правильные, так и неправильные. Процент правильных ответов для качественных тестов должен лежать в интервале от 20% до 80%. Идеальный вариант – от 40% до 60%. Если количество правильных ответов больше 80%, это означает, что задание слишком простое и правильный ответ легко вычислить. Если % правильных ответов менее 20%, то можно сделать вывод, что задание чересчур сложное. В обоих случаях задание необходимо проверить и доработать. Качество теста можно также оценивать, используя мнения тестируемых. Если в тесте включены комментарии к заданиям, то участники тестирования смогут оставлять свои мнения, а составитель теста сможет знакомиться с ними. Система тестирования позволяет управлять отображением статистики для участников. В настройках теста организатор тестирования может указать показывать или скрывать результаты по окончании тестирования.

## **Интегрированная имитационно-экспертная модель комплексной безопасности социально-экономического развития Арктических регионов**

**Маслобоев А. В.** (*г.Апатиты, Институт информатики и математического моделирования технологических процессов Кольского НЦ РАН, Кольский филиал ПетрГУ*)

**Аннотация.** Для информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений на всех этапах жизненного цикла угроз региональной безопасности разработана интегрированная имитационно-экспертная модель комплексной безопасности развития арктических регионов (на примере Мурманской области). Модель обеспечивает прогноз показателей комплексной безопасности развития региона и анализ разнородных рисков, связанных с компонентами региональной системы.

**Abstract.** For the decision-making information and analytical support within the all stages of regional security threats life-cycle an integrated simulation-expert model of global security of the arctic regions by the example of Murmansk region has been developed. The model provides forecast and integrated assessment of regional development security indicators and analysis of heterogeneous risks concerned with regional system components.

Повышение интереса к Российской Арктике со стороны ведущих мировых держав обуславливает высокую актуальность темы защиты национальных интересов Российской Федерации (РФ) в Арктической зоне (АЗ) и выводит задачу обеспечения комплексной безопасности развития арктических регионов России на передний план, позиционируя ее как самостоятельную проблему, требующую научной проработки. Эта проблема является стратегической задачей государственной важности. Решение данной задачи во многом затрудняется необходимостью интеграции, обработки и анализа больших объемов разнородной информации для информационного обеспечения деятельности различных ведомств (субъектов безопасности), а также координации информационного взаимодействия между ними. В связи с этим, перспективным направлением исследований является разработка новых и развитие существующих методов и средств информационно-аналитической поддержки управления комплексной безопасностью развития региональных социально-экономических систем (РСЭС) АЗ РФ, подверженных влиянию множества разнородных внутренних и внешних факторов.

Для обеспечения единого формализованного представления объектов, процессов и задач управления комплексной безопасностью развития РСЭС АЗ РФ, а также информационных ресурсов и сервисов, необходимых для решения этих задач, разработана интегрированная концептуальная модель мультиагентной информационно-аналитической среды региональной безопасности [1], из которой следует система показателей региональной безопасности – набор определенных параметров для каждой области безопасности, которые используются в качестве входных параметров соответствующих имитационных моделей. Основное назначение имитационной модели сделать прогноз показателей безопасности при заданных параметрах и ограничениях. Имитационные модели реализуются с помощью агентной технологии и системной динамики. Системно-динамические модели используются для приближенного прогноза и выявления тенденций в динамике показателей безопасности, а агентные модели – для более точных количественных оценок этих показателей. Переход от созданной концептуальной модели к модели системной динамики реализован на основе разработанного в ИИММ КНЦ РАН метода концептуального синтеза динамических моделей сложных систем [2] и обеспечивающего синтез моделей системной динамики из соответствующих концептуальных моделей.

В ходе исследований разработан комплекс базовых системно-динамических моделей прогнозирования социально-экономического развития РСЭС, позволяющий оценить и исследовать динамику показателей региональной безопасности. Модели синтезируются из библиотеки типовых имитационных шаблонов, которые созданы для таких концептуальных классов, как: объекты обеспечения безопасности, субъекты безопасности, действующие факторы (внутренние и внешние угрозы безопасности), кризисные ситуации, сценарии снижения рисков возникновения потенциальных угроз безопасности, и реализованы в среде агентного имитационного моделирования Anylogic.

В результате, на основе формальной концептуальной модели и предложенной библиотеки типовых имитационных шаблонов разработана интегрированная имитационно-экспертная модель комплексной безопасности развития РСЭС (на примере Мурманской области). Созданная модель в отличие от общеизвестных динамических моделей Дж.

Форрестера и Д. Медоуза, являющихся базовыми для моделирования устойчивого развития макросистем различного уровня, позволяет учитывать наиболее существенные компоненты РСЭС, важные с точки зрения региональной специфики и целей моделирования их рискоустойчивого развития. Модель состоит из следующих основных компонентов: население региона, производство, финансы, рынок труда, наука и образование, окружающая среда, технологические инновации, ресурсная база. Для каждого компонента на модели формализованы основные риски. Модель представлена совокупностью модельных блоков (рисунок 1), описывающих состояния социально-экономической системы региона и ее динамики, с предоставлением эксперту возможностей для вариативного расчета и оперативного корректирования показателей региона в рамках существующей статистической отчетности региона. Модель учитывает систему ограничений для всевозможных социально-экономических показателей, ввиду их взаимной зависимости. В пределах этих ограничений может быть реализован один из нескольких вариантов развития.



Рис. 1. Структура имитационно-экспертной модели социально-экономической системы региона

Согласно гипотезе, выдвинутой в работе [3], в имитационной модели региона выбираются переменные, которые на определенных интервалах времени меняются медленно («медленные переменные»). Это

обеспечивает возможность прогнозировать тенденции многих показателей и исследовать их факторные взаимосвязи.

Модель представляет собой комплекс разработанных композитных системно-динамических и агентных моделей промышленного потенциала региона, кадровой безопасности, инновационного потенциала региональной экономики и экологической системы для оценки рисков сценариев регионального развития. Ансамбль имитационных моделей промышленного потенциала региона включает в себя модели основных отраслей экономики Мурманской области: горнопромышленного; топливно-энергетического; рыбопромышленного; транспортного и сельскохозяйственного комплексов. Для разработки системно-динамических и агентных моделей использовались инструментальные среды моделирования PowerSim и Anylogic соответственно. Созданные модели позволяют путем многократной имитации оценивать экономический и связанный с ним экологический риски различных сценариев развития региона. Помимо экономических показателей модель дает возможность прогнозировать социальные и экологические показатели, численности занятых, безработных, демографическую ситуацию и другие.

На основе модельных уравнений [4] и статистической отчетности в приложении к задачам информационного мониторинга и индикаторного оценивания комплексной безопасности арктических регионов был составлен прогноз макроэкономических показателей социально-экономического развития Мурманской области до 2020 года. Модель может быть использована и для других регионов России.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 12-07-00138).

#### Литература

1. Маслобоев, А.В. Концептуальная модель интегрированной информационной среды поддержки управления безопасностью развития региона / А.В. Маслобоев, В.А. Путилов // Труды Мурманского государственного технического университета.– 2011.– Т.14.– №4.– С. 842–853.

2. Быстров, В.В. Программный комплекс автоматизации концептуального синтеза системно-динамических моделей / В.В. Быстров // Программные продукты и системы.- 2008.- №1.- С.32-35.
3. Десятов, И.В. Когнитивные центры как информационные системы для стратегического прогнозирования / И.В. Десятов и др. // Информационные технологии и вычислительные системы.- 2011.- №1.- С. 65-81.
4. Маслобоев, А.В. Состав и структура системно-динамической модели глобальной безопасности арктического региона / А.В. Маслобоев // Вести высших учебных заведений Черноземья.- 2013.- №4(34).- С. 43-53.

## **Структура и особенности программной реализации виртуальных когнитивных центров управления комплексной безопасностью региона**

**Маслобоев А. В.** (*г. Апатиты, Институт информатики и математического моделирования технологических процессов КНЦ РАН*)

**Аннотация.** В работе рассматриваются структура, модель функциональной организации и особенности программной реализации виртуальных когнитивных центров как интеллектуализированных систем для информационно-аналитической поддержки управления региональной безопасностью в Арктической зоне Российской Федерации.

**Abstract.** The paper considers framework, functional organization model and software implementation features of the virtual cognitive centers as intelligent systems for information and analytical management support of regional security in the Arctic zone of Russian Federation.

Одним из приоритетных направлений государственной политики Российской Федерации (РФ) в Арктической зоне (АЗ), согласно «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года», является развитие сферы информационных технологий и связи. Реализация арктической стратегии по данному направлению предполагает создание современной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры для информационной поддержки управления комплексной безопасностью развития региональных социально-экономических систем (РСЭС) АЗ РФ.

Анализ показывает, что на сегодняшний день оптимальными инструментами информационного мониторинга состояния показателей комплексной безопасности социально-экономического развития и кризисного реагирования являются ситуационные и когнитивные центры. Информационная поддержка реализации «Стратегии развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года» осуществляется при координирующей роли Совета Безопасности РФ за счет привлечения информационных ресурсов заинтересованных органов государственной власти и государственных научных учреждений с использованием системы распределенных ситуационно-кризисных центров (СКЦ). Однако, технология организации функционирования и информационного взаимодействия действующих СКЦ имеет ряд слабых сторон: 1) поддержка принятия решений на основе

ретроспективной информации и архивных отчетных материалов; 2) централизованная архитектура используемых информационных систем; 3) технологическая и организационная разнородность функциональных и информационных компонентов СКЦ; 4) необходимость автоматизированного выбора и реализации методов и средств анализа и обработки данных в условиях известных источников первичной информации; 5) отсутствие единого регламента информационного взаимодействия и обмена данными; 6) необходимость ориентации СКЦ на различные категории пользователей (реализация концепции «user as expert»).

Развитием технологии построения и организации работы СКЦ является концепция создания и использования когнитивных центров, как информационных систем для прогнозирования и стратегического планирования развития РСЭС. Прототип системы проектирования будущего на основе использования когнитивных центров реализован на специализированном сайте Центра компьютерного моделирования и экспертного анализа Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. Когнитивный центр обеспечивает поддержку управления развитием сложных децентрализованных систем, таких как регион, территория, отрасль, предприятие. Основу когнитивного центра составляет метод вычислительного эксперимента, который подразумевает использование современных информационных технологий и прикладной математики для моделирования поведения сложных динамических систем и процессов различной природы.

Другим подходом, обеспечивающим существенный эффект при решении задач синтеза траекторий рискоустойчивого развития РСЭС АЗ РФ с учетом необходимости интеграции, обработки и анализа большого объема разноплановой информации, является формирование сети виртуальных когнитивных центров (ВКЦ) управления комплексной безопасностью РСЭС в чрезвычайных и кризисных ситуациях. ВКЦ представляет собой тренажерно-моделирующий комплекс, предназначенный для интеллектуальной поддержки принятия решений в сфере управления комплексной безопасностью региона в кризисных ситуациях. Средства реализации ВКЦ разрабатываются в Институте информатики и математического моделирования технологических процессов КИЦ РАН. Основными задачами ВКЦ являются моделирование и

стратегическое прогнозирование, планирование, построение моделей согласованного взаимодействия субъектов управления для решения конкретных управленческих задач в различных областях, в том числе и в сфере информационной поддержки управления комплексной безопасностью развития регионов, как сложных социально-экономических систем.

В качестве технологической основы для создания ВКЦ предложено использовать мультиагентные, облачные и веб-технологии, а также средства их интеграции, что обеспечивает возможность комплексной информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений в кризисных ситуациях на оперативном, тактическом и стратегическом уровнях на базе виртуализации проблемно-ориентированной деятельности субъектов регионального управления. В таком ключе ВКЦ можно позиционировать как некоторое облачное решение, что делает его доступным не только субъектам управления различного уровня и экспертам, но и всем заинтересованным государственным и коммерческим организациям. В ходе исследований была проведена серия тестовых экспериментов по программной реализации прототипа ВКЦ в виде гибридного облака, построенного в архитектурах SaaS (Software as a service) и IaaS (Infrastructure as a service). Для этого установлено и использовано следующее специальное программное обеспечение: гипервизор (монитор виртуальных машин) Microsoft Hyper-V Server, облачная платформа OpenNebula, веб-сервер Apache, СУБД MySQL, операционная система Ubuntu 12.04 LTS, управляющее ядро и компоненты распределенной агентной платформы для исполнения и поддержки функционирования мобильных программных агентов, а также специализированные веб-сервисы: OpenMeetings, GeoServer, FreeBase, Redmine, Ushahidi, Sage и другие, используемые для оперативной аналитической обработки распределенных данных с территориальной привязкой, интеграции разнородных информационных ресурсов и обеспечения коллективной работы пользователей в сети Интернет. Базовые шаблоны программных агентов для разнотипных субъектов управления разработаны на платформе JADE с использованием инструментальных средств AgentBuilder и Cougaar на языке Java в соответствии со стандартом FIPA и методологией проектирования многоагентных приложений GAIA. Интеграция сервисов агентов,

облачных и веб-сервисов в рамках ВКЦ позволяет субъектам регионального управления использовать современные когнитивные информационные технологии и инструменты моделирования для выработки согласованных стратегий и принятия управленческих решений в кризисных ситуациях в условиях неопределенности и риска. Структура и схема работы ВКЦ как гибридного облачного сервиса показана на рис. 1.

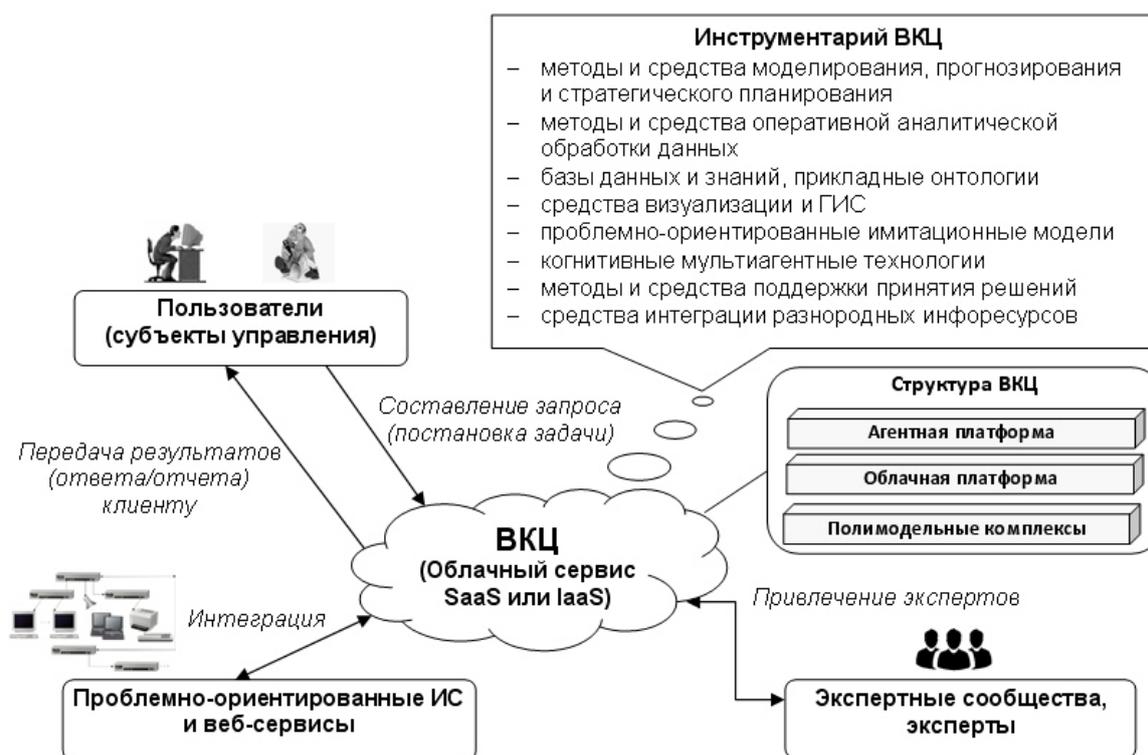


Рис. 1 – Структура и схема работы ВКЦ на базе облачных технологий

Основной инструментарий ВКЦ включает средства оперативного, разностороннего анализа текущих бизнес- и социально-экономических процессов, а также средства прогнозирования и стратегического планирования социально-экономического развития для задач информационной поддержки управления региональными системами в слабоструктурированных кризисных ситуациях. Кроме того, в состав основного инструментария ВКЦ входят технологии поддержки коллективной работы удалённых специалистов-экспертов в режиме реального времени (онлайн) при оказании информационных услуг субъектам регионального управления и бизнес-структурам различных отраслей и сфер деятельности, связанных с предоставлением средств оперативной аналитической обработки и проблемно-ориентированного

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ  
И ПРОГРАММНЫЕ РАЗРАБОТКИ»

поиска информации для поддержки принятия управленческих решений по преодолению кризисных и чрезвычайных ситуаций.

Результаты исследований обеспечивают возможность создания адаптивных интеллектуальных систем поддержки принятия решений в рамках единого информационного пространства АЗ РФ.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 12-07-00138-а).

## Проекционный метод параметрической идентификации объектов

**Тин Зар Аунг, Со Нэй Лин Аунг, Акименко Д. А.** (г. Калуга, аспирант,  
КФ ФГБОУ ВПО «МГТУ» им. Н.Э. Баумана)

**Аннотация.** Рассматривается проекционный метод параметрической идентификации некоторых классов объектов, позволяющий свести поставленную задачу к задаче параметрической оптимизации на множестве допустимых значений искомых параметров.

**Abstract.** We consider the projection method of parametric identification of certain classes of objects, allowing us to reduce the task to a problem of parametric optimization on the set of admissible values of the unknown parameters.

**Ключевые слова:** проекционные методы, идентификация, системы с запаздыванием, нелинейные системы, оптимизация.

**Key words:** projection methods, identification, time-delay systems, nonlinear systems, optimization.

Решения классических задач управления тесно связано с необходимостью построения адекватной реальному объекту управления математической модели, что в большинстве случаев является сложной задачей. Ниже предлагается проекционный метод [1] решения задачи параметрической идентификации объектов.

Математическая модель некоторого объекта имеет вид [2]

$$\frac{d^n}{dt^n}x(t) + \sum_{v=0}^{n-1} a_v(t) \frac{d^v}{dt^v}x(t) + \sum_{k=1}^p c_k(t)x(t - \theta_k) = \sum_{\mu=0}^m b_\mu(t) \frac{d^\mu}{dt^\mu}y(t), \quad (1)$$

где переменные коэффициенты  $a_v(t)$ ,  $v = 0, \dots, n-1$ ,  $b_\mu(t)$ ,  $\mu = 0, \dots, m$ ,  $c_i(t)$ ,  $i = 1, \dots, p$ , а также параметры звеньев транспортного запаздывания  $\theta_i$ ,  $i = 1, \dots, p$  неизвестны и подлежат определению. Входной сигнал  $y(t)$  и выходной  $x(t)$  известны. На числовые значения искомых коэффициентов могут быть наложены ограничения.

Переменные коэффициенты (1) представляются в виде комбинации некоторой системы линейно независимых функций  $\{\psi_i(t)\}_{i=1}^q$ , т.е.

$$a_v(t) = \sum_{i=1}^q a_{vi} \psi_i(t), \quad v = 0, \dots, n-1; \quad b_\mu(t) = \sum_{i=1}^q b_{\mu i} \psi_i(t), \quad \mu = 0, \dots, m;$$

$$c_k(t) = \sum_{i=1}^q c_{ki} \psi_i(t), \quad k = 1, \dots, p;$$

где весовые коэффициенты  $a_{\nu i}$ ,  $b_{\mu i}$  и  $c_{ki}$  подлежат определению.

Тогда уравнение (1) можно записать в виде

$$\begin{aligned} \frac{d^n}{dt^n} x(t) + \sum_{i=1}^q \sum_{\nu=0}^{n-1} a_{\nu i} \psi_i(\tau) \frac{d^\nu}{dt^\nu} x(t) + \sum_{i=1}^q \sum_{k=1}^p c_{ki} \psi_i(t) x(t - \theta_k) = \\ = \sum_{i=1}^q \sum_{\mu=0}^m b_{\mu i} \psi_i(t) \frac{d^\mu}{dt^\mu} y(t). \end{aligned} \quad (2)$$

Интегрируя уравнение (2)  $n$  раз, с учетом  $t \in [0, T]$  ( $T$  – верхняя граница интервала исследования), переходим к эквивалентному интегральному уравнению:

$$\begin{aligned} x(t) + \sum_{i=1}^q \int_0^T K_{x,i}(t, \tau, P) x(\tau) d\tau + \sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^q \int_0^T K_{z,i}(t, \tau, P) x(\tau - \theta_k) d\tau = \\ = \sum_{i=1}^q \int_0^T K_{y,i}(t, \tau, P) y(\tau) d\tau, \end{aligned} \quad (3)$$

где

$$\begin{aligned} K_{x,i}(t, \tau, P) &= 1(t - \tau) \sum_{\nu=0}^{n-1} \frac{(-1)^\nu}{(n-1)!} a_{\nu i} \frac{d^\nu}{d\tau^\nu} \left[ \psi_i(\tau) (t - \tau)^{n-1} \right], \\ K_{z,i}(t, \tau, P) &= 1(t - \tau) \frac{1}{(n-1)!} \psi_i(\tau) (t - \tau)^{n-1}, \\ K_{y,i}(t, \tau, P) &= 1(t - \tau) \sum_{\mu=0}^m \frac{(-1)^\mu}{(n-1)!} b_{\mu i} \frac{d^\mu}{d\tau^\mu} \left[ \psi_i(\tau) (t - \tau)^{n-1} \right]. \end{aligned}$$

$P$  – множество искомым весовых коэффициентов  $a_{\nu i}$ ,  $b_{\mu i}$  и  $c_{ki}$ .

Выбирается ортонормированный базис  $\Phi(t)$  и все функции в (3), зависящие от времени, раскладываются в ряды Фурье по элементам выбранного базиса. В результате, после соответствующих преобразований можно записать

$$\mathbf{C}^x + \sum_{i=1}^q \mathbf{A}_{x,i3}(P) \mathbf{C}^x + \sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^q \mathbf{A}_{z,i}(P) \mathbf{A}(\theta_k) \mathbf{C}^x = \sum_{i=1}^q \mathbf{A}_{y,i}(P) \mathbf{C}^y, \quad (4)$$

где  $\mathbf{A}_z(\theta_k)$  – матричный оператор звена запаздывания в выбранном базисе.

Поскольку входной  $y(t)$  и выходной  $x(t)$  сигналы, полученные в ходе испытаний объекта, известны, то, подставляя их спектральные характеристики в (4), получим невязку:

$$\mathbf{C}^\varepsilon(P, \Theta) = \mathbf{C}^x + \sum_{i=1}^q \mathbf{A}_{x,iz}(P) \mathbf{C}^x + \sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^q \mathbf{A}_{z,i}(\theta_k) \mathbf{C}^x - \sum_{i=1}^q \mathbf{A}_{y,i}(P) \mathbf{C}^y.$$

Введя в рассмотрение функционал

$$J(P, \Theta) = \left[ (\mathbf{C}^\varepsilon(P, \Theta))^T \mathbf{C}^\varepsilon(P, \Theta) \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (5)$$

исходную задачу определения числовых значений весовых коэффициентов  $P$  и параметров звеньев запаздывания  $\Theta = \{\theta_k, k = 1, \dots, p\}$  можно свести к задаче условной оптимизации функционала  $J(P, \Theta)$  на множестве допустимых значения искомым параметров.

Аналогичный подход можно применить к идентификации параметров некоторого нелинейного объекта, математическая модель которого представлена системой

$$\begin{cases} \frac{d^{n_n}}{dt^{n_n}} z(t) + \sum_{i=0}^{n_n-1} a_i^{n_n} \frac{d^i}{dt^i} z(t) = \sum_{j=0}^{m_n} b_j^{n_n} \frac{d^j}{dt^j} (y(t) - x(t)); \\ \frac{d^{n_n}}{dt^{n_n}} x(t) + \sum_{i=0}^{n_n-1} a_i^{n_n} \frac{d^i}{dt^i} x(t) = \sum_{j=0}^{m_n} b_j^{n_n} \frac{d^j}{dt^j} z_f(t); \\ z_f(t) = F(z(t)), \end{cases} \quad (6)$$

где коэффициенты  $a_i^n, i = 0, \dots, n_n - 1; b_j^n, j = 0, \dots, m_n; a_i^n, i = 0, \dots, n_n - 1; b_j^n, j = 0, \dots, m_n$ , неизвестны и подлежат определению. Предполагается, что тип и параметры нелинейного элемента известны.

В результате аналогичного подхода систему уравнений (6) можно представить в виде

$$\begin{cases} \mathbf{C}^z + \mathbf{A}_z(P) \mathbf{C}^z = \mathbf{A}_\varepsilon(P) (\mathbf{C}^y - \mathbf{C}^x); \\ \mathbf{C}^x + \mathbf{A}_x(P) \mathbf{C}^x = \mathbf{A}_{z_f}(P) \mathbf{C}^{z_f}; \\ \Phi^T(t) \mathbf{C}^{z_f} = F(\Phi^T(t) \mathbf{C}^z). \end{cases}$$

Так как входной  $y(t)$  и выходной  $x(t)$  сигналы известны (соответственно, известны и их спектральные характеристики  $\mathbf{C}^y$  и  $\mathbf{C}^x$ ), то между левой и правой частями первых двух уравнений будут иметь место невязки, а третье уравнение можно рассматривать как ограничение, накладываемое на  $\mathbf{C}^z$  и  $\mathbf{C}^{z_f}$ .

$$\begin{cases} \mathbf{E}_l(P, \mathbf{C}^z, \mathbf{C}^{z_f}) = \mathbf{C}^z + \mathbf{A}_z(P)\mathbf{C}^z - \mathbf{A}_\varepsilon(P)(\mathbf{C}^y - \mathbf{C}^x); \\ \mathbf{E}_n(P, \mathbf{C}^z, \mathbf{C}^{z_f}) = \mathbf{C}^x + \mathbf{A}_x(P)\mathbf{C}^x - \mathbf{A}_{z_f}(P)\mathbf{C}^{z_f}; \\ \Phi^T(t)\mathbf{C}^{z_f} = F(\Phi^T(t)\mathbf{C}^z). \end{cases}$$

Строится целевая функция

$$J(P, \mathbf{C}^z, \mathbf{C}^{z_f}) = \left[ \mathbf{E}^T(P, \mathbf{C}^z, \mathbf{C}^{z_f}) \mathbf{E}(P, \mathbf{C}^z, \mathbf{C}^{z_f}) \right]^{\frac{1}{2}} + \lambda \left[ \Phi^T(t)\mathbf{C}^{z_f} - F(\Phi^T(t)\mathbf{C}^z) \right], \quad (7)$$

где

$$\mathbf{E}(P, \mathbf{C}^z, \mathbf{C}^{z_f}) = \begin{bmatrix} \mathbf{E}_l(P, \mathbf{C}^z, \mathbf{C}^{z_f}) \\ \mathbf{E}_n(P, \mathbf{C}^z, \mathbf{C}^{z_f}) \end{bmatrix}.$$

Таким образом, проекционный метод позволяет свести задачи параметрической идентификации объектов к задаче параметрической оптимизации на множестве допустимых значений искомым параметров.

### Литература

1. Матричные методы расчёта и проектирования сложных систем автоматического управления для инженеров / Под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Егупова. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 664 с.
2. Янушевский Р.Т. Управление объектами с запаздыванием. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1978. – 416 с.

## Применение спектральной декомпозиции сейсмических временных разрезов при поисковых работах на нефть и газ

**Трошин О. В., Серeda А.-В. И.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ)

**Аннотация.** В данной статье выявлены закономерности проявления геологических разломов в спектральной области. Исследована возможность применения спектральной декомпозиции для задач картирования геологических разломов. Проведено комплексирование с методом расчёта когерентности. Приведён результат интерпретации участка сейсмического временного разреза с использованием указанного метода.

**Abstract.** In this paper is discussed the geological faults detection in spectral space. Research of geological faults plotting by using spectral decomposition technology. Complexing by using coherence calculation. Result of decomposed seismic section area interpretation.

**Ключевые слова:** сейсморазведка, интерпретация, разломы, спектральная декомпозиция, нефть, газ.

**Key words:** seismic, interpretation, faults, spectral decomposition, oil, gas.

### Введение

В современном мире одной из наиболее важных отраслей является нефтегазовая промышленность. Исторически сложилось, что среди методов геофизической разведки наибольшее распространение при поисках нефти и газа получила сейсморазведка.

При сейсморазведочных работах происходит возбуждение упругих колебаний в земной толще с дальнейшей регистрацией полученного волнового поля. Волновое сейсмическое поле характеризуется сигналом различной амплитуды и частотного состава. Для каждой точки пространственного расположения приёмника в результате записи получается сейсмическая трасса – последовательный набор сигналов, изменённых при прохождении через геологическую среду, а, следовательно, содержащий информацию о её свойствах [Бакиров, Урупов, 2000; Гурвич, Боганик, 1980]. Данными для дальнейшей интерпретации служат временные разрезы – наборы просуммированных сейсмических трасс, подвергнутых большому количеству различных фильтраций, с целью удаления шумов.

Существует большое количество методов интерпретации такой информации, одним из которых является спектральная декомпозиция – метод, основанный на представлении сигнала в виде суммы некоторого набора масштабированных функций. Наиболее известным является разложение Фурье. Это преобразование подходит для описания стационарных бесконечных сигналов, однако сейсмическая трасса не является ни стационарным, ни бесконечным сигналом [Напалков, 1977]. Для получения информации, детализированной как в частотной, так и во временной области применяется метод Фурье-преобразования в коротком окне (ФПКО).

### **Применение спектральной декомпозиции для картирования разломов.**

В данном исследовании основной является задача выделения нарушений сплошности геологической среды. Так, например, в нефтегазовой разведке, в случае нахождения предполагаемой ловушки углеводородов, необходимо определить, не нарушена ли она разломом, т.к. разломы являются мощными каналами миграции флюида за пределы залежи. При анализе динамических характеристик сейсмических данных (в частности частотных характеристик) всегда необходимо иметь ввиду, что их проявления связаны в большей степени не с абсолютными значениями, а со степенью их различия в исследуемых частях сейсмического разреза [Мушин и др., 2001].

В существующих работах по спектральной декомпозиции, её роль при поиске разломов отражена слабо, а потому наше исследование ставит целью обобщение существующих знаний и их дополнение и развитие.

На первом этапе ставилась задача выявления закономерностей в проявлениях разломов в частотной и фазовой области. В результате были выделены следующие характерные аномалии:

- в близости от разлома амплитудные аномалии в частотной области проявляются более явно на низких частотах (5-25 Гц);
- амплитудные аномалии от разломов в частотной области характеризуются локальными или глобальными минимумами;
- в фазовой области аномалии от разломов могут уверенно выделяться в ходе дополнительной обработки.

Большинство современных интерпретационных программных комплексов разрабатываются иностранными компаниями, основное внимание уделяющих трёхмерным съёмкам, поэтому на следующем этапе было разработано программное средство для вычисления преобразования Фурье в коротком окне для участка сейсмического профиля (двухмерная сеймика). В качестве опорной для исследования, по причине низкой зашумленности и достаточной разрешающей способности (исходя из оценки  $\frac{1}{4}$  длины волны), была выбрана частота 20 Гц.

Для более удобной и достоверное интерпретации было решено осуществить альтернативную визуализацию с применением технологий расчёта сетки (грида) и построением двумерной карты распределения частотных амплитуд. Расчёт сетки карты, с целью наименьшего влияния на исходные данные, осуществлялся с линейной интерполяцией на триангуляционной сети. На полученном изображении отчётливо видны области аномальных значений, однако затруднительно ассоциировать их с возможными положениями разломов (рис.1).

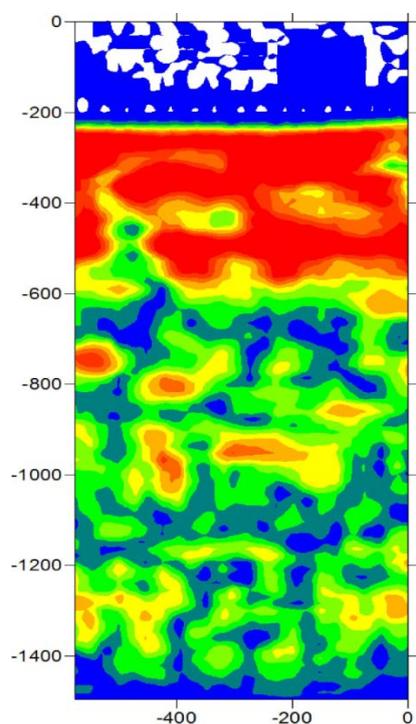


Рис. 1. Карта распределения частотных амплитуд

С целью большей детализации метод был усовершенствован: по исходным данным была вычислена первая производная в перпендикулярном к трассе

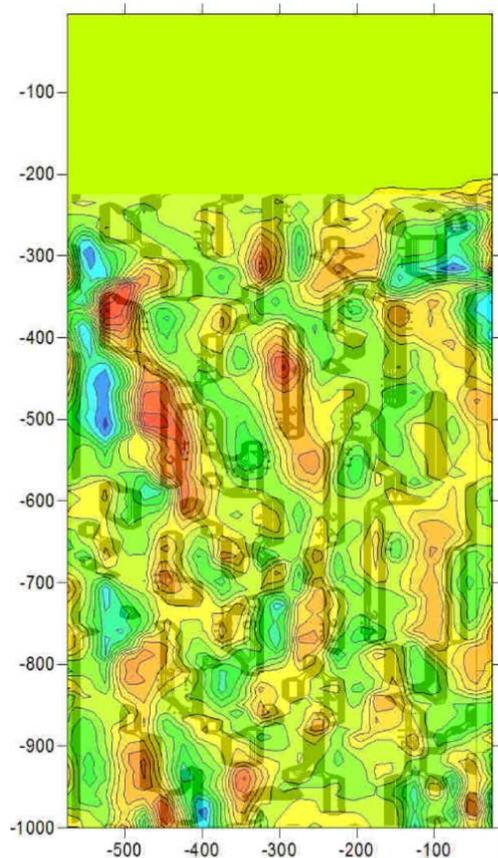


Рис. 3. Комплексирование частотных амплитуд и когерентности

направлении. Новый алгоритм значительным образом улучшил фокусировку изображения и позволил выделить потенциальные зоны расположения разломов и соотнести их с фрагментом сейсмического разреза в формате визуализации переменной плотности (рис.2).

Поставленная задача является достаточно сложной, и, с целью улучшения результата, было принято решение о комплексировании с методом вычисления когерентности (рис.3). Как можно видеть, полученное комплексное изображение фактически позволяет в полуавтоматическом режиме отметить предполагаемые плоскости разломов, что значительным образом сокращает время, затрачиваемое на интерпретацию.

### Заключение

Предложенный алгоритм, является хорошей альтернативой существующим методам картирования геологических разломов в земной коре по данным сейсморазведки по причине наглядных и объективных

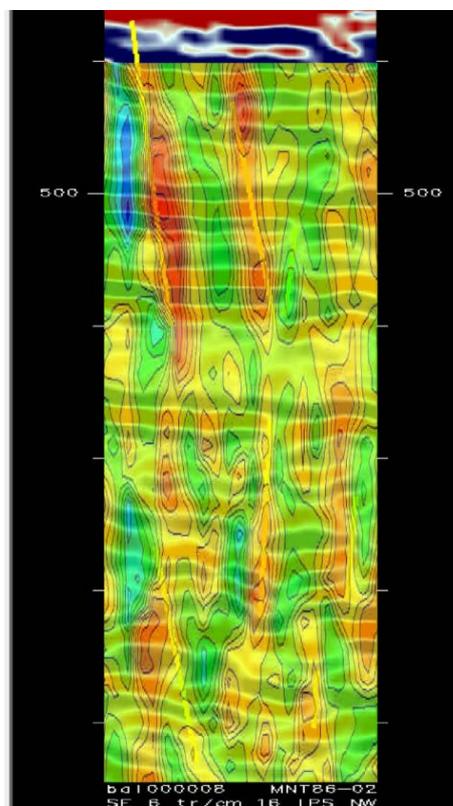


Рис. 2. Фрагмент сейсмического разреза

критериев выделения соответствующих аномалий, простоты вычислений, а так же возможности работы как с двумерными так и с трёхмерными данными (сейсмическими кубами), в отличие от многих предлагаемых зарубежных программных комплексов.

#### Литература

1. В.А. Бакиров, А.К. Урупов Математические модели анизотропных сред и их использование при интерпретации данных сейсморазведки. Москва, РГУ Нефти и Газа им. И.М. Губкина, 2000.
2. И.И. Гурвич, Г.Н. Боганик Сейсмическая разведка. Москва, «Издательский дом Недра», 1980.
3. Ю.В. Напалков Спектральные представления в сейсморазведке. Москва, МИНХ и ГП им. И.М. Губкина, 1977.
4. И.А. Мушин, Ю.С. Корольков, А.А. Чернов Выявление и картирование дизъюнктивных дислокаций методами разведочной геофизики. Москва, Научный мир, 2001.

**Оценка остаточного ресурса для целей управления технологической безопасностью процесса подготовки питания флотации  
ОАО «Ковдорский ГОК»**

**Туз А. А.<sup>1</sup>, Богатиков В. Н.<sup>2</sup>** (<sup>1</sup> – *г. Апатиты, институт информатики и математического моделирования Кольского НЦ РАН,* <sup>2</sup> – *г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра автоматике и вычислительной техники*)

**Аннотация.** В статье приводится методология оценки остаточного ресурса. Предлагается система принятия решений по обеспечению технологической безопасности.

**Abstract.** The article provides a methodology for assessing the residual life. Proposes a system of decision-making for ensuring technological safety.

**Ключевые слова:** остаточный ресурс, управление, обогащение, классификация, центр безопасности, индекс безопасности.

**Key words:** residual life, control, mineral processing, classification, safety center, safety index.

Актуальность проблемы.

Быстрый рост уровня сложности современных технических систем и технологических процессов, разнообразие выполняемых операций приводят к тому, что обеспечение надёжности становится важным критерием для успешного функционирования современного предприятия.

Совокупность оборудования участка подготовки питания флотации, ответственных устройств и их соединений составляют сложную систему, объединённую на различных уровнях функциональными, информационными и физическими связями, и индивидуальную для каждого предприятия. Потенциально «слабым звеном» данной технологической цепи является достаточно быстрый износ аппаратных компонентов цепи обогатительных процессов в цикле подготовки питания апатитовой флотации ОАО «Ковдорский ГОК» под действием агрессивных сред.

Технологический процесс подготовки питания флотации включает в себя доведение до заданного технологического качества хвостов, идущих с магнито-обогатительной фабрики, которые последовательно проходят стадии обесшламливания, доизмельчения, классификации, сгущения.

В процессе принятия решений ЛПР приходится осуществлять выбор в условиях неполноты исходных данных, которая обусловлена наличием факторов, не поддающихся строгой количественной оценке [1]. В настоящей работе решается задача оценки остаточного ресурса для дальнейшей возможности принятия решений. Остаточный ресурс – суммарная наработка изделия от момента контроля его технического состояния до перехода в предельное состояние.

Остаточный ресурс оборудования необходимо знать не только до истечения расчетного срока службы, но и после него. Это обусловлено действующими нормами и правилами расчета сроков службы оборудования, предусматривающими обеспечение прочности и износостойкости изделий при наиболее неблагоприятных режимах нагружения в заданных условиях эксплуатации, а также при минимальных уровнях механических характеристик конструкционных материалов, обеспечиваемых по государственным стандартам.

Фактические режимы нагружения при соблюдении правил эксплуатации оказываются, как правило, менее напряженными, чем расчетные, что снижает интенсивность расходования заложенных запасов (по прочности, износо- и коррозионной стойкости) создающих резерв по остаточному ресурсу оборудования.

Возможность прогнозирования остаточного ресурса обеспечивается при одновременном наличии следующих условий:

- известны параметры, определяющие техническое состояние оборудования (ПТС);
- известны критерии предельного состояния оборудования;
- имеется возможность периодического (или непрерывного) контроля значений ПТС.

В работе рассматривается методика сбора экспериментальной информации для создания нечетко логической модели необходимой для построения системы выбора управляющих воздействий по предотвращению аварийных ситуаций в условиях неполноты информации о состоянии входящих в цепь обогащения аппаратов на основе мониторинга ресурсного параметра.

Ресурсный параметр – параметр, выход которого за предельное значение обуславливает утрату работоспособности объекта в силу

исчерпания ресурса. Его восстанавливают посредством капитального ремонта или замены. Существуют способы решения задачи оценки и прогнозирования остаточного ресурса, если имеется возможность для периодического измерения ресурсного (определяющего) параметра, достижение которым своего предельного значения приводит к отказу (предельному состоянию) изделия.

Процесс функционирования любой системы можно рассматривать как последовательную схему смены ее состояний на некотором интервале времени  $(t_0, t_k)$  [2]. Состояние системы в каждый момент времени  $t$  из этого интервала характеризуется набором параметров этой системы, на которые накладываются ограничения, зависящие от множеств параметров  $\{T_i, K_j, Unp_l\}$  (технологических –  $\{T_i, i=1...I\}$ ; конструктивных –  $\{K_j, j=1...J\}$ ; управления –  $\{Unp_l, l=1...L\}$ ). Выход за эти ограничения означает переход процесса во внештатную ситуацию. Эти ограничения, «вырезают» на множестве всех состояний процесса  $n$ -мерную область, в которой процесс не выходит во внештатные ситуации (рис.1) – это область всех работоспособных состояний процесса:

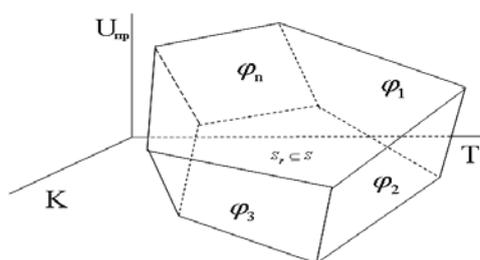


Рис.1. Область существования состояний системы

Область безопасного функционирования системы представляет собой подмножество состояний на конечном множестве диапазонов значений параметров, характеризующих определенные режимы работы системы. В это множество будут входить те состояния, которые являются безопасными с точки зрения ведения технологического процесса, но не совпадают с центром безопасности.

При описании возможных ситуаций, описываемых множеством технологических параметров  $X = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$  – протекающих в некоторый промежуток времени, эксперту наиболее удобно пользоваться лингвистическими переменными, как словесными значениями параметров.

В соответствие каждому параметру технологического процесса ставится переменная  $\langle \beta_i, E_i, D_i \rangle$ , где

$\beta_i$ -название лингвистической переменной

$E_i = \{ E^1_i, E^2_i, \dots, E^{M_i}_i \}$ -терм-множество лингвистической переменной  $\beta_i$

$D_i$ - базовое множество лингвистической переменной  $\beta_i$

Каждому элементу терм-множества  $E_i$  ставится в соответствие своя функция принадлежности, например сигмоидного типа (рис. 2).

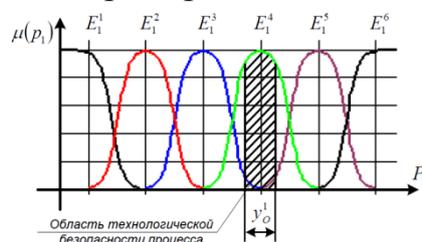


Рис. 2. Фаззификация технологических параметров

Для описания термов  $E_i^j$ , соответствующих значениям  $\beta_i$ , используются нечеткие переменные, то есть каждый терм описывается нечетким множеством в базовом множестве данной лингвистической переменной.

Значение параметра  $p_o^i$  из интервала  $y_o^i$ , соответствующего области технологической безопасности процесса, для которого

$$\mu_{E_i}(P_o^i) = \max_{P_i \in y_o^i} \mu_{E_i}(P_i)$$

называется  $i$ -ой координатой центра технологической безопасности.

Набор координат по всем параметрам процесса, заданных таким образом определяет центр технологической безопасности процесса (рис.3).

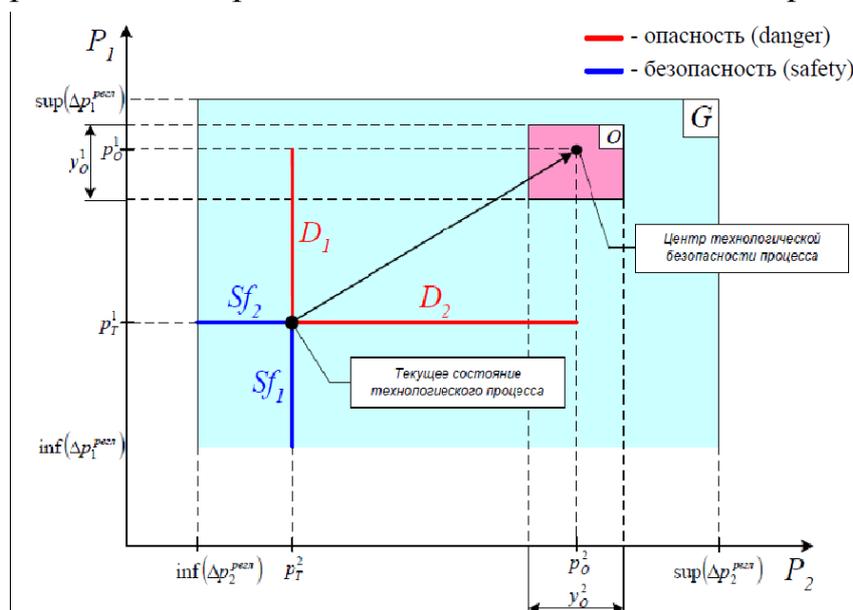


Рис. 3. Интерпретация центра технологической безопасности процесса

В результате изменения значений параметров технологического процесса происходит постоянная смена состояний, вследствие чего процесс выходит из области безопасности[3]. Оценить этот выход можно с помощью

определения смещения от центра безопасности. Количественная оценка, характеризующая удаленность текущей рабочей точки процесса от центра безопасности покажет степень безопасности для данного состояния технологического процесса. Эта количественная характеристика определена как индекс безопасности.

### **Литература**

1. Наумов А.Е. Автоматизированная система прогнозирования остаточного ресурса контактных соединений электрических сетей в условиях ограниченного объема диагностической информации. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Тверь, 2009.
2. Кулаков А.Г. Ситуационное управление технологической безопасностью процесса измельчения. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук М., 2008.
3. Палюх Б.В., Богатиков В.Н., Пророков А.Е., Алексеев В.А. Приложение метода разделения состояний для управления технологической безопасностью промышленных процессов на основе нечетко определенных моделей. Монография. Тверь, 2009.

## **Имитационное моделирование кадровой потребности Мурманской области**

**Халиуллина Д. Н., Малыгина С. Н.** (*г.Апатиты, Институт информатики и математического моделирования технологических процессов Кольского НЦ РАН*)

**Аннотация.** В работе рассматривается моделирование кадровой потребности различных отраслей Мурманской области. Представлены математические и системно-динамические модели кадрового обеспечения, проведена оценка адекватности.

**Annotation.** The article describes developing models of recruitment needs in different branches in Murmansk region. Mathematical and simulation models of staff are observed.

**Ключевые слова:** кадровая потребность, математическая модель, системно-динамическая модель.

Разнообразие экономических, географических, демографических, воспроизводственных условий России предопределяет природу возникающих проблем, в числе которых к наиболее острым и малоизученным относятся проблемы формирования социальной и кадровой политики региона.

Объектом кадровой политики региона являются все категории и группы населения, поскольку именно население является исходной базой для формирования количественных и качественных характеристик трудовых ресурсов.

В трудах российских ученых довольно широко рассматриваются вопросы новых понятий и подходов к формированию рынка труда в России, вопросы рационального размещения трудовых ресурсов, безработицы, регулирования занятости населения, демографические аспекты занятости, молодежные проблемы на рынке труда, вопросы мобильности трудовых ресурсов в экономике страны и мотивации труда [1]. Баланс трудовых ресурсов является средством оценки трудового потенциала региона и источником информации об его использовании [2].

Мурманская область является регионом, экономика которого напрямую зависит от развития моногородов, в которых проживает около трети населения области, поэтому вопрос обеспечения квалифицированными кадрами в данном регионе стоит довольно остро.

Одним из эффективных методов моделирования сложных социальных процессов является метод имитационного моделирования, поэтому предлагается использовать его для прогнозирования трудовых ресурсов, что позволит удобно и наглядно дать оценку ситуации и проводить необходимые эксперименты.

### **Математические модели кадровой потребности**

Для разработки системно-динамической модели кадровой потребности региона необходимо разработать математические модели для каждой отрасли, при этом следует учитывать следующие факторы, влияющие на кадровую безопасность региона: экономические – банкротство убыточных предприятий в регионе, а также создание новых предприятий; демографические – естественный прирост, возрастная структура, квалификационная структура, структура трудовых ресурсов региона, миграция населения, уровень подвижности трудовых ресурсов; социальные – службы занятости, уровень безработицы; технико-технологические – подготовка и переподготовка квалифицированных специалистов региона.

Динамику численности предприятий и вакантных рабочих мест отрасли можно описать обыкновенными дифференциальными уравнениями [2, 3]:

$$\frac{dPr_i}{dt} = V_i - L_i, \quad (1)$$

где  $Pr_i$  - количество имеющихся предприятий  $i$ -ой отрасли,  $V_i$  – количество возникших предприятий в  $i$ -ой отрасли,  $L_i$  – количество ликвидированных предприятий в  $i$ -ой отрасли.

$$\frac{d(rmt_i)}{dt} = voz_i - lik_i, \quad (2)$$

где  $rmt_i$  - количество рабочих мест в  $i$ -ой отрасли,  $voz_i$  – количество возникших рабочих мест в  $i$ -ой отрасли,  $lik_i$  – количество ликвидированных рабочих мест в  $i$ -ой отрасли.

Сложность исследования предметной области приводит к тому, что для некоторых параметров модели невозможно с точностью указать функциональную зависимость от других элементов. Одним из

эффективных методов моделирования и прогнозирования, который позволяет определить динамику отдельных показателей во взаимосвязи друг с другом, является регрессионный анализ.

Исходной информацией для обработки явились данные демографической статистики о численности населения Мурманской области, а также сведения Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по мурманской области о среднегодовой численности работающих, о численности занятых по видам экономической деятельности и другие данные с 2005 по 2011 год.

Так, для расчета количества возникающих малых предприятий в горнодобывающей отрасли, было получено следующее уравнение:

$$V_1 = f_1(Ob, dpu, pr), \quad (3)$$

$$V_2 = 0.117 + 5.895 \cdot 10^{-3} \cdot Ob - 1.432 \cdot 10^{-5} \cdot dpu + 0.072 \cdot pr,$$

где  $Ob$  – оборот добычи полезных ископаемых на предприятиях;  $dpu$  – добыча полезных ископаемых;  $pr$  – количество малых предприятий.

Для торговой отрасли данное выражение примет другой вид:

$$V_2 = g_1(EAN, dn, Pr, prib), \quad (4)$$

$$V_2 = 158.033 - 3.825 \cdot 10^{-4} \cdot EAN + 2.305 \cdot 10^{-3} \cdot dn + 0.055 \cdot Pr + 2.566 \cdot 10^{-10} \cdot prib,$$

где  $EAN$  – численность экономически активного населения;  $dn$  – доход населения;  $Pr$  – количество предприятий;  $prib$  – прибыль предприятий.

Также, были выведены функциональные зависимости для подсчета количества ликвидированных предприятий, возникающих и ликвидируемых рабочих местах на предприятиях.

### **Системно-динамическая модель кадровой потребности**

Разработанная системно-динамическая модель состоит из следующих блоков: трудовые ресурсы (для каждой отрасли региона), система образования, производство региона по отраслям (предприятия, персонал), население области, фонд перераспределения.

Блок «трудовые ресурсы» отвечает за имитацию перераспределения трудовых ресурсов для каждой отрасли по возрастам и категориям (рабочие, специалисты, управленцы) в зависимости от образования. Здесь учитываются занятые и незанятые трудовые ресурсы. Дает возможность

оценить уровень безработицы, а также перенасыщенность кадрами определенной специальности.

На выходе блока «система образования» получаем количество молодых специалистов в зависимости от уровня образования и профессиональной направленности, поступающих на рынок труда. Эти данные являются входными для блока «трудовые ресурсы» и «фонда перераспределения».

Основными задачами блока «производство» является имитация процессов в региональной экономике, влияющих на возникновение и ликвидацию рабочих мест в каждой базовой отрасли региона. Данный блок состоит из двух компонентов: «предприятия» и «персонал». Компонент «предприятия» отражает классификацию предприятий в зависимости от численности рабочих мест (малые, средние, крупные). Здесь имитируется процесс возникновения и ликвидации предприятий, а также их реструктуризацию (переход на следующий уровень развития). Это позволяет отслеживать количество рабочих мест. Компонент «персонал» отражает движение трудовых ресурсов в конкретной отрасли: количество возникших, ликвидированных, а также вакантных рабочих мест, количество принятых, ушедших с работы людей по различным причинам, а также среднее число рабочих на предприятиях отрасли и др.

Блок «фонд перераспределения» отвечает за имитацию движения трудовых ресурсов между отраслями региональной экономики.

Блок «население области» отражает динамику численности населения региона в зависимости от возраста. К основным задачам блока относятся: моделирование динамики изменения общей численности населения, учет рождаемости, смертности, иммиграции и эмиграции населения, а также количества рабочих мест по Мурманской области во всех отраслях и другие параметры. Позволяет оценить потенциальную численность общих трудовых ресурсов.

Для повышения уровня доверия к результатам моделирования были проведены процедуры верификации, в ходе которых были проверены логические взаимосвязи для подтверждения верности логической структуры разработанной модели. Верификация производилась с имеющимися фактическими данными.

Анализ представленных данных по горнодобывающей отрасли показывает, что моделирование в целом воспроизводит фактические результаты. В первом случае средняя ошибка отклонения составляет 7,4%, во втором – 7,3%, в третьем – 3,7%. Проверка адекватности модели торговой отрасли показала отклонение от статистических данных в среднем на 4 % по следующим параметрам: общее количество предприятий, количество возникших и ликвидированных предприятий, количество рабочих мест, количество людей, занятых в торговой отрасли, количество уволившихся людей, а также количество людей, принятых на работу. По результатам проведения процедур верификации был сделан вывод о том, что поведение модели, в целом, согласуется с экспертными представлениями о предметной области, поэтому ее можно использовать для прогнозирования и сценарного анализа поведения сложной системы кадровой потребности региона.

### **Литература**

1. Сидунова Г.И. Кадровая политика региона: инновационный подход: монография / Сидунова Г.И. – М.: Высшая школа, 2003. – С.132.
2. Мещерякова А.В. Аналитическая записка к прогнозу баланса трудовых ресурсов на 2013-2015. – Режим доступа: <http://www.murman-zan.ru/Attachment.axd?id=fac61597-be67-4ae0-9fd5-b0688e0c5a94>
3. Логинова Ж.В., Халиуллина Д.Н. Разработка системно-динамической модели кадровой потребности горнодобывающей отрасли на примере Мурманской области. Труды Кольского научного центра РАН. 5/2013(18). Информационные технологии. – Вып. 4. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. - 2013. С.223-229.
4. Малыгина С.Н., Менькова А.А. Имитационная модель кадровой потребности горнодобывающей отрасли на примере Мурманской области. Труды Кольского научного центра РАН. 5/2013(18). Информационные технологии. – Вып. 4. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. -2013. С.217-222.

# **МИКРОБИОЛОГИЯ**

## Гидролого-гидрохимическое исследование южного и среднего колен Кольского залива в зимний гидрологический сезон 2012-2013

Гладченко А. В., Макаревич Е. В., Жекова А. А., Жекова Е. А.

(г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии)

**Аннотация.** В статье представлены результаты гидролого-гидрохимического исследования водной экосистемы южного и среднего колен Кольского залива в зимний гидрологический период 2012-2013 (декабрь – апрель 2012-2013 гг). Проанализированы данные по изменению температуры, pH, солености воды исследуемых полигонов, а также приведены сведения о содержании нитритного, нитратного, аммонийного азота и фосфатов в рассматриваемый сезон.

**Abstract.** The results of hydrological and hydrochemical study of the aquatic ecosystem in the middle and southern bends of the Kola Bay in the winter hydrological period 2012-2013 (December-April 2012-2013) are presented in this article. This paper contains the data about changing salinity, pH, temperature and also information about the content of nitrite, nitrate, ammonium and phosphates in the water of studied polygons.

**Ключевые слова:** нитритный азот, нитратный азот, аммонийный азот, фосфаты, температура, соленость, pH, Кольский залив, загрязнение, антропогенная нагрузка, водная экосистема.

**Tags:** nitrite, nitrate, ammonium, phosphates, temperature, salinity, ph, Kola Bay, pollution, anthropogenic load, the aquatic ecosystem.

Кольский залив является зоной контакта суши и моря, рек и моря, характеризующейся интенсивным круговоротом основных солей, биогенных веществ и микроэлементов. Основными факторами, определяющими распределение гидрохимических характеристик в Кольском заливе, являются речной сток в залив, развитие биохимических процессов, а также антропогенное воздействие. В настоящее время в Кольский залив осуществляется сброс производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод флотами и береговыми предприятиями различных ведомств, расположенными на его берегах. Основные биогенные элементы, жизненно необходимые для организмов, при накоплении в концентрациях, превышающих ПДК, становятся токсичными и в конечном результате губительными для живых организмов. Создается критическая экологическая ситуация, при которой происходит миграция, вымирание отдельных видов и коренная перестройка в качественном и количественном составе биоценозов [7]. Поэтому актуальность изучения гидролого-гидрохимических показателей при анализе экологической ситуации водных экосистем очевидна.

Отбор проб воды для определения ее гидролого-гидрохимических показателей производили на трех станциях: станция 1 – бухта Белокаменка (среднее колено Кольского залива), станция 2 – Абрам-мыс (южное колено), станция 3 – мыс Притыка (южное колено) в объеме 500 мл с поверхностного горизонта каждой станции в чистые пластиковые бутылки. Для определения кислорода и БПК использовали кислородные склянки с притертыми крышками емкостью 150 мл не менее 10 – 15 см от дна [3,8]. Определение гидрологических и гидрохимических показателей проводили, руководствуясь РД, ГОСТ [2,3,5,6].

За исследуемый период температура воды станций изменялась в соответствии с ее естественным годовым ходом – в феврале 2013 года была минимальной (в среднем  $-0,5^{\circ}\text{C}$ ), а в апреле – максимальной (в среднем  $2,7^{\circ}\text{C}$ ) (рис. 1). Средняя наибольшая температура была характерна для станции 1 ( $1,5^{\circ}\text{C}$ ), наименьшая – для станции 3 ( $0,6^{\circ}\text{C}$ ).

Соленость вод соответствовала значениям для солоноватых вод на станции 2 (в среднем 23‰) и для соленых на станции 1 (26‰). На станции 3 значения солености изменялись от 6 до 10‰ и были самыми низкими (в среднем 7‰), что обусловлено влиянием пресного стока рек, приливных и сгонно-нагонных явлений (рис. 1). В целом, режим солености Кольского залива определяется взаимодействием континентального стока с поступающими на его акваторию баренцевоморскими водными массами, а степень опреснения водных масс зависит от устойчивости речного стока, условий весеннего снеготаяния, объема выпадения жидких осадков на поверхность, интенсивностью водообмена и перемешивания водных масс [1].

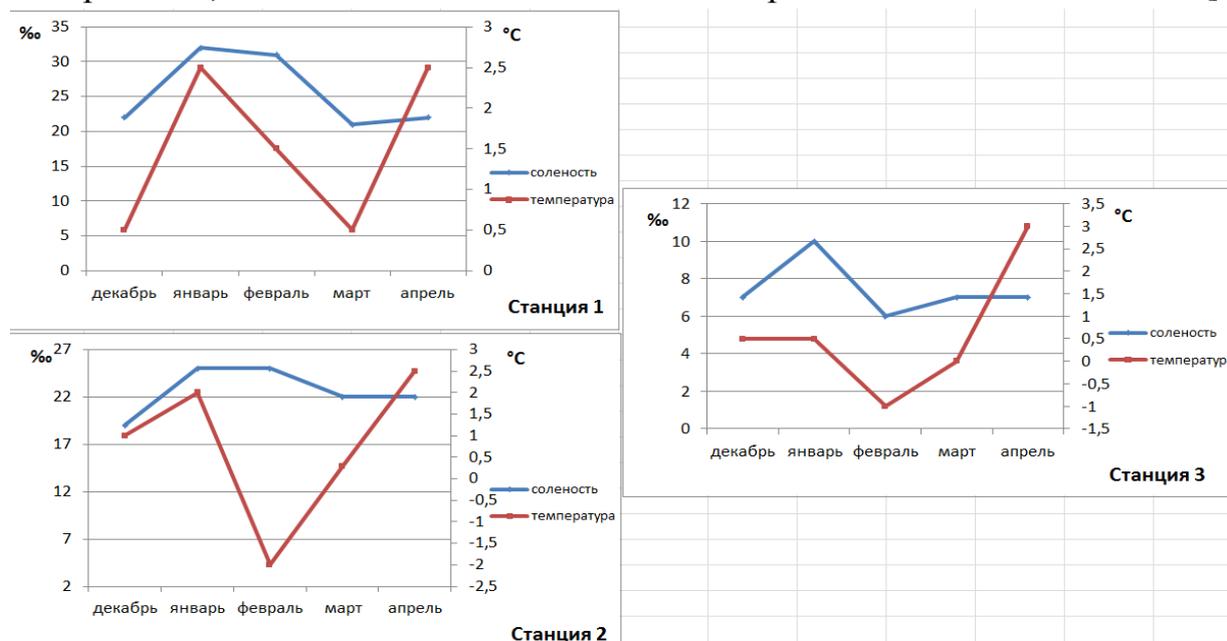


Рис. 1. Динамика температуры и солености воды исследуемых станций.

Режим рН является условием и показателем химических и биологических процессов, протекающих в природных водах. Величина

водородного показателя во всех исследованных пробах соответствовала природным показателям и не выходила за пределы допустимых концентраций [7]. Станция 2 и 3 отличались наиболее низкими значениями рН (среднее значение 7,7 и 7,4, соответственно), что может быть результатом влияния атмосферных явлений и антропогенных факторов (поступлением неочищенных сточных вод), преобладанием процессов деструкции органического вещества над его продукцией а кроме того, связано с влиянием речного стока (рис. 2). Результаты подтверждают имеющиеся литературные данные о том, что величины водородного показателя имеют тенденцию возрастания в направлении с юга на север [1].

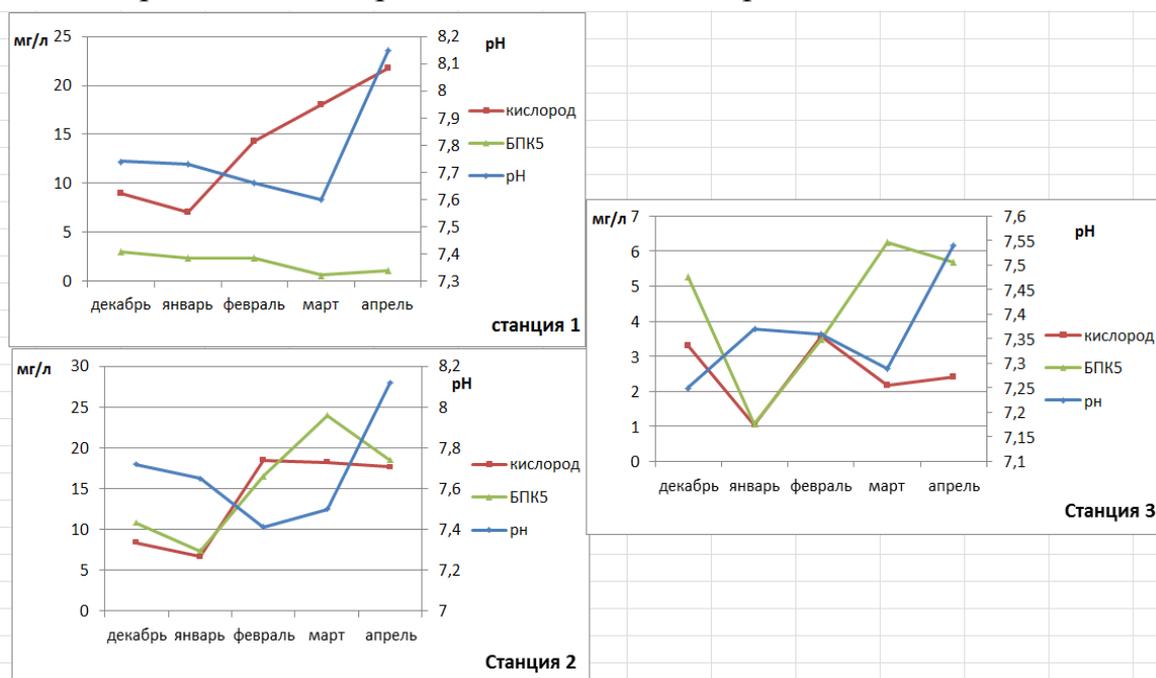


Рис.2. Значения рН, БПК<sub>5</sub> и концентрация кислорода в воде Кольского залива на исследуемых станциях.

Растворенный в воде кислород определяет степень ее аэрации и оказывает большое влияние на развитие жизни и существование организмов. Постепенное увеличение концентрации кислорода с февраля 2013 может быть связано с процессом фотосинтеза, а наименьшие концентрации в декабре-январе объясняются тем, что биохимическое потребление кислорода преобладает над его продуцированием (рис. 2). Содержание кислорода является важным показателем загрязненности водоема, его биологического состояния, доминирующих в нем процессов образования, деструкции органических веществ, интенсивности самоочищения. На станции 2 выявлена наименьшая насыщенность водных масс кислородом среди других станций (в среднем 13,9 мг/л). Полученные значения концентрации кислорода не выходили за ПДК в перечне рыбохозяйственных нормативов [7].

Показатель БПК является некоторой условной мерой загрязнения вод органическими соединениями. Наибольшее среднее потребление кислорода было выявлено на станциях 2 и 3 (в среднем за весь гидрологический период 2,5 и 4,36 мг/л  $O_2$ ), а наименьшее – на станции 1 (1,88 мг/л  $O_2$ ), что указывает на загрязненность станций 2 и 3, причем на станции 3 среднее значение БПК превышало ПДК (рис. 2). В результате исследований было зафиксировано превышение этого параметра в декабре, феврале на станции 2, а в декабре, феврале, марте и апреле на станции 3.

Содержание биогенных веществ в водах залива регулируется поступлением их со стоком рек в результате окислительных процессов, а с другой стороны потреблением в процессе фотосинтеза и выносом в море течениями, кроме того, большую роль играет антропогенное воздействие – поступление биогенных веществ с промышленными и хозяйственными стоками.

Содержание биогенных веществ в водах залива регулируется поступлением их со стоком рек в результате окислительных процессов, а с другой стороны потреблением в процессе фотосинтеза и выносом в море течениями, кроме того, большую роль играет антропогенное воздействие – поступление биогенных веществ с промышленными и хозяйственными стоками.

Содержание нитритного азота в водах исследуемых полигонов изменялось (мг/л) от 0,006 в апреле на станции 1 до 0,02 в марте на станции 1. Повышенные концентрации нитритов в декабре 2012 (0,02 мг/л; 0,01 мг/л; 0,02 мг/л для каждой станции соответственно) свидетельствует об интенсивных окислительных процессах органических веществ. Резкое понижение концентрации биогена в январе (0,006, 0,007, 0,01 мг/л) может указывать на процессы полного окисления нитритов (рис. 3). В марте и апреле 2013 года зафиксировано постепенное снижение содержания биогенного элемента в связи с весенним развитием фитопланктона. Наличие в воде нитритов в значительном количестве свидетельствует об интенсивности окислительных процессов в результате активной деятельности микроорганизмов и может использоваться в качестве косвенного критерия загрязнения, поэтому средняя наибольшая концентрация биогенного вещества на станции 3 может указывать на загрязненность данного полигона (в среднем 0,015 мг/л).

Концентрация нитратов в поверхностных водах Кольского залива варьировалась в пределах от 0,18 мг/л на станции 1 в апреле до 2,5 мг/л на станции 2 в январе. Наименьшая концентрация биогена в апреле на всех исследуемых станциях объясняется развитием фитопланктона и

ассимиляцией макрофитами в прибрежной зоне залива. В январе скачок концентрации биогенного элемента объясняется тем, что при минимальном потреблении азота в этот месяц происходит разложение органического вещества и переход азота из неорганических форм в минеральные. Полученные данные отражают повышенные концентрации нитратов в районе станции 2 (в среднем 0,87 мг/л), что связано с влиянием речного стока, а также антропогенным воздействием неочищенных промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод (рис. 3). Результаты концентраций нитратов и нитритов исследуемых станций не превышали ПДК [7].

Высокие концентрации аммонийного азота в водах Кольского залива, превышающие ПДК, за период исследования были отмечены на всех станциях (концентрация изменялась от 1,67 мг/л на станции 3 в декабре до 22,78 мг/л на станции 1 в феврале), что может быть связано с процессами минерализации органического вещества, образовавшегося в результате процесса фотосинтеза. Аммонийный азот образуется в результате аммонификации белков, и высокие значения показателя указывают на высокую степень органического загрязнения воды станций. Расположение станций у поселков, сбросы неочищенных промышленных и хозяйственно-бытовых стоков, а также продуктивная зона побережья (литораль) объясняют высокое загрязнение. Повышенные концентрации аммония на станции 1 свидетельствуют об интенсивном процессе аммонификации (прибрежная зона станции представляет собой большую территорию с богатой экосистемой и зарослями макрофитов) и могут быть показателем последней стадии полной минерализации органических остатков (рис. 3).

Содержание соединений фосфора зависит от соотношения интенсивности процессов фотосинтеза и биохимического окисления органических веществ. Минимумы и максимумы концентраций были зарегистрированы соответственно (мг/л) на станции 1 в апреле (0,03) и на станции 3 в январе 2013 года (1,07) (рис. 3). С февраля 2013 заметно уменьшение содержания фосфатов в воде исследуемых станций, поскольку начинается интенсивный расход фосфатов в процессе фотосинтеза. В январе максимальное содержание фосфатов на всех станциях, по видимому, связан с тем, что происходит минерализация органического вещества и вертикальное перемешивание, выравнивающее концентрации фосфатов по всей толще, а также потребление фосфатов фитоценозом незначительно, поскольку ограничено световыми условиями и температурой воды.

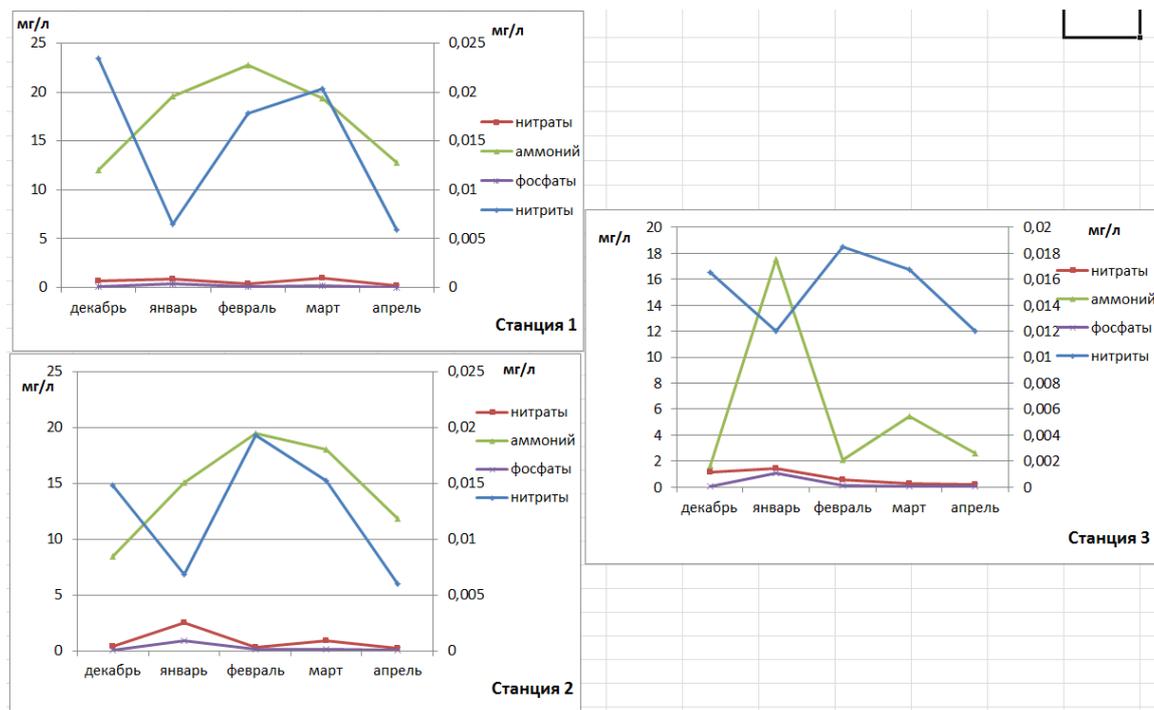


Рис. 3. Содержание нитритного, нитратного, аммонийного азота и фосфатов в воде Кольского залива на исследуемых станциях.

Наиболее высокое содержание фосфатов отмечено на станциях 2 и 3 (среднее значение за весь исследуемый период 0,25 и 0,26 мг/л соответственно), что объясняется влиянием речного стока, а также антропогенным воздействием неочищенных промышленных и хозяйственных сточных вод. То есть, в направлении от южного колена к среднему содержанию фосфатов уменьшается, что подтверждается литературным данным [1]. В январе 2013 на станциях 2 и 3 зарегистрировано превышение ПДК биогенного элемента (0,9 мг/л и 1,07 мг/л при значении ПДК 0,5 мг/л) [7].

Наши исследования показали, что значения гидрологических и гидрохимических показателей воды станций Кольского залива были в пределах рыбохозяйственных нормативов, за исключением концентраций аммонийного азота, превышающих ПДК в несколько раз на всех станциях за весь период исследования, а также показателя БПК, превышение которого зафиксировано на станциях 2 и 3. Гидрохимический анализ исследуемых полигонов в зимний гидрологический период установил более высокий уровень загрязнения станций 2 и 3 (южное колено залива), которые испытывают антропогенную нагрузку от деятельности предприятий и населенных пунктов, расположенных по его берегам. Наши результаты согласуются с имеющимися данными – в 2012 г. индекс загрязненности южного колена показал 4 класс загрязненности вод (воды загрязненные) [9].

Таким образом, изменчивость в распределении гидролого-гидрохимических характеристик Кольского залива происходит за счет резкого изменения соотношения окислительных и продукционных процессов, интенсивного перемешивания под действием приливных течений и, несомненно, антропогенного воздействия.

#### Литература

1. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты / Под ред. Г. Г. Матишова. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997 – 265 с.
2. РД 52.10.243-92. Руководство по химическому анализу морских вод. – Л.: Гидрометеиздат, 1993. – 263 с.
3. РД 52.24.420-2006. Биохимическое потребление кислорода в водах. Методика выполнения измерения скляночным методом. – Ростов-на-Дону, 2006. – 9 с.
4. Широкая, Т. А. Гидрохимические исследования бассейна Кольского залива / Т. А. Широкая, С. И. Овчинникова. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2011. – 182 с.
5. ГОСТ 18826-73. Вода питьевая. Методы определения содержания нитратов. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 6 с.
6. ГОСТ 4192-82. Вода питьевая. Методы определения минеральных азотсодержащих веществ. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 7с.
7. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (электронный ресурс).
8. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Изд-во стандартов, 2005. – 31 с.
9. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2012 году. – Мурманск. – 2013.- 152 с.

## **Влияние абиотических факторов на распространение бактериопланктона прибрежных вод Кольского залива**

**Жекова А. А., Макаревич Е. В., Жекова Е. А., Гладченко А. В.**  
(г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии)

**Аннотация.** В работе представлены результаты подсчета общей численности гетеротрофного бактериопланктона в прибрежной воде южного и среднего колен Кольского залива Баренцева моря, также получены корреляции между численностью физиологических групп микроорганизмов (аммонификаторы, нитрификаторы и денитрификаторы) и концентрациями биогенных элементов в воде залива исследуемых полигонов с октября по март 2012-2013 гг.

**Abstract.** The data about number and distribution of heterotrophic microorganisms in the coastal water in the middle and southern bends of the Kola Bay during the period from October to March 2012-2013 are presented in this article. Also this paper contains information about correlation between the number of physiological groups of microorganisms (ammonifying bacteria, nitrifying bacteria, denitrifying bacteria) and the concentrations of nutrients in the water of the bay.

**Ключевые слова:** Кольский залив, гетеротрофные бактерии, бактериопланктон, аммонифицирующие бактерии, нитрифицирующие микроорганизмы, денитрификаторы, физиологическая структура, корреляционная зависимость, гидрохимические параметры.

**Key words:** Kola bay, heterotrophic bacteria, ammonifying bacteria, nitrifying bacteria, denitrifying bacteria, physiological structure, bacterioplankton, correlation, hydrochemical parameters.

Бактериопланктон играет важную роль в функционировании водных экосистем, поддерживая их стабильное устойчивое состояние. Под влиянием антропогенного пресса может происходить нарушение структурной и функциональной стабильности экосистем. Исходя из этого, исследование гетеротрофного бактериопланктона представляет интерес для экологического мониторинга водной среды.

В работе рассмотрена комплексная характеристика гетеротрофного бактериопланктона, а также проанализированы особенности его развития в зависимости от абиотических факторов.

Пробы воды для исследования отбирали в период с октября 2012 г. по март 2013 г. ежемесячно на станциях, расположенных в северном (бухта Белокаменка – станция 1) и южном (Абрам-Мыс – станция 2, мыс Притыка – станция 3, «Новый мост» – станция 4) коленах Кольского залива. Также фиксировались гидролого-гидрохимические показатели воды Кольского залива.

Для выявления и учета бактерий различных физиологических групп использовались питательные среды: для аммонифицирующих микроорганизмов – РПБ с добавлением 3% пептона, нитрифицирующих бактерий – Виноградского, для денитрификаторов – Гильтая [2].

Развитие бактериального сообщества определяется комплексом абиотических факторов. Факторы среды оказывают наиболее существенное влияние на численность бактерий [1].

В период исследований температура прибрежной воды изменялась от -2°C до 4°C. Максимальные значения температуры наблюдались в ноябре, минимальные – в феврале.

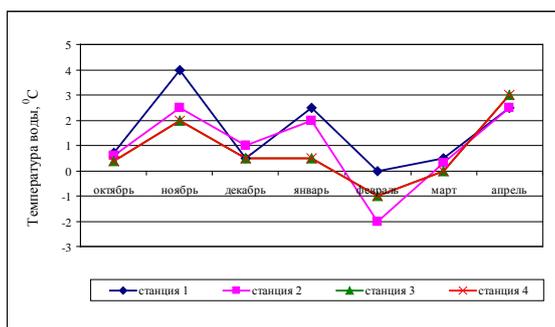


Рис.1. Значения температуры воды Кольского залива на исследуемых станциях.

Значения солености варьировали от 6 до 31 промилле.

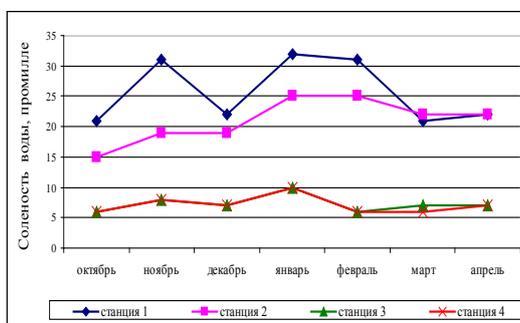


Рис. 2. Значения солености воды Кольского залива на исследуемых станциях.

Величина рН в течение периода исследований изменялась от 7,03 до 8,15.

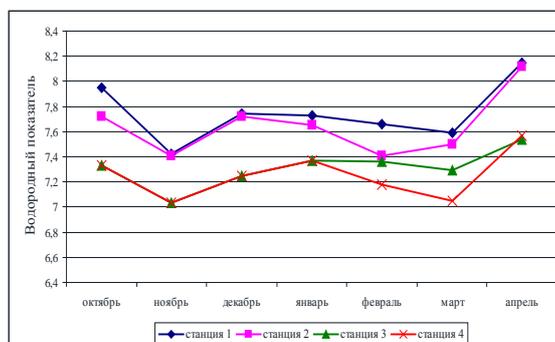


Рис. 3. Значения рН воды Кольского залива на исследуемых станциях.

В период наблюдений величина БПК<sub>5</sub> колебалась в пределах от 0,4 до 5,3 мг/л.

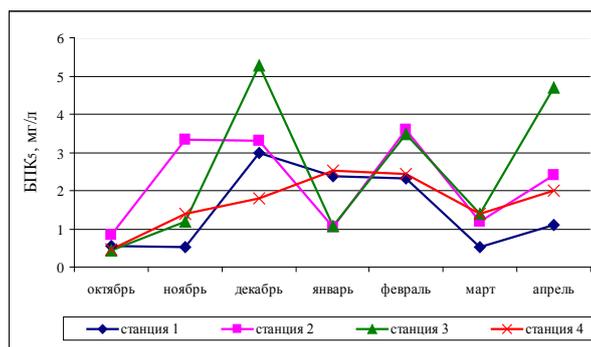


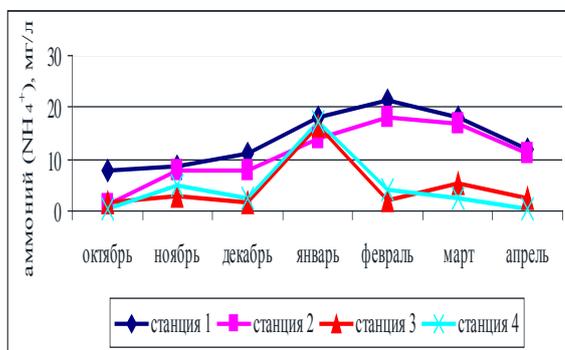
Рис.4. Значения БПК<sub>5</sub> воды Кольского залива на исследуемых станциях.

Максимальные концентрации аммония были отмечены на всех станциях в январе, что связано с процессами минерализации органического вещества, образовавшегося в результате фотосинтеза.

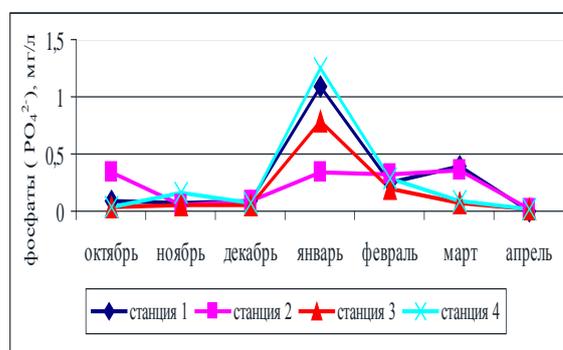
Минимальное содержание фосфатов отмечено на станции 1 в апреле и составило 0,003 мг/л. Максимальные концентрации фосфатов (от 0,198 до 1,250 мг/л) на всех станциях наблюдались в январе.

Значения концентраций нитратов в воде исследуемой акватории варьировали от 0,016 до 3,503 мг/л. На станциях 1, 2 и 3 в октябре и на станции 4 в ноябре отмечено повышенное содержание нитратов, связанное со спадом интенсивности продукционных процессов и деструкцией органического вещества [3].

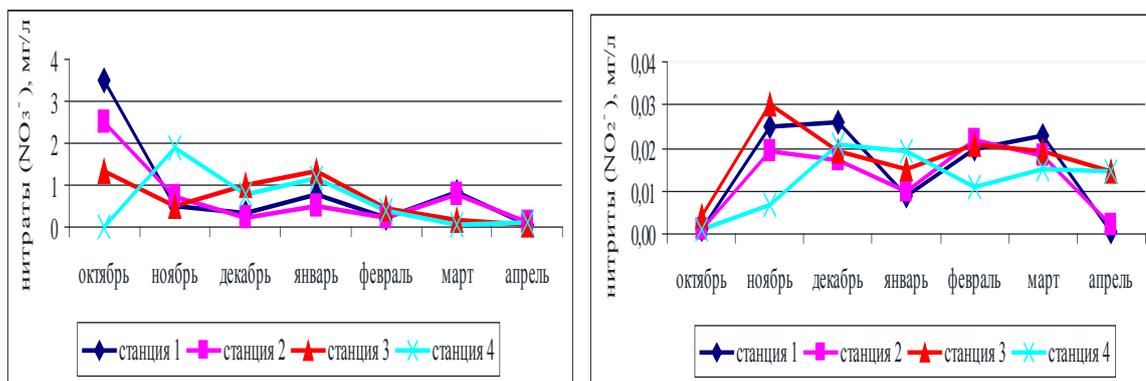
Содержание нитритов составляло от 0,001 до 0,026 мг/л. Среди исследованных районов наиболее высокие концентрации нитритов отмечены на станциях 2 и 3, что говорит об интенсивности окислительных процессов вследствие активной деятельности микроорганизмов и может использоваться в качестве косвенного критерия загрязнения.



А



Б



В Г

Рис.5. Содержание биогенных элементов (аммония – А, фосфатов – Б, нитратов – В, нитритов – Г) в воде Кольского залива на станциях за период исследований.

Установлено, что численность бактериопланктона исследуемых станций изменялась в пределах двух порядков. Отмечено два резко выраженных максимума общей численности бактериопланктона на станциях 1 и 4 ( $(2,99 \pm 0,012) \cdot 10^6$  кл/мл и  $(2,93 \pm 0,003) \cdot 10^6$  кл/мл соответственно) в октябре.

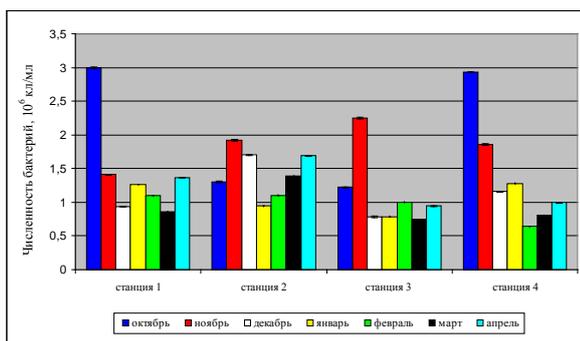


Рис. 6. Распределение общей численности бактериопланктона в водах Кольского залива на станциях за период исследований.

Результаты микробиологического анализа прибрежных вод Кольского залива на исследуемых станциях показали неравномерное распределение исследуемых физиологических группы.

Преобладающей физиологической группой гетеротрофного бактериопланктона за весь период исследований были аммонифицирующие бактерии, максимум численности которых зафиксирован на станции 2 в октябре и станции 1 в ноябре и составлял  $7,50 \cdot 10^5$  кл/мл, минимум – на станции 3 в марте, составляя  $2,18 \cdot 10^3$  кл/мл. Высокие значения аммонификаторов могут свидетельствовать о значительном содержании в воде азотсодержащих органических соединений.

Численность нитрифицирующих бактерий была минимальной на станции 1 в феврале и составляла  $4,00 \cdot 10^3$  кл/мл (0,5 % от общего числа), а пик численности приходился на станциях 1 и 3 в ноябре и январе, составляя  $7,50 \cdot 10^5$  кл/мл (55 % от общего числа). Минимальные показатели нитрифицирующих бактерий, возможно, связаны с медленной скоростью протекания процессов минерализации в данном биотопе.

Денитрифицирующая группа бактерий характеризовалась максимальными значениями в ноябре на станциях 1 и 3 ( $7,50 \cdot 10^5$  кл/мл), тогда как минимальное значение наблюдалось на станции 3 в октябре ( $1,42 \cdot 10^3$  кл/мл). Высокие значения денитрификаторов свидетельствуют о загрязнении водной экосистемы органическими промышленными и хозяйственно-бытовыми стоками.

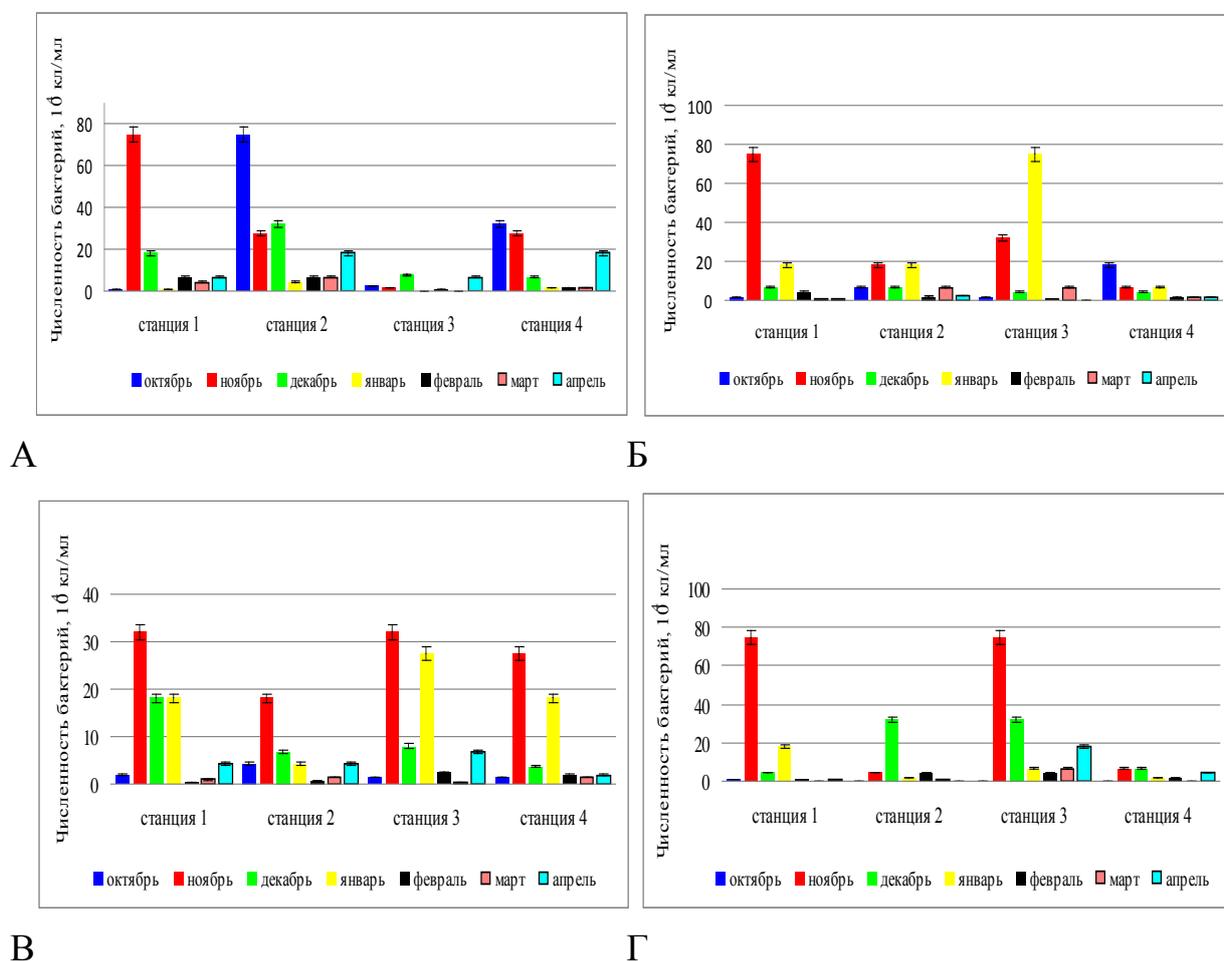


Рис. 7. Распределение численности аммонифицирующих (А), нитрифицирующих 1 фазы (Б), нитрифицирующих 2 фазы (В), денитрифицирующих (Г) микроорганизмов в водах Кольского залива на станциях за период исследований.

Для изучения связей компонентов экосистемы провели исследования с использованием корреляции.

Корреляционный анализ между гидролого-гидрохимическими параметрами и численностью аммонифицирующих бактерий выявил наличие значимой связи с температурой на станциях 1, 2 и 3 ( $R=0,78, 0,90$  и  $0,65$ ), с соленостью – на станциях 2, 3 и 4 ( $R= -0,93, -0,66$  и  $-0,84$ ), рН – на станциях 1 ( $R= -0,61$ ), с БПК<sub>5</sub> на станциях 3 и 4 ( $R=0,80$  и  $-0,74$ ). Расчет коэффициента корреляции между аммонификаторами и биогенными веществами показал существование зависимости с аммонием на станции 2 ( $R=-0,93$ ); с нитратами на станции 2 ( $R=0,83$ ), и с нитритами на станции 4 ( $R= -0,80$ ).

Значимые корреляционные связи между изменениями численности нитрифицирующей группы микроорганизмов были обнаружены с температурой на станциях 1 и 2 ( $R=0,88$  и  $0,61$ ), с соленостью – на станциях 1-4 ( $R=0,68, 0,82, -0,96$  и  $-0,75$ ), с рН – на станции 1 ( $R= -0,64$ ), с БПК<sub>5</sub> – на станции 4 ( $R=-0,71$ ). Из биогенных элементов нитрифицирующие бактерии коррелировали с аммонием и фосфатами на станции 3 ( $R=0,91$  и  $0,88$ ); с нитратами и нитритами – на станции 4 ( $R= 0,95$  и  $-0,68$ ).

Расчет коэффициента корреляции между численностью денитрифицирующих бактерий и гидрологических параметрами показал существование зависимости с температурой на станции 1 ( $R=0,88$ ); с рН – на станциях 1, 3 и 4 ( $R=-0,63, -0,75$  и  $-0,74$ ).

Полученные корреляции между биогенными элементами и численностью этой физиологической группы свидетельствуют о тесной взаимосвязи денитрификаторов с нитратами на станции 4 ( $R=0,64$ ) и нитритами на станции 3 ( $R=0,74$ ).

Таким образом, обилие бактериопланктона определяется местной гидролого-гидрохимической ситуацией, и потому при анализе связей численности бактерий с абиотическими параметрами не всегда возможно выявление общих для разных регионов закономерностей [1].

## Литература

1. Ильинский, В. В. Гетеротрофный бактериопланктон: экология и роль в процессах естественного очищения среды от нефтяных загрязнений: Авт. дис. ... докт. биол. наук. – Москва, 2000. – 53 с.
2. Методы изучения водных организмов / С. И. Кузнецов, Г. А. Дубинина. – М.: Наука, 1989. – 288 с.
3. Широкая, Т. А. Гидрохимические исследования бассейна Кольского залива / Т.А.Широкая, С.И.Овчинникова; под.ред. С.И.Овчинниковой. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2011. – 182 с.

## Трофическая структура гетеротрофного бактериобентоса литорали Кольского залива

**Жекова Е. А., Макаревич Е. В., Жекова А. А., Гладченко А. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «Мурманский государственный технический университет», кафедра «Микробиология и биохимия»)

**Аннотация.** В статье представлены данные о численности и пространственно-временном распределении гетеротрофных бентосных микроорганизмов поверхностного слоя грунта литорали южного и среднего колен Кольского залива Баренцева моря с октября по март 2012-2013 гг., также приведены корреляционные связи между численностью исследуемых групп бактерий и гидрохимическими параметрами воды.

**Abstract.** The article presents data of the number, spatial and temporal distribution of the benthic heterotrophic microorganisms in the soil surface layer of the littoral of Barentsevasea's Kola bay during the period from October to March 2012-2013, also there are information about correlations between the number of studied bacteria and hydrochemical parameters of water.

**Ключевые слова:** Кольский залив, гетеротрофные бактерии, евтрофные бактерии, олиготрофные микроорганизмы, бактериобентос, трофическая структура, корреляционная зависимость, гидрохимические параметры.

**Key words:** Kola bay, heterotrophic bacteria, eutrophic bacteria, oligotrophic, microorganisms, trophic structure, bacteriobenthos, correlation, hydrochemical parameters.

Структурированность экосистем, как и биоценозов, определяется составом входящих в них компонентов, расположением их в пространстве и совокупностью взаимоотношений между ними. Несмотря на накопленный к настоящему времени материал, отдельные компоненты экосистем остаются малоизученными. К числу подобных объектов можно отнести бактериобентосные сообщества литоральной зоны. [3].

В работе описана картина пространственно-временной структуры гетеротрофного бактериобентоса поверхностного слоя грунта литорали Кольского залива, а также рассмотрены его связи с гидрохимическими параметрами водных масс.

Пробы грунта для исследования отбирали в период с октября 2012 г. по март 2013 г. ежемесячно в литоральной зоне Кольского залива на станциях: бухта Белокаменка (станция 1), Абрам-Мыс (станция 2), мыс Притыка (станция 3), «Новый мост» (станция 4). Также фиксировались гидрохимические показатели воды Кольского залива.

Для выявления и учета бактерий различных трофических групп использовались питательные среды: для олиготрофных микроорганизмов –

модифицированную среду ММС, евтрофных бактерий – РПБ, разведенный в 10 раз [2].

Результаты микробиологического анализа проб грунта литорали на исследуемых станциях показали неоднородное распределение общей численности бактерий.

Общая численность бактерий грунта литорали изменялась в пределах 2-3 порядков. Максимум общей численности бактерий был отмечен на станции 4 в январе и составил  $(2,94 \pm 0,02) \cdot 10^9$  кл/г, минимум – на станции 1 в феврале и составил  $(0,08 \pm 0,02) \cdot 10^9$  кл/г.

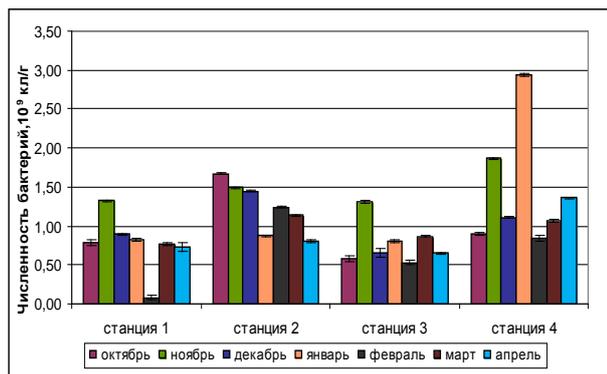


Рис.1. Распределение численности бактериобентоса на станциях (метод прямого счета).

Параллельно исследованию общей численности бактерий грунта литорали Кольского залива определяли численность гетеротрофных бактерий.

Пик численности гетеротрофных бактерий на станции 1 и 2 приходится на январь, на станции 4 – на ноябрь, составляя при этом  $(2,36 \pm 0,24) \cdot 10^5$  кл/г,  $(2,51 \pm 0,24) \cdot 10^5$  кл/г и  $(3,12 \pm 0,24) \cdot 10^5$  кл/г соответственно. Станция 3 характеризуется минимальными показателями численности гетеротрофных бактерий на протяжении всего периода исследования.

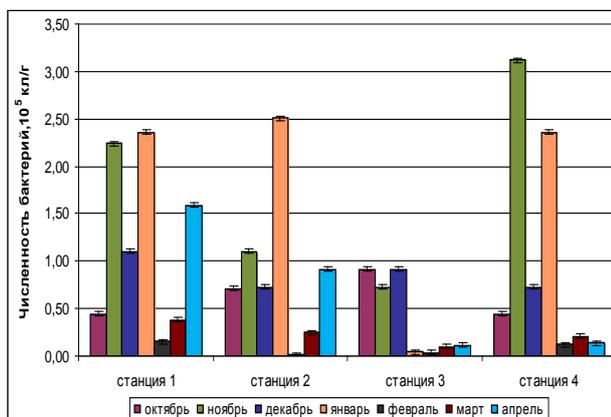


Рис. 2. Распределение численности гетеротрофных бактерий на станциях (метод предельных разведений).

Данные о плотности бактериального сообщества грунта, полученные методом прямого счета, отличаются от данных, полученных методом посева в жидкие питательные среды, и превышают их на 4 порядка.

Существенные расхождения результатов могут быть обоснованы неспособностью микроорганизмов к росту на субстратах, присутствующих в питательной среде.

Численность бактерий, определяемая прямым счетом, дает лишь количественную информацию об обилии микробного ценоза в текущий момент времени, но не отражает его состояние.

Для характеристики состояния гетеротрофной части микробного ценоза в определенный период времени представляется целесообразным вычисление коэффициента  $K_n$  [1].

Полученные данные не превышают 1 %, что может указывать на низкие концентрации лабильного органического вещества и, как следствие, на низкие темпы развития гетеротрофных бактерий.

В бактериоценозах грунта на долю евтрофных бактерий приходится от 2,07 % до 98,72 %, а на долю олиготрофов – от 1,28 % до 97,93 %.

Преобладающей трофической группой на исследуемых станциях были олиготрофы. Исключение составила станция 4, где с октября по февраль доминировали евтрофы.

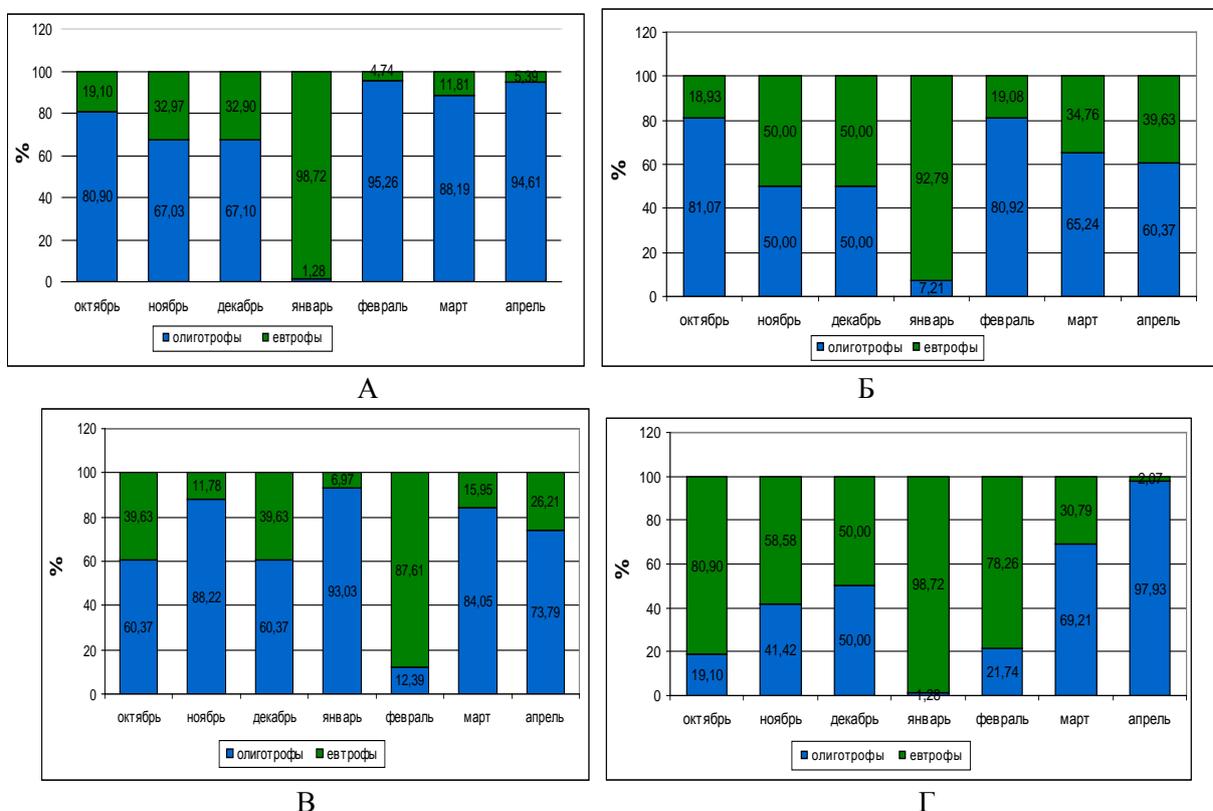


Рис.3. Доля олиготрофов и евтрофов в структуре гетеротрофного бактериобентоса на станциях (А – станция 1, Б – станция 2, В – станция 3, Г – станция 4).

Распределение трофических групп бактериобентоса литорали Кольского залива может быть обусловлено пространственно-временными условиями, гидрохимическими параметрами прибрежной воды и антропогенными факторами, действующими на исследуемые районы.

Численное преимущество в пользу олиготрофных бактерий может свидетельствовать о преобладании в грунте литорали Кольского залива в период исследований стойкого органического вещества над лабильным – легкодоступным для микроорганизмов.

Для изучения связей компонентов экосистемы провели исследования с использованием корреляции. Корреляционные связи между численностью исследуемых групп бактерий и гидрохимическими параметрами оказались неоднозначными.

На станциях 1 и 4 корреляционные связи численности евтрофных бактерий грунта литорали с концентрацией аммония были прямыми ( $R = 0,74$ ,  $R = 0,89$ ), тогда как на станциях 2 и 3 – обратными ( $R = -0,72$ ,  $R = -0,54$ ).

На исследуемых станциях была отмечена прямая связь между численностью евтрофных бактерий грунта и концентрацией фосфатов ( $R = 0,67$ ,  $R = 0,72$ ,  $R = 0,83$ ). Исключение составила станция 2, где связь данной группы с фосфатами оказалась очень слабой ( $R = 0,18$ ). Зависимости количества евтрофной группы от нитритов обнаружено не было, тогда как значимая связь евтрофов с нитратами была выявлена на станциях 2, 3 и 4 ( $R = 0,70$ ,  $R = 0,51$ ,  $R = 0,78$ ).

Была определена корреляционная зависимость количества олиготрофных бактерий от фосфатов ( $R = 0,55$ ,  $R = 0,86$ ,  $R = 0,99$ ). Обнаруженная связь между численностью олиготрофных бактерий и нитратами на исследуемых станциях оказалась прямой ( $R = 0,61$ ,  $R = 0,80$ ).

Анализ корреляций для всех трех станций показал отсутствие значимой связи между численностью олиготрофных бактерий грунта литорали и концентрациями нитритов. Исключение составила станция 2, где выявлена тесная взаимосвязь данной группы с этим биогеном ( $R = 0,90$ ). На станциях 1 и 3 была отмечена обратная связь численности олиготрофных бактерий с аммонием ( $R = -0,52$ ,  $R = -0,97$ ).

Таким образом, на распределение гетеротрофного бактериобентоса литорали Кольского залива оказывают влияние определенные факторы среды, которые в свою очередь подвержены постоянным изменениям.

Литература

1. Ильинский, В. В. Гетеротрофный бактериопланктон: экология и роль в процессах естественного очищения среды от нефтяных загрязнений: Авт. дис. ... докт. биол. наук. – Москва, 2000. – 53 с.
2. Методы изучения водных организмов / С. И. Кузнецов, Г. А. Дубинина. – М.: Наука, 1989. – 288 с.
3. Сорокин, Ю. И. Продукция микрофлоры / Ю. И. Сорокин // Биологическая продуктивность океана. – М: Наука, 1977. – Т. 2. – С. 209–233.

## Сравнение методов судебно-криминалистической экспертизы

**Казеева Д. О., Ускова И. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии)

**Аннотация.** В статье выявлена степень достоверности методов определения видовой принадлежности биологического материала, применяемых при судебно-криминалистической экспертизе вещественных доказательств преступлений.

**Abstract.** The article revealed the reliability of methods for determining the species of the biological material used in forensic examination of physical evidence of crimes.

**Ключевые слова:** Судебно-криминалистическая экспертиза, вещественные доказательства, ориентировочные реакции, антигенные свойства, экспертное заключение.

**Keywords.** Forensic examination, hylis evidence, orienting reactions, antigenic properties, expert opinion.

*Введение.* При расследовании преступлений неоценимую помощь оказывают исследования вещественных доказательств биологического происхождения, так называемых «немых свидетелей преступления». Фактически, вещественными доказательствами служат любые производные человеческого организма, чаще всего приходится иметь дело с кровью, слюной, потожировым веществом, спермой, влагалищным содержимым и волосами. Эти исследования занимают 5-8% экспертной работы и по своему характеру являются очень сложными.

Специалист-биолог в процессе проведения судебно-медицинских исследований должен быть уверен в полученных результатах и не может допустить ошибки при вынесении экспертного заключения.

*Цель работы:* выявить степень достоверности доказательных методов судебно-криминалистической экспертизы, применяемых для определения видовой принадлежности биологического материала.

В качестве материала биологического происхождения исследовали слюнную и семенную жидкости.

Порядок исследования биологического материала проводили по схеме:

- выявление наличия следов;
- определение видовой принадлежности;
- установление индивидуальной принадлежности;
- морфологическое изучение сперматозоидов человека и собаки.

В процессе работы использовали стандартные экспертные методики [Пименов, 2006]:

- (исследование в ультрафиолетовых лучах) + экспресс-тест SERATEC PSA SEMIQUANT (метод выявления специфичного для спермы белка р30);
- набор для иммуноферментного тестирования групп крови и категории выделения (ГРУППОСПОТ);
- метод преципитации в агарозно-крахмальном геле;
- экспресс-тест RSID<sup>TM</sup> - Semen (специфичных к слюне человека).

В ходе работы было выявлено, что некоторые методы имеют погрешности, которые могут ввести специалиста в заблуждение и привести к ложноположительным результатам (таблица 1).

Таблица 1 Результаты судебно-криминалистической экспертизы биологического материала

Биологический материал	Слюна собак и	Слюна собаки	Слюна человека	Сперма собаки	Сперма человека	Слюна кошки
Экспресс-тест SERATEC PSA SEMIQUANT (специфичных к сперме человека)	-	-	-	+	+	+
Экспресс-тест RSID <sup>TM</sup> - Semen (специфичных к слюне человека)	+	+	+	-	-	+
Установление наличия слюны методом преципитации в агарозно-крахмальном геле	-	-	+	-	+	-
Установление видовой принадлежности спермы по методике определения видовой принадлежности крови (метод преципитации в агарозном геле)	-	-	-	-	+	-

Биологический материал	Слюна собак и	Слюна собаки	Слюна человека	Сперма собака	Сперма человека	Слюна кошки
Определение индивидуальной принадлежности (при помощи набора для иммуноферментного тестирования групп крови и категории выделения (ГРУППОСПОТ))						
Морфологическое изучение	*	*	*	*	*	*

+ – результаты не специфичны для доказательных экспертных методик;

\*- в исследование не включены;

\* – морфологически сперматозоиды человека практически неотличимы от сперматозоидов собаки.

В частности, нами установлено, что тест SERATEC PSA SEMIQUANT, предназначенный для быстрого определения следов спермы в пробе, реагирует не только на сперму человека, но и дает положительный результат на сперму собаки и слюну кошки. Тест RSID<sup>TM</sup> – Semen, применяемый для быстрого определения следов слюны в пробе реагирует не только на слюну человека, но и дает положительный результат на слюну собак (♂,♀) и слюну кошки. Фермент амилаза, входящая в состав слюны, методом преципитации в агарозно-крахмальном геле нами была обнаружена также и в семенной жидкости человека. Была проведена попытка определения видовой принадлежности спермы методом преципитации в агарозном геле. Выявлено, что при взаимодействии сыворотки человека, образовались следы преципитации с экстрактом спермы человека, что является положительным результатом. Морфологическое изучение семенной жидкости показало, что существенной разницы между сперматозоидами собаки и человека не наблюдается.

Таким образом, данные, полученные в ходе проведенной работы, требуют дальнейшего подтверждения для закрепления достоверности сделанных выводов, и более длительном изучении, а именно наблюдении большего количества биологических материалов, полученных от разных объектов. Специалист обязан предпринять все имеющиеся возможности, методы и экспресс-тесты в совокупности, для получения неоспоримого

результата, не поддающегося никакому сомнению, при вынесении им экспертного заключения.

#### Литература

1. Пименов, М.Г. «Экспертные методики исследования тканей и выделений человека»: Учебное пособие. /М.Г. Пименов, С.А. Кондрашов, Л.С. Платоненкова и др. – М.: ЭКЦ МВД России, 2006 – 72с.

**Углеводороды в донных осадках Баренцева моря**

**Литовская А. М., Жилин А. Ю., Плотицына Н. Ф.** (г. Мурманск, ФГУП «ПИНРО»)

**Аннотация.** Представлены результаты определения содержания алифатических и полициклических ароматических углеводородов в донных осадках Баренцева моря в феврале-марте и октябре 2013 года, обсуждается их состав, особенности распределения и источники поступления.

**Abstract.** The results of determination of the contamination of the Barents sea sediment by the aliphatic hydrocarbons and polycyclic aromatic hydrocarbons in February-March and October, 2013 are introduced. Compound, features of their distribution and sources of receipt is discussed.

Сегодня исследования углеводородного загрязнения отдельных объектов морской среды и биоты Баренцева моря особенно актуальны в связи с разведкой и освоением морских месторождений нефти и газа.

Программа мониторинга загрязнения элементов экосистемы Баренцева моря, проводимого ПИНРО, предусматривает выполнение наблюдений за уровнем содержания алифатических (АЛУ) и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в воде, донных осадках и промысловых видах гидробионтов. Высокие уровни содержания ПАУ и АЛУ в объектах морской среды, зачастую являются показателем нефтяного загрязнения. Мониторинг ПАУ в морской окружающей среде обусловлен их канцерогенным и мутагенным воздействием.

В работе использованы экспедиционные материалы, собранные сотрудниками ПИНРО в открытых районах Баренцева моря в рейсах НИС «Вильнюс» в феврале-марте и в октябре 2013 г. Исследования охватывали 10 промысловых районов: Северная часть Новоземельского мелководья, Западный склон Гусиной балки, Канино-Колгуевское мелководье, Мурманское мелководье, Западный Прибрежный район, Северо-Восточный склон Мурманской банки, Центральный желоб, Северо-Западный склон Мурманской банки, Демидовская банка, Возвышенность Персея (рисунок 1).

Содержание АЛУ в верхнем слое донных осадков открытых районов Баренцева моря в феврале-марте изменялось от 0,26 до 3,1 мкг/г, в октябре – от 0,46 до 1,25 мкг/г сухой массы. Нормальные алканы в верхнем слое донных осадков представлены широким спектром углеводородов от C<sub>10</sub> до C<sub>30</sub>. Из изопреноидов были идентифицированы пристан (iC<sub>19</sub>) и фитан (iC<sub>20</sub>). Отношение содержания нормальных алканов с нечетным и четным числом

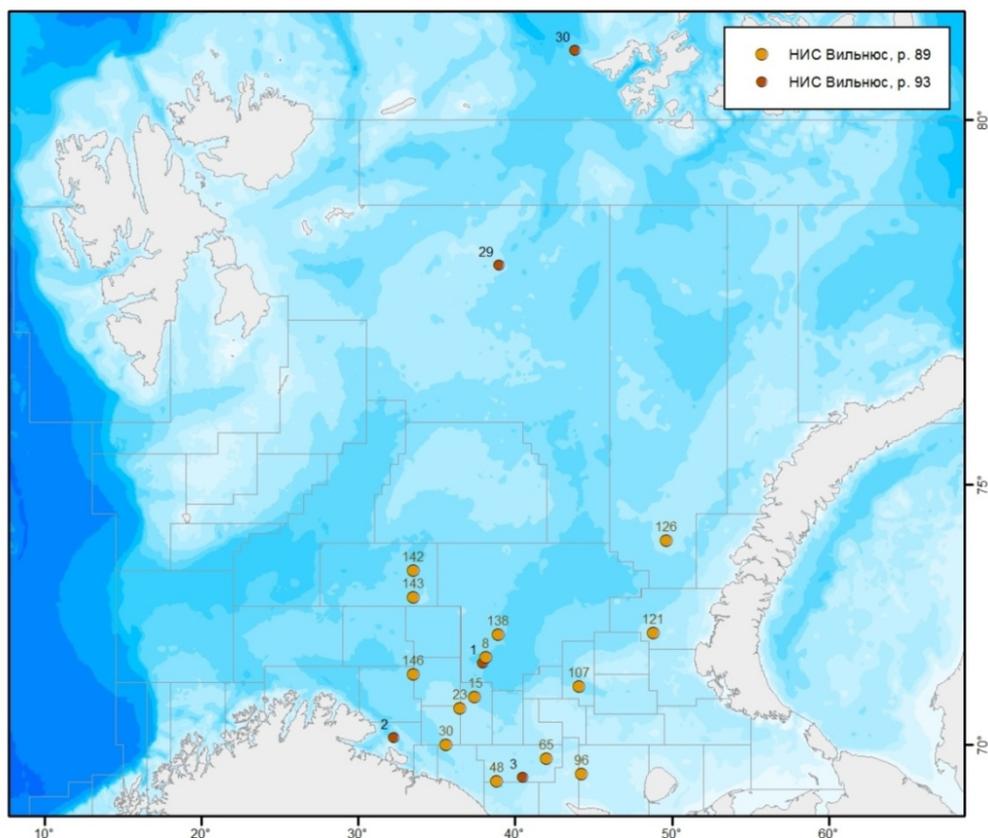


Рис.1. Станции отбора проб донных осадков Баренцева моря атомов углерода в цепи (CPI), а также низкокипящих и высококипящих алканов ( $nC_{10}$ - $nC_{22}/nC_{23}$ - $nC_{30}$ ) можно использовать как индикатор степени превращения углеводородов, их природы и условий нахождения в донных осадках [1].

О том, что в составе АЛУ донных осадков преобладают углеводороды нефтяного происхождения (кроме ст. 30 в осенний период, где доминируют углеводороды биогенного происхождения), свидетельствуют динамика соотношения изопреноидов пристан/фитан в донных осадках Баренцева моря –  $\leq 1,0$ , а также доминирование низкокипящих алканов. Одним из наиболее четких критериев определения АЛУ в исследованных пробах является наличие на хроматограммах экстрактов углеводородов, выделенных из донных осадков, «горба» неразделенных газовой хроматографией соединений, которые представлены в основном циклоалканами и нафтено-ароматическими углеводородами [2].

Нормативы содержания АЛУ в донных осадках отсутствуют, но, по литературным данным, природный уровень АЛУ в морских донных осадках может достигать 50 мкг/г сухой массы. Содержание АЛУ в донных осадках открытых районов Баренцева моря, было значительно ниже техногенного фонового уровня, характерного для верхнего слоя донных осадков Западно-Арктического шельфа – 340 мкг/г сухой массы [3].

В составе ПАУ определялись 19 соединений: нафталин (Naph), аценафтилен (AcI), аценафтен (Ac), флуорен (Fln), фенантрен (Phe), антрацен (An), флуорантен (Flt), пирен (Py), бенз(а)антрацен (BaA), хризен (Chry), бенз(б)флуорантен (BbF), бенз(к)флуорантен (BkF), бенз(а)пирен (BaP), индено(1,2,3-сd)пирен (Ipy), дибенз(аh)антрацен (DBA), бенз(g,h,i)перилен (Vper), 2-метилнафталин (2-Me), 1-метилнафталин (1-Me) и перилен (Per).

Суммарное содержание ПАУ в верхнем слое донных осадков Баренцева моря варьировало от 4,6 до 271,0 нг/г сухой массы осадка в феврале-марте и от 2,8 до 94,0 нг/г в октябре.

Содержание ПАУ имеет положительную корреляцию с содержанием тонкозернистых, преимущественно глинистых пород, сложенных более чем на 50 % из частиц размером менее 5 мкм [4]. В собранных пробах донных осадков преобладали тонкодисперсные глинистые илы с различной примесью песчаного и алевритового материалов.

Из группы углеводородов, которые являются индикаторами промышленных и других выбросов, выделяют Py, Flt, Vper, BbF, Ipy. Py и Flt являются преобладающими компонентами выбросов систем, связанных с пиролизом органического вещества, и их содержание в исследованных донных осадках изменялось от 3,3 до 17,0 %  $\Sigma$ ПАУ в феврале-марте и от 3,5 до 10,0 %  $\Sigma$ ПАУ в октябре.

Суммарное содержание канцерогенных ПАУ (КПАУ) (BaA, BbF, BaP, Ipy и DBA) варьировало от 12 до 47 %  $\Sigma$ ПАУ в феврале-марте и от 0,7 до 21,0 %  $\Sigma$ ПАУ в октябре.

BaP является единственным потенциально канцерогенным соединением, для которого установлены токсикологические характеристики, позволяющие судить об истинном уровне канцерогенной активности. Содержание BaP в среднем составляло 3,4 % в феврале-марте и 2,8 % в октябре.

Одним из критериев происхождения ПАУ в донных осадках является отношение суммарного содержания низкомолекулярных соединений ( $\Sigma$ НМС) к суммарному содержанию высокомолекулярных соединений ( $\Sigma$ ВМС). Петрогенное загрязнение характеризуется господством НМС (AcI, Ac, Fln, Phe, An, Flt, Py) [5], в то время как ВМС (BaA, Chry, BbF, BkF, BaP, Ipy, DBA, Vper) доминируют в загрязнениях, вызванных протеканием пиролитических процессов. Для донных осадков на большинстве исследованных станций соотношение было меньше 1, что указывало на образование ПАУ в результате сгорания органического топлива.

В России отсутствуют нормативы содержания загрязняющих веществ в морских донных осадках. В соответствии с классификацией уровней загрязнения, принятой Норвежским Государственным Агентством по охране

окружающей среды (SFT), содержание  $\Sigma$ ПАУ и ВаР в исследованных пробах на большинстве исследованных станций не превышало фоновых уровней – <300 и <10 нг/г сухой массы соответственно [6].

На основании полученных данных уровень загрязнения верхнего слоя донных осадков Баренцева моря ПАУ может быть охарактеризован как фоновый. ПАУ в донных осадках Баренцева моря имели как петрогенное, так и пирогенное происхождение. В настоящее время антропогенные факторы не являются определяющими в формировании ПАУ донных осадков Баренцева моря. Основными источниками поступления ПАУ в верхние слои донных осадков исследованных районов являются процессы медленного созревания органического вещества в верхней зоне земной коры.

#### Литература

1. Химические процессы в экосистемах северных морей (гидрохимия, геохимия, нефтяное загрязнение) / Г.Г. Матишов, Л.Г. Павлова, Г.В. Ильин. – Апатиты, 1997. – 404 с.
2. Пересыпкин В.И., Александров А.В. Поступление и особенности распределения алкано-нафтеновых углеводородов в донных осадках Кандалакшского залива Белого моря //Океанология. – 1996. – Т. 36, № 5. – С. 727-734.
3. Гуревич В.И. Современный седиментогенез и геоэкология Западно-Арктического шельфа Евразии. – М.: Научный Мир, 2002. – 135 с.
4. Sanger D.M., Holland A.F., Scott G.I. Tidal creek and salt marsh sediments in South Carolina coastal estuaries: II. Distribution of organic contaminants//Arch. Environ. Contam. Toxicol. – 1999. – Vol. 37. – P. 458-171.
5. Polycyclic aromatic hydrocarbon emissions from combustion of crude oil on water / B.A. Jr. Berner, N.P. Bryner, S.A. Wise// Environ. Science and Technol. – 1990. – Vol. 24. – P. 1418-1427.
6. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning / J. Molvær, J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei, J. Sørensen // SFT Veiledning, 1997. – Vol. 97, N 03. – 36 pp. (In Norwegian).

## Микробиологические исследования перифитона прибрежной зоны Кольского залива

Луценко Е. С. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПОМГТУ, кафедра микробиологии и биохимия)

**Аннотация.** Исследования касались оценки экологического состояния вод станций западного берега Кольского залива по сезонам. Микробиологическую оценку проводили по косвенным показателям общего микробного числа в планктоне и перифитоне и степени самоочищения водных масс. В результате выявлено, что воды станций 1 и 2 умеренно загрязнены, а воды станции 3 – чистые. Также отмечено, что бактериоперифитон более активно участвует в процессах естественного очищения вод.

**Abstract.** In this article the results of the seasonal evaluation the ecological status of water of western shore of the Kola Bay are presented. Microbiological evaluation was performed by using the indirect indicators – the total count of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms in the plankton and periphyton and the degree of self-purification of water masses. The result revealed that the waters on stations 1 and 2 are moderately polluted, and the water on station 3 – is clean. Also was noted that bacterioperiphyton was more actively involved in the natural purification processes in water.

**Ключевые слова:** бактериопланктон, бактериоперифитон, литораль, мезофильные аэробные и факультативно анаэробные микроорганизмы, самоочищение воды, Кольский залив.

**Keywords.** bacterioplankton, bacterioperiphyton, littoral, mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms, self-purification of water, Kola Bay.

Одним из распространенных и простых косвенных санитарно-микробиологических показателей является общий уровень микробного загрязнения воды.

К общему числу микроорганизмов (ОМЧ) относят мезофильные аэробы и факультативные анаэробы (МАФАМ), способные образовывать на питательном агаре колонии, видимые при увеличении в 2 раза при температуре 37 °С в течение 24 ч (ОМЧ 37 °С) и при температуре 22 °С в течение 72 ч (ОМЧ 22 °С) [1]. Определяемая численность сапрофитов колеблется не только при внесении загрязнений, но и в зависимости от сезонных факторов, наличия органических веществ, при интенсивном размножении автохтонной микрофлоры [2].

ОМЧ при температуре инкубации 37 °С – индикаторная группа микроорганизмов, в числе которых определяют в большей мере аллохтонную микрофлору, внесенную в водоем в результате антропогенного загрязнения, в т. ч. фекального. ОМЧ при температуре инкубации 20-22 °С – индикаторная группа микроорганизмов, в числе которых, помимо аллохтонной, определяют водную микрофлору данного водоема (автохтонную).

Соотношение численности этих групп микроорганизмов позволяет судить об интенсивности процесса самоочищения, активными участниками которого они являются. Эта разница более выражена при завершении процесса самоочищения (коэффициент соотношения ОМЧ 22 °С : ОМЧ 37 °С равен четырем и выше). В местах загрязнения хозяйственно-бытовыми сточными водами численные значения обеих групп близки. Показатель позволяет получать дополнительную информацию о санитарном состоянии водоемов, источниках загрязнения, процессах самоочищения [1]. Под самоочищением природных вод принято понимать совокупность химико-биологических процессов, направленных на восстановление первоначальных свойств и состава воды [3].

Показатель общего микробного числа (ОМЧ) не включен в нормативно-техническую документацию, касающуюся прибрежных вод морей [4; 5], но нам представляется важным проследить сезонную динамику численности автохтонных и аллохтонных бактерий в водах и на субстратах литоральной зоны Кольского залива и оценить степень самоочищения его экосистемы.

Микробиологические исследования прибрежной зоны Кольского залива проводили на трех станциях, расположенных на его западном берегу в южном и среднем коленах – станция 1 – Мыс Притыка, станция 2 – Абрам-мыс, станция 3 – Белокаменка. Отбор проб совершали ежемесячно с ноября 2012 по октябрь 2013 годов. Отбор проб совершали по собственной модифицированной методике, описанной ранее [6]. Микробиологический анализ проб воды и обрастаний совершали методом глубинного посева в питательный агар и культивировали чашки при температуре 22 °С в течение 72 часов для учета количества автохтонных бактерий и при 37 °С в течение 24 часов для учета количества аллохтонных бактерий. Результаты подсчета выражали в КОЕ/мл для планктонных микроорганизмов и КОЕ/см<sup>2</sup> для перифитонных [1].

Распределение автохтонных бактерий планктона и перифитона представлено на рисунках 1 и 2.

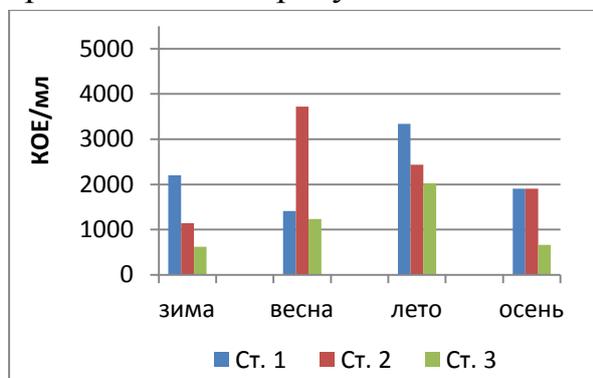


Рис. 1. Сезонная динамика общей численности автохтонных бактерий планктона.

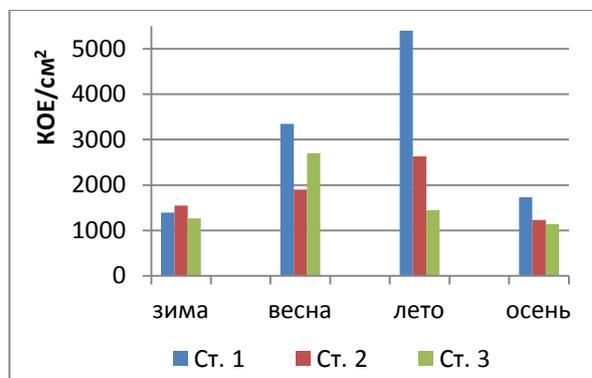


Рис. 2. Сезонная динамика общей численности автохтонных бактерий перифитона.

На станции 1 максимальные значения ОМЧ 22°C планктона и перифитона были отмечены в летний сезон и достигли  $3340 \pm 738$  КОЕ/мл в планктоне, и  $5404 \pm 447$  КОЕ/см<sup>2</sup> в перифитоне. На станции 2 максимальная численность автохтонных бактерий в планктоне была зарегистрирована в весенний сезон ( $3720 \pm 1790$  КОЕ/мл), а в перифитоне в летний ( $2630 \pm 1070$  КОЕ/см<sup>2</sup>). Аналогичная тенденция сезонной динамики количества ОМЧ 22°C отмечена и на станции 3, где были летний максимум в планктоне ( $2025 \pm 623$  КОЕ/мл) и весенний в перифитоне ( $2700 \pm 1230$  КОЕ/см<sup>2</sup>).

Наименьшие значения ОМЧ 22°C были зарегистрированы в осенне-зимний сезон и варьировали от  $617 \pm 60$  КОЕ/мл на станции 3 до  $1410 \pm 540$  КОЕ/мл на станции 1 в планктоне, и от  $1142 \pm 500$  КОЕ/см<sup>2</sup> на станции 3 до  $1396 \pm 447$  КОЕ/см<sup>2</sup> на станции 1 в перифитоне.

Наибольшая численность автохтонных микроорганизмов в планктоне и в перифитоне была зарегистрирована на станции 1, наименьшая на станции 3, с одиночными расхождениями в разные сезоны на разных станциях.

Колебания численности аллохтонных микроорганизмов планктона и перифитона представлены на рисунках 3 и 4.

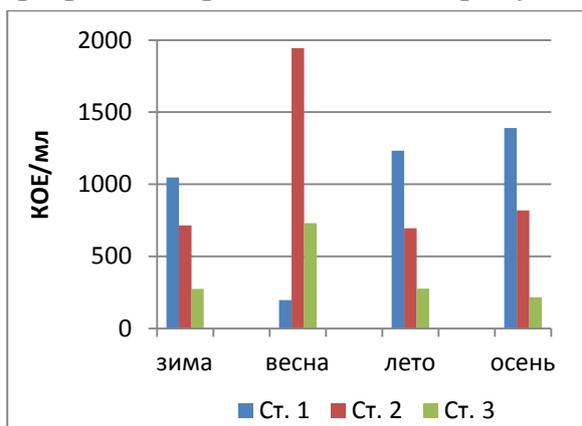


Рис. 3. Сезонная динамика общей численности аллохтонных бактерий планктона.

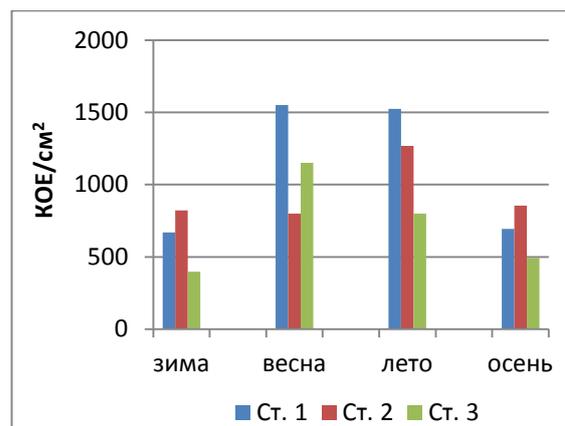


Рис. 4. Сезонная динамика численности аллохтонных бактерий в перифитоне.

На станции 1 максимальные значения количества аллохтонных бактерий были зарегистрированы в летне-осенний сезон в планктоне ( $1232 \pm 527$  –  $1391 \pm 633$  КОЕ/мл), и в весенне-летний сезон в перифитоне ( $1550 \pm 110$  –  $1524 \pm 667$  КОЕ/см<sup>2</sup>). ОМЧ 37°C на станции 2 была максимальной весной в планктоне ( $1944 \pm 480$  КОЕ/мл), и летом в перифитоне ( $1268 \pm 703$  КОЕ/см<sup>2</sup>). На станции 3 максимальные значения ОМЧ 37°C были отмечены в весенний сезон в планктоне ( $730 \pm 40$  КОЕ/мл) и перифитоне ( $1150 \pm 110$  КОЕ/см<sup>2</sup>).

Минимальное содержание аллохтонных бактерий в воде станции 1 было весной ( $196 \pm 20$  КОЕ/мл), в обрастаниях – в осенне-зимний сезон

( $670 \pm 75$  –  $695 \pm 110$  КОЕ/мл). На станции 2 значения ОМЧ 37°C были практически равнозначны в планктоне и перифитоне в зимний и осенний сезоны ( $715 \pm 268$  –  $819 \pm 130$  КОЕ/мл;  $800 \pm 400$  –  $854 \pm 510$  КОЕ/см<sup>2</sup>). На станции 3 количество привнесенной микробиоты было примерно на одном уровне зимой, летом и осенью ( $217 \pm 110$  –  $276 \pm 13$  КОЕ/мл;  $397 \pm 73$  –  $494 \pm 30$  КОЕ/см<sup>2</sup>). Распределение аллохтонной микробиоты было сходным с распределением автохтонной – наибольшая численность отмечена на станции 1, наименьшая на станции 3 как в бактериопланктоне, так и в бактериоперифитоне с некоторыми вариациями по сезонам и станциям.

Наиболее загрязненной по показателю привнесенной микробиоты, определяемой в бактериопланктоне и в бактериоперифитоне, является станция 1, менее загрязненной – станция 2 и наиболее чистой станция 3. Такое распределение связано, в первую очередь, с благоприятной для развития автохтонных и аллохтонных бактерий средой станции 1, где акватория мелководна, водные массы опресняются и хорошо перемешиваются стоком рек. Резкие пики ОМЧ 22°C и ОМЧ 37°C планктона и перифитона на станции 2 весной и летом обусловлены значительным прогревом водных масс, что положительно повлияло на развитие сообщества бактерий данного района на фоне поступления органических веществ со сточными водами и с суши.

По отношению количества автохтонных к количеству аллохтонных бактерий можно судить о потенциальной способности экосистемы Кольского залива к процессу самоочищения от различных воздействий антропогенного характера (рис. 5).

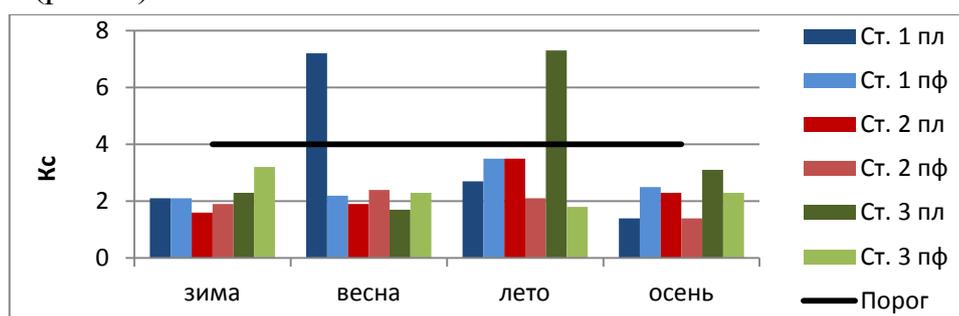


Рис. 5. Значения коэффициента самоочищения вод станций по планктонным и перифитонным бактериальным показателям.

Наиболее высокая способность к самоочищению вод отмечена в планктоне станции 1 в весенний сезон и станции 3 в летний сезон. Это вероятно обусловлено сезонными пиками количества автохтонных бактерий, поступивших в воды залива с пресным и континентальным стоками в результате паводков и таяния снегов. Коэффициент самоочищения, определенный для перифитонных

сообществ станций, в 58% случаев превышал таковой для планктона, что может указывать на преобладающую роль бактериоперифитонного сообщества в процессах самоочищения водной экосистемы залива.

По результатам проведенного микробиологического анализа планктонного и перифитонного сообщества бактерий можно провести комплексную оценку экологического состояния прибрежной зоны Кольского залива. В весенне-летний период бактериальная загрязненность вод станций увеличивается в результате воздействия гидрологических и климатических явлений, характерных для данных сезонов, что также может положительно влиять на способность к самоочищению водных масс. Сообщество бактерий перифитона более активно участвует в процессах естественного очищения вод, чем планктона. Снижение значений численности анализируемых бактерий в осенний и зимний сезоны также обусловлено снижением температурного режима водных масс и образованием ледового покрова на реках и на мелководье.

Используя выбранные показатели, можно оценить степень загрязненности вод станций. Так, станции 1 и 2 находятся в зоне умеренно-загрязненных вод, а станция 3 – в зоне чистых вод, что соответствует оценке качества воды Кольского залива Мурманским УГМС по гидрохимическим показателям [7].

#### Литература

1. МУК 4.2.1884-04 Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ поверхностных водоёмов.
  2. Корш, Л. Е. Ускоренные методы санитарно-бактериологического исследования воды / Л.Е. Корш, Т.З. Артемова – М.: Медицина, 1978. – 271 с.
  3. ГОСТ 17403-72. Гидрохимия. Основные понятия. Термины и определения.
  4. СанПиН 2.1.5.2582-10. Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения.
  5. МУК 4.2.2959-11. Методы санитарно-микробиологического и санитарно-паразитологического анализа прибрежных вод морей в местах водопользования населения.
  6. Луценко Е.С. Разработка методики исследования бактериального эпиплтона литоральной зоны северных морей на примере Кольского залива Баренцева моря / Е.С. Луценко // Материалы Международной научно-практической конференции «Наука и образование – 2013» (Электронный ресурс) / МГТУ. Мурманск: МГТУ, 2013. – с. 501 – 507.
- Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2012 году. – Мурманск, 2013. – 152 с.

## **Биологическая роль патогенных вирусов, обнаруживаемых в водных экосистемах и заболевания, вызываемые ими**

**Перетрухина А. Т., Блинова Е. И., Вахницкая Д. В.** (г. Мурманск, , ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии)

**Аннотация.** В работе показано, какие патогенные вирусы наиболее часто обнаруживаются в воде открытых водоёмов, сточной, морской и воде, используемой для питьевых целей. Установлены сроки сохранения вирусов в водных объектах и заболевания, вызываемые ими.

**Abstract.** The paper shows how pathogenic viruses most frequently detected in the water of open reservoirs, wastewater, and sea water used for drinking purposes. The dates preserve viruses in water bodies and the diseases they cause.

Достижения в развитии вирусологии такие как, разработка методов культивирования вирусов на культуре тканей, совершенствование использования современных методов. Наиболее распространёнными являются: иммуноферментный анализ (ИФА), идентификация цитопатических агентов в реакции нейтрализации (РН), выявление РНК энтеровирусов (гепатит А, ротавирусы и другие кишечные вирусы), метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) и метод ПЦР с этапом обратной транскрипции (ОТ – ПЦР). Указанное выше позволяет выявлять большое количество вирусов, способных распространяться с водой и вызывать различные виды заболеваний, опасные для человека.

К таким вирусам относятся:

1. Семейство Picornoviridae, род Enterovirus/ Представителями этого рода являются:

1.1 Полиовирусы (вирусы полиомиелита), которые имеют 3 серотипа. Эти вирусы в отличие от других энтеровирусов в водных объектах обнаруживаются сравнительно редко. Максимальные сроки сохранения полиовирусов в воде более 3х месяцев. Они способны вызывать лихорадки, менингиты. Наиболее тяжёлыми формами заболевания является паралитическая форма полиомиелита.

1.2 Вирусы ЕСНО имеют 3 антигенных варианта. Максимальные сроки сохранения в водных экосистемах более 6 месяцев. Однако, в сточных водах эти сроки удлиняются. Вирусы ЕСНО способны вызывать острые респираторные заболевания (ОРЗ), менингит, гастроэнтерит и тяжелые формы диареи у детей.

1.3 Вирусы Коксаки представлены 2 подгруппами:

1.3.1 Вирусы Коксаки А включают 24 серотипа. Они наиболее устойчивы в воде. Максимальные сроки сохранения активности этих вирусов в воде составляют до года и более.

Вирусы Коксаки А, как и предыдущие вирусы, способны вызвать ОРЗ, менингиты, гастроэнтериты, но в отличие от них очень часто вызывают герпангины.

1.3.2 Вирусы Коксаки В имеют 6 антигенных вариантов. Они очень часто обнаруживаются в водных экосистемах в осенне-зимний период. Сроки сохранения активности этих вирусов в воде около 3-х месяцев.

В отличие от вирусов Коксаки А, помимо ОРЗ, менингитов, гастроэнтеритов, они способны вызывать заболевания сердца и легких (миокардиты, заболевания лёгких и бронхов – плевралгии, плевродинии, пневмонии)

1.4 Энтеровирусы 68-71 типов, которые включают 4 антигенных варианта. Сроки сохранения активности этих вирусов в воде более 3х месяцев. Наиболее часто эти вирусы встречаются в водных экосистемах Индии, Китая, Японии и других стран этих регионов.

Помимо ОРЗ, менингитов, гастроэнтеритов эти вирусы способны вызывать геморрагический энтеровирусный конъюнктивит и энцефалиты.

1.5 Гепатовирусы (род Hepatovirus) это вирус гепатита А 72 тип энтеровирусов. Вирус имеет 2 серотипа. Путь передачи фекально-оральный. Максимальные сроки сохранения активности вируса в воде 10 месяцев и более.

Вирус гепатита А (болезнь Боткина) способен вызывать, инфекционный гепатит. В отличие от гепатитов В и С, передающихся парентеральным путём, после перенесённого гепатита А не наблюдается перехода в хроническую форму (цирроз печени и онкология печени).

2. Гепатит Е – подобные вирусы не относятся к пикорновирусам, их семейство не определено. Обнаружено 4 серотипа, путь передачи фекально-оральных, как и при гепатите А. Вирус находится в стадии изучения, нет литературных данных его сроков сохранения в воде.

Способен вызывать гепатит Е.

3. Семейство Reoviridae включает 2 рода – ротавирусы и реовирусы.

3.1 У ротавирусов выявлен 1 серотип. Этот вирус хорошо сохраняется в водных экосистемах более 2х месяцев в холодное время года.

В группу рисков ротавирусной инфекции входят дети раннего и лица старшего возраста. Преимущественно эти вирусы вызывают гастроэнтериты.

У детей младшего возраста возможны тяжёлые формы диареи, которые могут привести к развитию сердечно-сосудистых нарушений. При отсутствии своевременной медицинской помощи детям, возможны летальные исходы.

3.2 Реовирусы включают 3 серотипа. Максимальные сроки сохранения активности указанных вирусов в воде до года и более.

Вирусы очень часто вызывают ОРЗ, бронхиты и бронхопневмонии у ослабленных детей.

4. Семейство Adenoviridae включает несколько родов, в том числе аденовирусы млекопитающих и человека. В настоящее время изучено более 40 типов вирусов человека. Сроки сохранения вирусов в воде более 2х месяцев в холодное время года, так как под действием ультрафиолетовых лучей их репродукция замедляется.

Принято считать, что они относятся к респираторным вирусам и вызывают ОРЗ у детей и взрослых. Однако, очень часто вызывают гастроэнтериты (41 тип), конъюнктивиты, особенно у детей, и некоторые серотипы способны вызвать онкологические заболевания.

5. Семейство Coronaviridae включает 3 серологических типа, способны вызвать ОРЗ и заболевания органов дыхания, бронхиты и тяжёлые формы пневмонии, у детей гастроэнтериты. Сроки сохранения вирусов в воде не изучены.

6. Семейство Caliciviridae – вирусы группы Норволк. Выявлено 2 серологических типа. Вызывает гастроэнтериты. Сроки сохранения вирусов во внешней среде и воде не изучены.

7. Семейство Astroviridae. Выявлен 1 серотип. Вызывает гастроэнтериты. Максимальные сроки сохранения вирусов в воде не изучены.

Исследования этих вирусов продолжаются.

## Современные методы исследования энтеровирусов в водных экосистемах

**Перетрухина А. Т., Вахницкая Д. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии)

**Аннотация.** В работе представлены водные объекты, в которых проводятся санитарно-вирусологические исследования энтеровирусов: методы концентрирования вирусов из воды различного назначения; методы выделения, идентификация, выявление РНК кишечных вирусов, определение вирусных антигенов.

**Abstract.** The paper presents the water bodies in which to carry out sanitary-virological investigations enteroviruses: methods of concentrating viruses from water for various purposes; methods of isolation, identification, detection of RNA enteric viruses, identification of viral antigens.

Объектами исследования является вода различных водных экосистем:

1. Сточные воды, поступающие на очистные сооружения, контролируют с целью изучения энтеровирусов, циркулирующих среди населения. Исследования проводят по эпидпоказаниям.

2. Вода поверхностных водоёмов контролируется на наличие вирусного загрязнения при выборе источника питьевого водоснабжения.

3. Вода подземных источников исследуется на наличие вирусного загрязнения при выборе источника питьевого и хозяйственного водоснабжения.

4. Вода плавательных бассейнов и аквапарков контролируется на повышение уровня вирусного загрязнения в соответствии с СанПин 2.12.1188-03 и СанПин 2.12.1331-03

5. Питьевую воду исследуют в соответствии с СанПин 2.1.4.1074-01 и СанПин 2.1.4.1116-02 по программе, утверждённой главным государственным санитарным врачом города

6. Вода децентрализованных источников контролируется в соответствии с СанПин 2.1.4.1175-02 по эпидпоказаниям.

Санитарно-вирусологические исследования воды водных объектов исследовали по следующим показателям:

1. Кишечные вирусы – энтеровирусы и аденовирусы выделяют в культуре клеток

2. Антигены ротавирусов и гепатита А определяют в качестве маркеров вирусного загрязнения.

3. РНК энтеровирусов, ротавирусов и гепатита А и ДНК аденовирусов исследуют методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) и со стадией обратной транскрипции (ОТ- ПЦР) РНК- содержащих вирусов.

4. Бактериофаги (колифаги) исследуют в качестве косвенных показателей вирусного загрязнения воды в соответствии с СанПин и МУК для вод различного происхождения.

5. Отбор проб из различных водных объектов, подготовка, фильтрование воды, концентрирование энтеровирусов, обработка и хранение проб проводится согласно МУК 4.2.2029-05. Выделение и идентификацию энтеровирусов осуществляли следующими методами:

6.1 Для выделения энтеровирусов использовали культуры перевиваемых клеток (из человеческой рабдомиосаркомы (RD), эпидермальной карциномы человека (Нер-2), из клеток почек африканской и зелёной мартышек BGM и клетки мышины линии (L-20B).

При исследовании одной пробы воды применяли не менее 2х культур клеток (3 флакона емкостью 500мл по 25 см<sup>3</sup> в питательной среде в каждом флаконе 0 всего 75 см<sup>3</sup>).

2. Идентификацию цитопатогенных агентов проводили в реакции нейтрализации микрометодом, в соответствии с документом: «Руководство по вирусологическим исследованиям полиомиелита.

Чувствительность клеток к различным энтеровирусам представлена в таблице 1.

Таблица 1 Чувствительность перевиваемых культур клеток к различным энтеровирусам

Наименование вирусов	Проявление цитопатогенного эффекта (ЦЭП) на культуре клеток			
	RD	Нер-2	BGM	α 2-B
Полиовирусы	+	+	+	+
ЕСНО	+	-	+/- +	-
Коксаки А	+/- за исключением А1,А19, А22	-	-	+/-  (А2 - 6,8,10,14)
Коксаки В	-	-	+	-
Энтеровирусы 68-71	+/-	-	-	-
Гепатит А	-	-	-	-

+ – наличие ЦПЭ;

- – отсутствие ЦПЭ;

+/- – может быть, может не быть

3. Выявление РНК энтеровирусов проводили методом ПЦР соответствии с МУ 1.3.1888-04

4. ДНК аденовирусов определяли согласно с инструкцией, прилагаемой к готовому стандартному диагностическому набору для аденовирусов методом ПЦР.

5. Определение вирусных антигенов ротавирусов и вирусного гепатита А исследовали методом иммуноферментного анализа (ИФА). Анализ также проводили в соответствии с инструкциями, которые прилагаются к стандартному диагностическому набору.

Научные исследования энтеровирусов и аденовирусов в водных экосистемах планируется проводить по сезонам года.

#### Литература

1. Перетрухина, А.Т. Вирусология: Учебник / А.Т. Перетрухина, Е.И. Блинова / утверждён УМО Университетов России по классическому биологическому образованию в 2014 году.
2. Перетрухина, А.Т. Санитарная вирусология водных экосистем: Учеб. пособие. / А.Т. Перетрухина, Е.И. Блинова/ Утверждено Учёным советом МГТУ в 2013 году.
3. МУК 4.2.2029-05 «Санитарно-вирусологический контроль водных объектов» 4.2 «Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы.
4. СанПин 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».
5. СанПин 2.1.4. 1116-02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в ёмкости. Контроль качества».
6. СанПин 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
7. СанПин 2.1.2. 1188-03 « Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества».

## Распространение и ПЦР-диагностика вируса папилломы человека среди населения г. Мурманска

Полякова Ю. О., Перетрухина А. Т. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии)

**Аннотация.** Вирусные инфекции в настоящее время представляют собой наиболее значимую проблему для здоровья человека. В частности, вирусы папилломы человека – широко распространенная и очень вариабельная группа вирусов, обладающая онкогенным потенциалом.

*Актуальность работы.* Папилломавирусная инфекция приобретает всё большее распространение в мире. По данным ВОЗ ежегодно диагностируется 2,5-3 млн. случаев инфицирования. Помимо заболеваний, которые являются прямым следствием папилломавирусной инфекции, имеется онкологическая патология, вызываемая этим вирусом. К ней в первую очередь следует отнести рак шейки матки, основным этиологическим фактором которого является вирус папилломы человека. Вирусы папилломы человека вызывают до 500 000 новых случаев рака шейки матки и ежегодно около 240 000 женщин умирают от цервикального рака.

По мере изучения ВПЧ гибридизационными методами выяснилось, что риск злокачественного перерождения связан с несколькими типами ВПЧ. Они были обозначены как вирусы высокого риска онкогенного заболевания. Это типы ВПЧ 16, 18, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 56, 58, 59 и 68. Перечень типов ВПЧ высокого онкогенного риска расширяется за счет уточнения строения ДНК и появления новых типов промежуточного риска.

Количество случаев злокачественных новообразований, связанных с ВПЧ-инфекцией, с 2002 года составило более полумиллиона.

*Цель работы* оценить общую инфицированность ВПЧ, частоту встречаемости ВПЧ высокого канцерогенного риска среди населения города Мурманска.

Исследования проводились на базе клинико-диагностической лаборатории Мурманского Областного центра специализированных видов медицинской помощи.

В результате исследований были получены данные по выявляемости ВПЧ-инфекции методом ПЦР диагностики за 2012-2013 годы. Так же были взяты статистические данные в период с 2008 по 2011 годы.

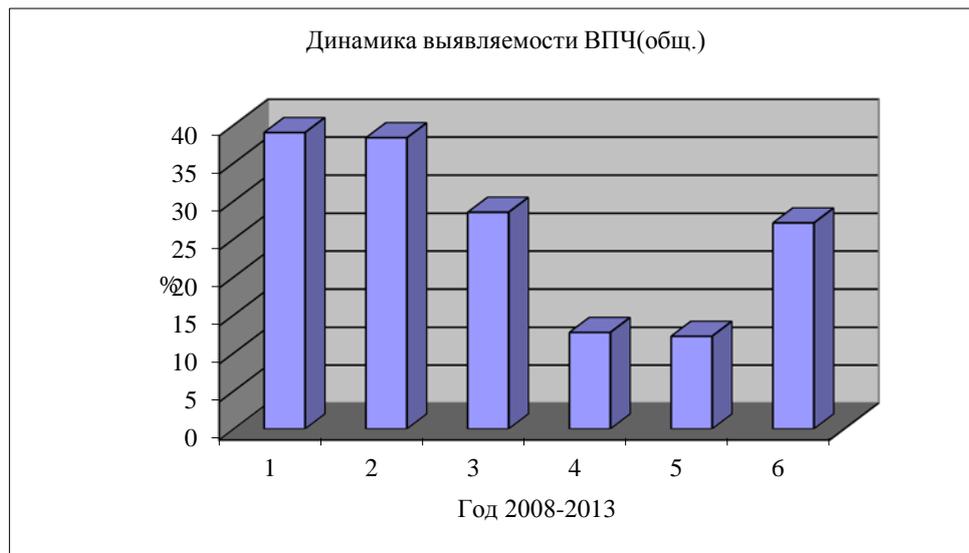


Рис. 1 Выявляемость ВПЧ в период с 2008 по 2013 г.

На графике можно наблюдать спад выявляемости ВПЧ в период с 2010 по 2012 год, однако в 2013 году процент выявляемости вновь возрастает, что можно объяснить большим количеством обследуемых пациентов, не достигших 18 лет, то есть подростков, которые, как известно, наиболее всего подвержены риску инфицирования ИППП, в том числе и вирусу папилломы человека.

Согласно данным государственных статистических отчетов уровень заболеваемости аногенитальными (венерическими) бородавками среди подростков на данный момент возрос по сравнению с 2007 г. на 11%.

Изучая распространение пипилломавирусной инфекции, особенно важно оценить частоту встречаемости ВПЧ высокого канцерогенного риска, которые наиболее опасны для здоровья женщин. Учёными установлена непосредственная связь канцерогенных типов ВПЧ с развитием онкологических заболеваний, в том числе рака шейки матки.

Наиболее распространенные генотипы ВПЧ в этиологии рака шейки матки — это ВПЧ 16, 18, 33 и 31. ВПЧ 16 и 18 вызывают более 70% случаев возникновения РШМ. ВПЧ 16, 18, 33 и 31 вызывают более 90% случаев развития аденокарциномы.

Были проведены статистические исследования по выявляемости ВПЧ высокого канцерогенного риска, а именно 16,18,31 и 33 типов, которые, как доказано учёными, чаще всего влекут за собой развитие онкологических заболеваний урогенитального тракта.

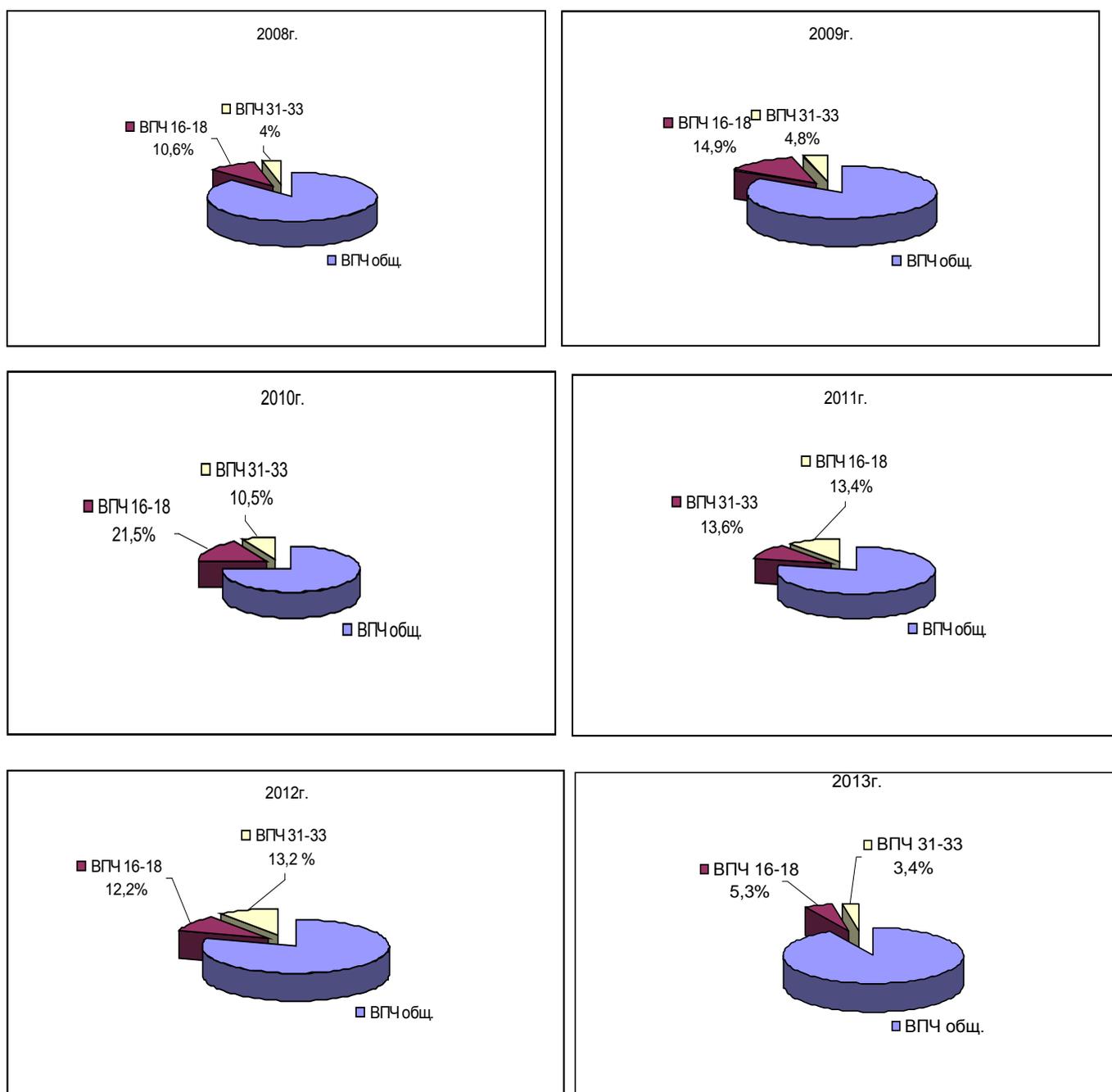


Рис.2. Процент ВПЧ высокого канцерогенного риска среди выявленных инфекций с 2008 по 2013 г.

На диаграммах показано процентное соотношение ВПЧ высокого канцерогенного риска и ВПЧ общ, выявленных за 6 лет. Заметим, что процент выявляемости ВПЧ 16-18 типов, как правило, выше, чем ВПЧ 31-33 типов.

ВПЧ 16 и 18 относятся к аногенитальной группе папилломовирусов с высоким онкологическим риском – т.е. вирусы, обладающие наибольшей способностью вызывать рак половых органов, в частности рак шейки матки.

Исследованиями Международной ассоциации биологического изучения онкологических заболеваний, что ВПЧ 16 и 18 типов, содержатся в 99,7% образцов рака шейки матки.

Однако общий процент ВПЧ высокого канцерогенного риска падает. В 2013 году выявляемость этой группы ВПЧ меньше на 23,3 % по сравнению с 2010 годом. Это может являться показателем более эффективных методов лечения, которые предполагают помимо механической деструкции аногенитальных бородавок (при клинических проявлениях) использовать иммуномодуляторы, позволяющие организму самостоятельно бороться с инфекцией, а так же применять в лечении инновационные препараты, способные прекращать развитие и мутацию генома ВПЧ в онкогенные формы.

### Литература

1. Башмакова М.А., Вирусы папилломы человека и их роль в образовании опухолей/ М.А Башмакова, А.М. Савичева. -М.: Медицинская книга; Н. Новгород: Изд-во НГМД, 1999. – 16 с.: илл.
2. Блатова О.Л Анализ частоты выявления онкогенных
3. типов вируса папилломы человека у женщинс гинекологической патологией/ О.Л Блатова, К.Н. Конторщикова, Л.Д. Андосова, О.В. Михалева, С.Ю. Куделькина //Вестник дерматовенерологии.2011.№1.С.68-69.
4. Киселев В.И. Вирусы папилломы человека в развитии рака шейки матки./ В.И.Киселев.-М.:Меицина,2004.С.17-22.
5. Кубанов А.А.Результаты генотипирования вируса папилломы человека при скрининговом исследовании в Московском регионе//Вестник дерматологии и венерологии [Электронный ресурс].2005.
6. Хрянин А.А.Новые возможности профилактики папилломавирусной инфекции / А.А. Хрянин О.В. Решетников, Л.А. Коломиец.//Вестник дерматовенерологии.2009№5.С.49-50.

## Сравнительный анализ общей заболеваемости и заболеваемости гриппом населения Российской Федерации и Мурманской области

Рогачева И. Н. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии)

Заболеваемость – важнейший показатель состояния общественного здоровья, характеризующий распространенность, структуру и динамику зарегистрированных болезней среди населения в целом или в отдельных его группах.

Единицей наблюдения при этом являются случаи заболевания (диагноз), которые подлежат регистрации с помощью учетных документов. Учет впервые диагностированных заболеваний носит сигнально-оперативный характер и служит целям организации наблюдения и оздоровления выявленных больных (Эколого-социально-медицинские ..., 1999).

На рис. 1 и 2 представлены данные по общей заболеваемости населения Российской Федерации и Мурманской области за период с 2007 по 2011 годы.

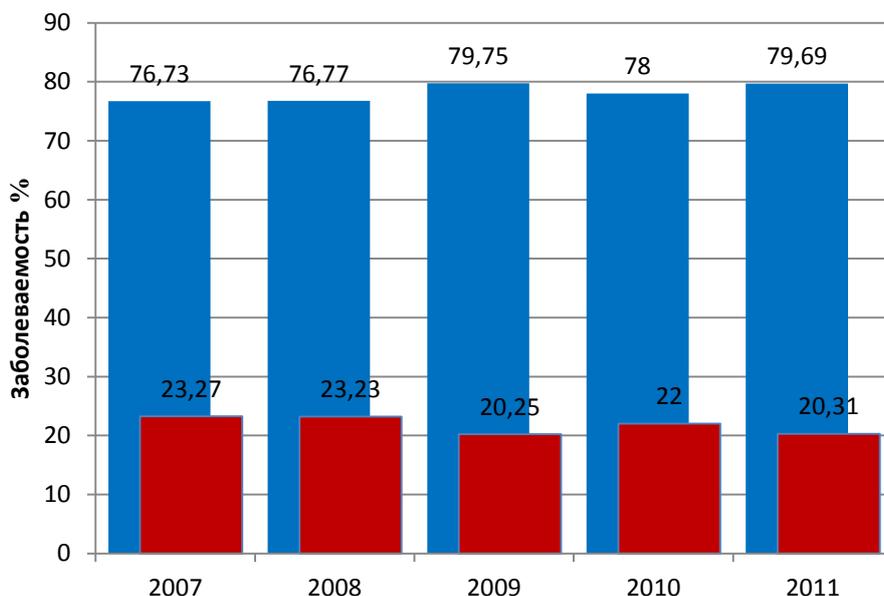


Рис. 1. Заболеваемость населения РФ

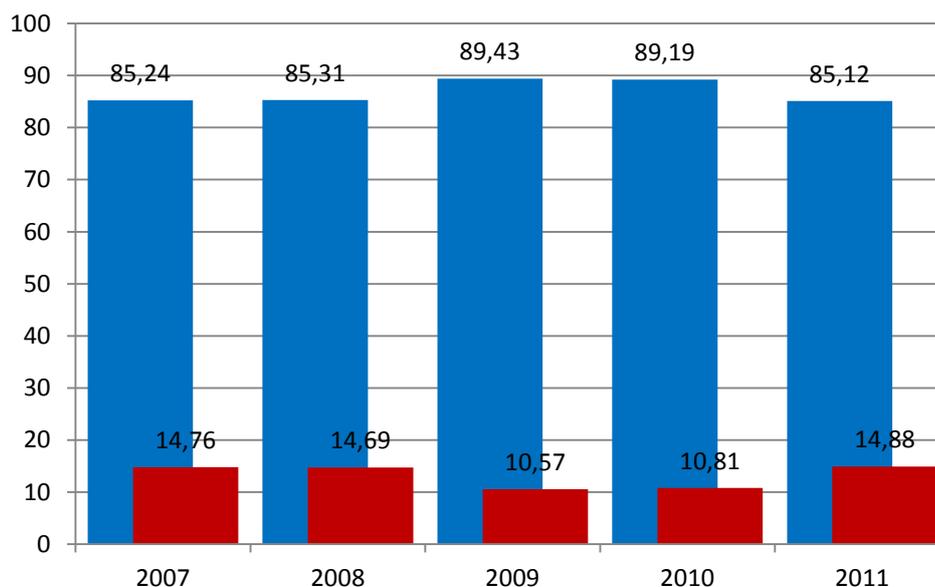


Рис. 2. Заболеваемость населения МО

Где – впервые зарегистрированные случаи заболевания населения,  -здоровое население

Очевидно, что заболеваемость населения неуклонно возрастала как в Российской Федерации, так и в Мурманской области (Российский статистический ..., 2011; Регионы Северо-Западного ..., 2011).

По сравнению с 1990 годом показатель заболеваемости населения в Российской Федерации в 2000 году увеличился на 8 %. А за последние 10 лет этот показатель вырос еще на 5 %. В Мурманской области наблюдался рост числа заболевших людей примерно на 2 % каждые десять лет.

По мнению большинства отечественных и зарубежных экспертов ВОЗ, здоровье человека и его заболеваемость определяются, по крайней мере, четырьмя группами факторов, взаимодействующих в следующем соотношении: 1) медико-генетическими (20 %), 2) образом жизни и качеством питания (50 %), 3) состоянием окружающей среды (20 %), 4) уровнем развития здравоохранения (10 %). Вопросы количественной оценки вклада каждой группы факторов в общую структуру заболеваемости населения важны, так как определяют объем и специфику профилактических мер (Куролап, 1998).

Более высокие показатели общей заболеваемости населения Мурманской области в сравнении с данными по Российской Федерации могут быть следствием влияния особых природно-климатических условий Мурманской области. Продолжительная полярная ночь, резкая смена атмосферного давления, резкие колебания температуры, частые сильные ветры, сильная облачность (до

82 % пасмурных дней в течение года), дефицит ультрафиолетовых лучей (составляет 20 % от биологической потребности), выраженные геомагнитные, космические возмущения, которые концентрируются в районах Крайнего Севера – всё это делает условия Заполярья достаточно суровыми и даже экстремальными для проживания, оказывая неблагоприятное действие на состояние и самочувствие людей (Клименко, 2007).

Также среди факторов риска здоровью населения выделяют уровень атмосферного загрязнения, качество питьевой воды, почвы, архитектурно-планировочную структуру, определяющие комфорт жизнеобеспечения и являющиеся предметом контроля соответствующих мониторинговых природоохранных и гигиенических ведомств (Госкомэкологии, Госсанэпиднадзор, год).

Под влиянием неблагоприятных климато-экологических факторов на Крайнем Севере происходит отставание на 2 – 5 лет возрастного развития иммунной системы. По оценкам физиологов, биологический возраст северян больше календарного на 10 лет.

Еще одна проблема – урбанизация. В крупных городах изменяется естественная среда обитания, нарушается климат. Эти изменения оказывают крайне неблагоприятное воздействие на здоровье человека.

В целом заболеваемость в Мурманской области выше, чем в Российской Федерации на 11 %, что объясняется совокупностью всех вышеперечисленных факторов.

Показатели заболеваемости гриппом в Мурманской области (92,9 на 100 тысяч населения) ниже средне-российских (246,416 на 100 тыс. населения).

Динамика заболеваемости гриппом по РФ и Мурманской области (рис. 3.), характеризовалась периодами подъема, связанных с появлением новых штаммов вируса гриппа А в 2007, 2009 и 2011 гг и периодами спада.

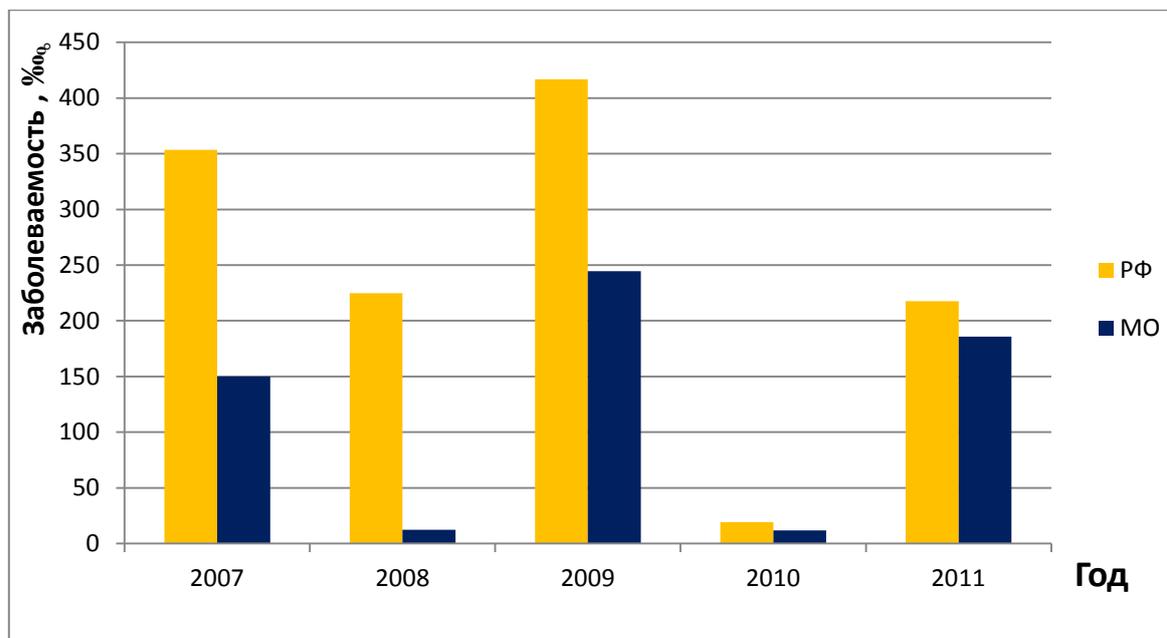


Рис. 3. Заболеваемость гриппом населения Российской Федерации и Мурманской области за период с 2007 – 2011 годы

Показатели 2008 года по Мурманской области были ниже по сравнению с данными предыдущего года в 12,2 раз и меньше по РФ в 18,2 раз. В 2009 году показатель по МО увеличился в 19,9 раз по сравнению с предыдущим годом и составил в 1,7 раз меньшее значение по сравнению с РФ, что может быть обусловлено появлением новых штаммов гриппа и вспышкой эпидемии. Уменьшение заболеваемости произошло в 2010 году в 20 раз по МО и в 1,6 раз при сопоставлении с данными по РФ за тот же год. Следующая вспышка заболеваемости была отмечена в 2011 году, где численность заболевших в 15,8 раз увеличилась по области, а в сравнении со значениями по РФ была меньше в 1,7 раз. В среднем показатели заболеваемости по МО за исследуемый период ниже, чем в РФ на 37,7 %.

## Исследование мидий *Mytilus Edulis* L. литорали бухты Белокаменки в зимний период по санитарно-микробиологическим показателям

Узбекова О. Р., Федотова О. И., Перетрухина А. Т. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии)

**Аннотация.** В процессе фильтрации моллюски способны накапливать в своем организме из окружающей морской среды разнообразную микробиоту. Поэтому с целью безопасного употребления моллюсков в пищу, особое внимание необходимо уделять предотвращению микробной контаминации мидий.

**Abstract.** In the process of filtering shellfish can accumulate in their body diverse microbiota. Therefore, for the safe use of shellfish for food, special attention should be paid to prevent microbial contamination of mussels.

**Ключевые слова:** моллюски, Кольский залив.

**Key words:** shellfish, Kola Bay.

Значительная роль в обеспечении потребностей населения в пищевом белке принадлежит морепродуктам. Для производства кулинарной и консервной продукции ценным пищевым сырьем являются двустворчатые моллюски – мидии [1]. Мясо гидробионтов обладает прекрасными вкусовыми качествами, а так же обладает лечебными свойствами, оказывает положительное действие на обмен веществ и повышение тонуса организма.

Помимо использования мидий в пищу, свыше половины продукции мидиевых ферм (раковины, некондиционные моллюски, отходы от переработки моллюсков на пищевые цели) может быть использовано для производства кормовых добавок [2].

Помимо этого, моллюски-сестонофаги обладают мощным фильтрующим аппаратом, создают своими поселениями эффективный естественный биофильтр. От его существования в значительной степени зависит потенциал к самоочищению прибрежных экосистем, во многом определяющая чистоту вод [3].

Поэтому целью данной работы является изучение санитарно-микробиологических показателей мидий *Mytilus edulis* L., обитающих на литорали бухты Белокаменка.

В соответствии с этим были поставлены следующие задачи:

1. Определить санитарно-микробиологические показатели мидий *Mytilus edulis* L. Кольского залива по СанПиН 2.3.2.1078-01 в зимний период;

2. Определить наиболее вероятное число бактерий группы кишечных палочек (НВЧ БГКП) мидий *Mytilus edulis L.*, воды и грунта Кольского залива.

Исследования проводились в зимний период 2013-2014 года с литорали бухты Белокаменка, которая располагается на западном берегу в среднем колене Кольского залива.

Моллюски, собранные с литорали бухты Белокаменка были исследованы по всем микробиологическим показателям, регламентированным требованиями СанПиН 2.3.2.1078-01 [4], который включает определение КМАФАнМ, наличие БГКП, бактерий рода *Enterococcus*, *S. aureus*, сульфитредуцирующих клостридий и сальмонелл. Нормативы по микробиологическим показателям представлены в таблице 1.

Таблица 1 Микробиологический контроль живых мидий (по СанПиН 2.3.2.1078-01)

Микробиологические показатели					
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются				Примечание
	БГКП	<i>S. aureus</i>	Сульфит-редуцирующие клостридии	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы и <i>L. monocytogenes</i>	
5·10 <sup>3</sup>	1,0	0,1	0,1	25	<i>E. coli</i> в 1 г не допускаются; <i>Enterococcus</i> – в 0,1 г не допускаются;

Так же методом десятикратных разведений в среде Кода определяли наиболее вероятное число бактерий группы кишечной палочки (НВЧ БГКП) в мидиях, грунте и воде Кольского залива.

При исследовании моллюсков полученные данные КМАФАнМ составляли более 300·10<sup>3</sup> КОЕ/г, что превышает нормативы СанПиН 2.3.2.1078-01 на 3 порядка (табл.2).

При определении наличия БГКП их присутствие наблюдалось во всех пробах живых мидий на всем периоде исследования (табл. 2), та же ситуация прослеживается и при исследовании моллюсков на присутствие бактерий рода *Enterococcus*, что является показателем возможного свежего фекального загрязнения среды их обитания.

Таблица 2 Результаты микробиологического исследования мяса живых мидий

Пробы	Микробиологические показатели					
	КМАФАнМ, КОЕ/г	БГКП в 1,0 г	<i>S.aureus</i> в 0,1 г	Сульфит- редуци- рующие клостридии в 0,1 г	<i>Salmonella</i> в 25 г	<i>Enterococcus</i> в 0,1г
Проба 1	более 300·10 <sup>3</sup>	обн.	н/о	н/о	н/о	обн.
Проба 2	более 300·10 <sup>3</sup>	обн.	н/о	н/о	н/о	обн.
Проба 3	более 300·10 <sup>3</sup>	обн.	н/о	н/о	н/о	обн.
Проба 4	более 300·10 <sup>3</sup>	обн.	н/о	н/о	н/о	обн.

н/о- не обн. – обнаружено;

н/о- не обнаружено.

В исследуемой продукции не были обнаружены: сульфит-редуцирующие клостридии, бактерии рода *Salmonella* и *S. aureus* во всех пробах на протяжении всего срока хранения (табл. 2).

Таким образом, моллюски, выловленные в водах Кольского залива не соответствуют нормативно-технической документации по таким санитарным показателям, таким как КМАФАнМ и наличию БГКП. Не рекомендуется хранить мидии в живом виде.

При определении НВЧ БГКП в мясе моллюсков оно составило 250 КОЕ/г, в грунте – 50 КОЕ/г, в воде – 0 КОЕ/мл. Это может быть связано с тем, мидии являясь фильтраторами к своей микробиоте привносят микроорганизмы отфильтрованные из воды и грунта.

Из полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. КМАФАнМ мяса свежесловленных мидий из вод Кольского залива превышает допустимые нормативно-технической документацией пределы на 3 порядка.

2. Обнаружено присутствие БГКП и бактерий рода *Enterococcus* во всех исследованных моллюсках, что является показателем возможного фекального загрязнения среды их обитания.

3. Бактерии рода *Salmonella* и *S.aureus* не наблюдались во всех пробах мидий.

4. Полученные результаты по КМАФАнМ и БГКП указывают на повышенную бактериальную загрязненность среды обитания.

5. НВЧ БГКП в мидиях в разы больше, по сравнению НВЧ БГКП в воде и грунте, это может быть связано с тем, что моллюски являются фильтраторами задерживают в своем ЖКТ микроорганизмы.

#### Литература

1. Пученкова, С. Г. Санитарно- микробиологический контроль мидий и устриц в районах их выращивания. Дис... кандидата биологических наук. Москва, 1992. – 197с.
2. Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей [Текст] / Под ред. Г.Г. Матишова. – Апатиты: изд-во КНЦ РАН, 1998. – 628 с.
3. Воскресенский, К. А. Пояс фильтраторов как биогидрологическая система моря [Текст] // Тр. ГОИН, 1948. Вып. 6(18). – С. 55-120.
4. СанПиН 2.3.2.1078-2001. Продовольственное сырье и пищевые продукты: Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов [Текст].- М.- 1997.- 296с.

**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ  
ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ  
В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ**

## Проективные пространства минимальных левых идеалов групповой алгебры симметрической группы

**Богомолов Р. А.<sup>1</sup>, Богомолова И. В.<sup>2</sup>** (*г. Мурманск,<sup>1</sup> – ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ,<sup>2</sup> – ФГБОУ ВПО МГГУ, кафедра МиММЭ*)

**Аннотация.** Получено представление минимальных левых идеалов групповой алгебры симметрической группы точками некоторых проективных пространств.

**Abstract.** A presentation of minimal left ideals of the symmetric group algebra by points of some projective spaces is obtained.

**Ключевые слова:** таблицы Юнга, идеалы, симметрическая группа, групповая алгебра, проективные пространства.

**Key words:** Young tableaux, ideals, the symmetric group, the group algebra, projective spaces.

Пусть  $S_n$  – симметрическая группа,  $F$  – произвольное поле характеристики нуль (все необходимые понятия, обозначения и утверждения читатель найдет в [1], [2], [3]).

Обозначим через  $F[S_n]$  групповую алгебру группы  $S_n$  (над полем  $F$ ).

Пусть  $d$  – диаграмма Юнга из  $n$  клеток,  $\tau_1 d = d, \tau_2 d, \dots, \tau_f d$  – полный набор стандартных таблиц на диаграмме  $d$ . Известно, что каждой таблице Юнга отвечают элемент  $e_{\tau d} \in F[S_n]$  и левый идеал  $I_{\tau d} = F[S_n]e_{\tau d}$ .

Теорема 1. Имеет место формула  $\sigma e_{\tau d} = e_{\sigma \tau d} \sigma$ .

Теорема 2. Имеет место формула  $I_{\tau_k d} = I_d \tau_k^{-1}$ .

Следующая теорема дает исчерпывающее описание минимальных левых идеалов в  $F[S_n]$ .

Теорема 3. Имеет место взаимно однозначное соответствие между минимальными левыми идеалами в  $F[S_n]$  на диаграмме Юнга  $d$  и точками  $(v_1 : v_2 : \dots : v_f)$  проективного пространства размерности  $f - 1$  над полем  $F$ , задаваемое формулой  $(v_1 : v_2 : \dots : v_f) \rightarrow e_d \sum_{j=1}^f v_j \tau_j^{-1}$ .

### Литература

1. Ленг, С. Алгебра / С. Ленг – М.: Мир, 1968. – 564 с.

2. Размыслов, Ю.П. Тожества алгебр и их представлений / Ю.П. Размыслов. – М.: Наука, 1989. – 432 с.
3. Фултон, У. Таблицы Юнга и их приложения к теории представлений и геометрии / У. Фултон. – М.: МЦНМО, 2006. – 328 с.

## Реализация идеалов лиевых тождеств идеалами групповой алгебры симметрической группы

**Богомолов Р. А.<sup>1</sup>, Богомолова И. В.<sup>2</sup>** (*г. Мурманск,<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ,<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО МГТУ, кафедра МиММЭ*)

**Аннотация.** Получено представление полилинейных компонент идеалов лиевых тождеств идеалами групповой алгебры симметрической группы, замкнутыми относительно действия некоторого оператора.

**Abstract.** A presentation of the polylinear components of the Lie identities ideals by some ideals of the symmetric group algebra closed under the action of a certain operator is obtained.

**Ключевые слова:** лиевы тождества, идеалы, симметрическая группа, групповая алгебра.

**Key words:** the Lie identities, ideals, the symmetric group, the group algebra.

Пусть  $S_n$  – симметрическая группа,  $F$  – произвольное поле характеристики нуль (все необходимые понятия, обозначения и утверждения читатель найдет в [1], [2], [3]).

Обозначим через  $F[S_n]$  групповую алгебру группы  $S_n$ , через  $P_{n+1}$  – полилинейную компоненту лиевых многочленов степени  $n + 1$  (над полем  $F$ ).

Положим  $\tau_n = (n, n - 1, \dots, 1) \in S_n$ ,  $\pi_n = (1 - \tau_2)(1 - \tau_3) \cdot \dots \cdot (1 - \tau_n)$ .

Известно, что отображение  $\chi: F[S_n] \rightarrow P_{n+1}$ ,  $q \rightarrow x_0 q x_1 \dots x_n$  задает изоморфизм  $F[S_n]$ -модулей.

Для любого  $n \geq 0$  определим  $F$  – линейный оператор  $\theta_n: F[S_n] \rightarrow F[S_n]$  по правилу  $x_0 \theta_n(q) x_1 \dots x_n = t_n x_0 q x_1 \dots x_n$ , где  $t_n = (n, n - 1, \dots, 0)$ .

Предложение. Пусть  $\sigma \in S_n, k = \sigma^{-1}(1)$ . Тогда  $\theta_n(\sigma) = -\sigma_n \pi_k$ , где  $\sigma_n(1) = n, \sigma_n(i) = \sigma(i - 1) - 1$  ( $2 \leq i \leq k$ ),  $\sigma_n(i) = \sigma(i + 1) - 1$ , ( $k + 1 \leq i \leq n$ ).

Следствие. Имеет место формула  $\theta_n(q) = -\sum_{\sigma} q_{\sigma} \sigma_n \pi_{\sigma^{-1}(1)}$ .

Определение. Левый идеал  $I$  в  $F[S_n]$  называется  $\theta_n$  – устойчивым идеалом, если  $\theta_n(I) \subseteq I$ .

Теорема 1. Полилинейным компонентам идеалов лиевых тождеств в  $P_{n+1}$  взаимно однозначно соответствуют  $\theta_n$  – устойчивые идеалы в  $F[S_n]$ ;

упомянутое соответствие задается посредством отображения  $\chi$ , при этом имеет место изоморфизм соответствующих решеток.

Теорема 2. Пусть  $I$  – левый идеал в  $F[S_n]$ , порожденный произвольным множеством  $M$ . Тогда наименьший  $\theta_n$  – устойчивый идеал, содержащий идеал  $I$ , есть  $\sum_{k=0}^n F[S_n] \cdot \theta_n^k(M)$ .

#### Литература

1. Ленг, С. Алгебра / С. Ленг – М.: Мир, 1968. – 564 с.
2. Размыслов, Ю.П. Тожества алгебр и их представлений / Ю.П. Размыслов. – М.: Наука, 1989. – 432 с.
3. Фултон, У. Таблицы Юнга и их приложения к теории представлений и геометрии / У. Фултон. – М.: МЦНМО, 2006. – 328 с.

## **Введение в проблему «задачи Останова»**

**Быковская Н. Е.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ»)

**Аннотация.** Пятая проблема Гильберта «моими глазами».

**Abstract.** Fifth Problem Of Gilbert As I See It.

**Ключевые слова:** Гильберт, проблема, дибиоз;

**Key words:** Gilbert, Problem, Dibios

О проблеме «останова»

**Проблема 5:** (см. теорема 1).

**Теорема 1:**

*Не существует алгоритма (машины Тьюринга), позволяющего по описанию произвольного алгоритма и его исходных данных (и алгоритм, и данные заданы символами на ленте машины Тьюринга) определить, останавливается ли этот алгоритм на этих данных или работает бесконечно.*

Таким образом, фундаментально алгоритмическая неразрешимость связана с бесконечностью выполняемых алгоритмом действий, т.е. невозможностью предсказать, что для любых исходных данных решение будет получено за конечное число шагов.

**Проблема 3: Десятая проблема Гилберта.**

*Пусть задан многочлен  $n$ -ой степени с целыми коэффициентами –  $P$ . Существует ли алгоритм, который определяет, имеет ли уравнение  $P=0$  решение в целых числах?*

Ю. В. Матиясевич показал, что такого алгоритма не существует, т.е. отсутствует общий метод определения целых корней уравнения  $P=0$  по его целочисленным коэффициентам.

**2. Информационная неопределенность задачи**

**Проблема 4:** Позиционирование машины Поста на последний помеченный ящик.

**3. Логическая неразрешимость (в смысле теоремы Геделя о неполноте)**

**Проблема 5:** Проблема «останова» (см. теорема 1).

**Проблема 6:** Проблема эквивалентности алгоритмов.

### **Проблема 7:** Проблема тотальности.[1]

О решении возможной проблемы тотальности

Основная трудность в решении задачи «останова» заключается в попытках решить данную проблему посредством решения остальных проблем. Наиболее часто при попытке решить «задачу останова» используют решение проблемы тотальности, которая, на самом деле, является лишь следствием проблемы «останова». Иными словами, столь часто упоминающееся ограничение на монополию при некоторых условиях становится «камнем преткновения», приводящим к возникновению реальной проблемы тотальности в глобальном масштабе, и ввиду повсеместной информатизации общества и развития информационных технологий проблему тотальности разрешить невозможно при игнорировании решения «задачи останова», как первостепенной.

Остановимся на более конкретном: развитие информационных технологий, – в частности, веб-технологий – шло долгими извилистыми путями, и не последнее место на этом пути занимает html-верстка.[2] Не будем вдаваться в подробности методов и технологий, используемых при html-верстке, а обратим внимание на то, что нам потребуется при разрешении возможной проблемы тотальности, – на обозначение цветов в веб-палитре. К примеру: **FF0000** – красный, **00FF00** – зеленый, **000000** – черный и т.д. Эти обозначения приняты за основу в html-верстке при назначении определенного цвета различным элементам мультимедиа, используемым в веб-технологиях, а также в различных языках программирования высокого уровня и объектно-ориентированных средах программирования, например: Visual Basic, Delphi, Perl, Oracle и др.

Теперь вернемся непосредственно к решению возможной проблемы тотальности. Если обозначить за «глобальную площадку» экспериментальной машины Тьюринга техническую «площадку» любой из компаний, предоставляющих услуги сотовой (мобильной) связи, и запустить в действие алгоритм решения «задачи останова» на данной площадке, игнорируя решение «проблемы останова» как таковое, то получим, в результате, проблему тотальности в глобальном масштабе. В частности, одним из возможных вариантов разрешения проблемы тотальности может являться обязательное условие выполнения решения позиционирования машины Поста на последний помеченный ящик, то есть, соответствие исходных данных назначенным данным простой

функцией:  $y = f(x)$ , где  $x$  – номер абонента,  $y$  – виртуальный счет абонента. В ином случае, получим номер несуществующего абонента либо несуществующий номер абонента, что при игнорировании решения «задачи останова» приведет к автоматическому и произвольному (в данном случае, произвольное назначение – назначение, основанное на случайной выборке) назначению цветов веб-палитры. Поскольку алгоритм решения «проблемы останова» является, по сути, «вечным двигателем», то при запуске данного алгоритма без учета необходимых и обязательных условий – по времени в зависимости от выбора «глобальной площадки» и выбора экспериментальной машины Тьюринга – получим неопределенное число несуществующих абонентов либо неопределенное число несуществующих номеров.

#### 1. О возможных решениях проблемы тотальности. (2012 г.)

Рассмотрим первый случай. Допустим, у нас имеется неопределенное число несуществующих абонентов, которое получено в результате произвольного назначения цветов веб-палитры исходным «данным» (т.е. абонента не существует) и, соответственно, согласно действующему алгоритму, сдвигу «каретки» на следующий ящик машины Поста. Остановимся на этом подробнее. После сдвига «каретки» на одном  $x$ -числе оказывается, на самом деле, два абонента, то есть, простая функция становится либо сложной, либо перестает быть функцией вообще, поскольку одному  $x$  соответствует два различных  $y$ . Таким образом получаем путем искусственного и нежелательного «соединения» двоих абонентов, причем оба остаются – опять же, согласно алгоритму «задачи останова» – без связи и перестают значиться абонентами, тем не менее, являясь, естественно, биологически живыми организмами. Данное явление я назвала **дибиозом**, что в быту называют шизофренией [3] и причисляют к болезням [3, с. 231]. Особенности дибиоза – объединение речевых функций головного мозга обоих абонентов, ощущение жжения, непрекращающаяся боль как от ожогов либо как от ударов тупым орудием и т.д. Главные признаки дибиоза:

1. Дибиоз приводит к летальному исходу в обязательном порядке.
2. Лечению дибиоз не поддается.
3. Необходимо быть крайне осторожными при разговоре с абонентами, подвергнувшимися дибиозу в результате ошибочно запущенного алгоритма «задачи останова».

Единственное решение этого явления, являющегося следствием игнорирования решения проблемы 4, как одного из обязательных и необходимых условий, – остановка запущенного с ошибкой алгоритма и разъединение абонентов (что на первоначальном этапе происходит само собой) либо искусственное (попиксельно-поцветовое) разъединение «абонентов» специально подготовленными профессионалами (на «площадке» экспериментальной машины Тьюринга с конечным числом шагов-«номеров»), что является само по себе трудоемким процессом и не представляется возможным ввиду отсутствия таковых, как организованной, официально сертифицированной компании, оказывающей подобные услуги на бесплатной, финансируемой государствами основе.

2. О возможных решениях проблемы эквивалентности алгоритмов. (2013 г.)

Рассмотрим второй случай. Допустим, у нас имеется неопределенное число несуществующих номеров, которое получено либо вследствие возникновения дублирования, либо в результате отсутствия связи, как таковой: или нет соответствующей сотовой компании, или нет «глобальной площадки» сотовой компании в результате запуска с ошибкой алгоритма «проблемы останова», или (самый оптимистичный подслучай) – вы являетесь дилером недавно открывшейся компании, предоставляющей услуги сотовой связи. Решением этого случая является соблюдение решения проблемы 6: проблемы эквивалентности алгоритмов. По сути, это проверка соответствия всех назначенных данных исходным данным, т.е. является ли  $x_1$  обратной функции  $x_1=f(y)$  соответствующим  $x$  первоначальной простой функции при имеющемся  $y$ . Проще говоря, является ли номер 1 номером 1. Лишь учитывая все вышеперечисленные необходимые и достаточные условия, можно реализовывать программы, проекты, технические изобретения на основе алгоритма решения «задачи останова» без любых негативных последствий в глобальном масштабе.

#### Литература

1. Шиманский С. А. Теория алгоритмов. Мурманск: МГПУ, 2006.
2. Справочник капитана дальнего плавания. Под общей редакцией Б. П. Хабура. М.: «Транспорт», 1973.
3. Лазарева Г. Ю. Справочник фельдшера. М.: «Рипол-Классик», 2010.

## О методах решения задачи с фиксированными доплатами

**Верещагина С. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ)

**Аннотация.** Работа содержит критический обзор некоторых известных методов решения задачи с фиксированными доплатами, относящейся к частично-целочисленным задачам линейного программирования.

**Abstract.** This paper contains a critical review of some of the known methods for the solution of the fixed charge problem relating to the partially-integer linear programming problems.

**Ключевые слова:** фиксированные доплаты, целочисленные переменные, метод ветвей и границ

**Key Words:** fixed charge, integer variables, branch and bound method

Рассматривается задача с фиксированными доплатами в следующей постановке:

$$\text{минимизировать функцию } z = \sum_{j=1}^n (c_j x_j + d_j y_j) \quad (1)$$

при условиях

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, \quad x_j \geq 0, \quad \text{где } i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$x_j \leq M_j y_j, \quad (3)$$

$$y_j \in \{0; 1\}, \quad \text{где } j = 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

Задача (1)-(4) является частично-целочисленной задачей линейного программирования. Существуют несколько подходов к решению подобного рода задач, основанных на отбрасывании требования целочисленности переменных, модификациях симплекс-метода, построении методов типа ветвей и границ.

Первый, из рассматриваемых в настоящей работе, подход заключается в нахождении приближенного оптимального решения задачи путем сведения задачи (1)-(4) к задаче линейного программирования, посредством отбрасывания условия целочисленности переменных  $y_j$ . В результате решения полученной задачи будет найдена оценка снизу для оптимального значения целевой функции.

К таким методам относится приближенный метод М. Балинского [1].

В задаче (1)-(4) будем считать, что переменные  $y_j$  не целочисленные, а принимают значения на отрезке  $[0;1]$ . Тогда для оптимального плана полученной задачи справедливы равенства  $x_j = M_j y_j$ . Решение задачи (1)-(4) сводится к решению задачи линейного программирования: минимизировать  $\sum_{j=1}^n \left( c_j + \frac{d_j}{M_j} \right) x_j$  при условиях (2).

Оптимальный план этой задачи естественным образом порождает приближенный план исходной задачи (1)-(4). К сожалению, метод не позволяет оценить на сколько приближенное решение близко к оптимальному. С увеличением значений фиксированных доплат  $d_j$  разница между решениями будет расти.

Другой путь в решении задачи (1)-(4) приближенным методом заключается в разработке эвристических приемов, максимально использующих специфику задачи. Такой подход реализовали L. Cooper и C. Drebes [2].

Целевую функцию представим в виде двух слагаемых:  $z = z_1 + z_2$ , где  $z_1 = \sum_{j=1}^n c_j x_j$ ,  $z_2 = \sum_{j=1}^n d_j y_j$ .

На первом этапе с помощью симплекс-метода решается линейная задача: минимизировать  $z_1 = \sum_{j=1}^n c_j x_j$  при условиях (2).

Для  $x_j > 0$  в полученном оптимальном плане пересчитываются коэффициенты целевой функции:  $c'_j = c_j + \frac{d_j}{x_j}$  и решается задача с новыми коэффициентами. В результате получается некоторое приближенное решение исходной задачи.

На следующих этапах производится ввод в базис и вывод из него переменных по некоторым эвристическим правилам. В результате определяются планы, из которых выбирается наилучший. Если исследование соседних вершин многогранника допустимых решений не приводит к лучшему результату, то этот план принимается за оптимальный.

Следующий подход к решению задачи (1)-(4) не предполагает, ни отбрасывания требования целочисленности переменных, ни какой-либо

другой аппроксимации рассматриваемой задачи. Рассмотрим этот подход на примере метода, относящегося к методам типа ветвей и границ. Он основан на организации упорядоченного перебора возможных значений целочисленных переменных, с последующей оценкой оптимального значения целевой функции на соответствующем подмножестве возможных решений задачи (1)-(4) и отсеке неперспективных вариантов. Этот метод описан в работе А. Gupta и J. Sharma [3].

Решение задачи (1)-(4) начинается с решения задачи линейного программирования, используя метод Балинского (оценочная задача). Затем множество возможных решений задачи (1)-(4) разбивается на два подмножества. Для одного из этих подмножеств значение некоторой переменной  $x_j$  (назовем ее расщепленной переменной) фиксируется как нулевое, а для второго подмножества оно может иметь любое положительное значение. Для каждого из подмножеств вновь решается оценочная задача, в которой соответствующие этому подмножеству расщепленные переменные, либо равны нулю, либо принимают строго положительные значения, а остальные переменные анализируются в процессе решения оценочной задачи в соответствии с методом Балинского. В результате, либо происходит отбраковка одного или обоих подмножеств как не содержащих лучшего, чем уже известное решение, либо одно из уже имеющихся подмножеств допустимых решений вновь разбивается на два по указанному выше правилу. Процесс продолжается до тех пор, пока все подмножества не будут отбракованы. Лучшее из найденных к этому моменту допустимых решений задачи (1)-(4) является ее оптимальным решением.

#### Литература

1. Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю. Дискретное программирование. – М.: Наука, 1969, с. 300-319.
2. Cooper L., Drebes C. An approximate solution method for the fixed charge problem // Naval Research Logistics Quarterly, 14, 1967, p. 101-113.
3. Gupta A.K., Sharma J.K. An efficient algorithm for solving fixed charge problems // Indian J. pure appl. Math., 14(1), 1983, p. 32-39.

**Доказательства теорем о виде плотностей распределения вероятностей евклидовых расстояний между копиями множества точек плоскости, отличающимися случайными поворотами или отражениями**

**Жарких А. А., Лясникова С. М.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ)

**Аннотация.** В работе обсуждаются доказательства теорем о виде плотностей распределения вероятностей евклидовых расстояний между двумя копиями множества точек плоскости, отличающимися случайными поворотами или отражениями.

**Abstract.** In the paper we discuss proofs of theorems on the form of density distribution of Euclidean distances between two copies of set of points in the plane, which differ random rotations or reflections.

**Ключевые слова:** плотность распределения вероятностей, евклидова метрика, преобразование поворота, преобразование отражения.

**Key words:** probability density, Euclidean metric, rotation transformation, reflection transformation.

В работе [1] представлены теоремы о виде плотностей распределения вероятностей евклидовых расстояний между упорядоченными копиями множества точек плоскости, когда одна из копий подвергается сложному случайному повороту или отражению.

Предположим что, исходное множество точек  $A$  разбивается на  $k \geq 1$  произвольных подмножеств и каждое подмножество  $A_r$  ( $r = 1, \dots, k$ ) подвергается преобразованию поворота на случайный угол  $\varphi_r$  относительно точки  $(x_{0r}, y_{0r})$ , тогда расстояние между исходным и преобразованным множествами имеет вид:

$$\rho_k = \sqrt{\sum_{r=1}^k d_{\max r}^2 \sin^2(\varphi_r / 2)}. \quad (1)$$

Аналогично, если исходное множество точек  $A$  разбивается на  $k \geq 1$  произвольных подмножеств и каждое подмножество  $A_r$  ( $r = 1, \dots, k$ ) подвергается преобразованию отражения относительно прямой, проходящей через точку  $(x_{0r}, y_{0r})$  и повернутой относительно неё на случайный угол  $\varphi_r$ , то расстояние между исходным и преобразованным множествами имеет вид:

$$\rho_k = \sqrt{\sum_{r=1}^k (E_r \sin(2\varphi_r + \beta_r) + A_r + C_r)}. \quad (2)$$

В выражениях (1) и (2)  $d_{maxr}$ ,  $A_r$ ,  $C_r$ ,  $E_r$ ,  $\beta_r$  – некоторые постоянные, зависящие от координат точек  $r$ -ого подмножества. Углы  $\varphi_r$  равномерно распределены в полуинтервале  $[0; 2\pi)$ .

Рассмотрим  $P_k$  – случайную величину, евклидово расстояние между исходным и преобразованным множествами точек. В работе [1] были доказаны теоремы для нахождения плотностей распределения вероятностей этой случайной величины. Приведем формулировки этих теорем.

**Теорема 1.** Пусть имеется конечное упорядоченное множество точек плоскости  $\{A_i(x_i, y_i), i = 1, \dots, N\}$ . Данное множество разбивается на  $k$  произвольных подмножеств. Каждое подмножество с номером  $r$  ( $r=1, \dots, k$ ) независимо от других подмножеств подвергается случайному преобразованию: поворачивается относительно точки  $(x_{0r}, y_{0r})$  на случайный угол. Каждый угол поворота равномерно распределен в полуинтервале  $[0; 2\pi)$ . Тогда плотность распределения вероятностей евклидовых расстояний  $P_k$  определяется выражением:

$$P_{\varphi_k}(\rho_k) = \begin{cases} \frac{\rho_k}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} G(k, \{d_{maxr}^2\}_{r=1}^k, w) \exp\left(-iw\left(\frac{\rho_{maxk}^2}{2} - \rho_k^2\right)\right) dw, & 0 \leq \rho_k < \rho_{maxk} \\ 0 & , \rho_k \notin [0; \rho_{maxk}) \end{cases}, \quad (3)$$

где  $\rho_{maxk}^2 = \sum_{r=1}^k d_{maxr}^2$ ,  $d_{maxr} = 2\sqrt{\sum_{i=1}^{N_r} ((x_{ir} - x_{0r})^2 + (y_{ir} - y_{0r})^2)}$ ,  $\sum_{r=1}^k N_r = N$ ,  $N_r$  –

количество точек в  $r$ -ом подмножестве,  $G(k, \{d_{maxr}^2\}_{r=1}^k, w) = \prod_{r=1}^k J_0\left(\frac{d_{maxr}^2}{2} w\right)$ ,

$J_0(\cdot)$  – функция Бесселя первого рода нулевого порядка.

**Теорема 2.** Пусть имеется конечное упорядоченное множество точек плоскости  $\{A_i(x_i, y_i), i = 1, \dots, N\}$ . Данное множество разбивается на  $k$  произвольных подмножеств. Каждое подмножество с номером  $r$  ( $r=1, \dots, k$ ) независимо от других подмножеств подвергается случайному преобразованию: отражается относительно прямой, проходящей через точку  $(x_{0r}, y_{0r})$  и повернутой относительно неё на случайный угол. Каждый угол поворота равномерно распределен в полуинтервале  $[0; 2\pi)$ . Тогда плотность распределения вероятностей евклидовых расстояний  $P_k$  определяется выражением:

$$P_{\varphi_k}(\rho_k) = \begin{cases} \frac{\rho_k}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} G(k, \{E_r\}_{r=1}^k, w) \cdot \exp(-i \cdot w \cdot (\rho_k^2 - F_k)) dw, & \sqrt{L_{1k}} < \rho_k < \sqrt{L_{2k}}; \\ 0 & , \rho_k \notin (\sqrt{L_{1k}}; \sqrt{L_{2k}}) \end{cases} \quad (4)$$

где  $F_k = \sum_{r=1}^k (A_r + C_r)$ ,  $L_{1k} = \sum_{r=1}^k (A_r + C_r - E_r)$ ,  $L_{2k} = \sum_{r=1}^k (A_r + C_r + E_r)$ ,  $A_r = 2 \sum_{i=1}^{N_r} (x_{ir} - x_{0r})^2$ ,

$C_r = 2 \sum_{i=1}^{N_r} (y_{ir} - y_{0r})^2$ ,  $B_r = 4 \sum_{i=1}^{N_r} (x_{ir} - x_{0r})(y_{ir} - y_{0r})$ ,  $E_r = \sqrt{B_r^2 + (C_r - A_r)^2}$ ,  $\sum_{r=1}^k N_r = N$ ,

$N_r$  – количество точек в  $r$ -ом подмножестве,  $G(k, \{E_r\}_{r=1}^k, w) = \prod_{r=1}^k J_0(E_r \cdot w)$ ,

$J_0(\cdot)$  – функция Бесселя первого рода нулевого порядка.

Для вывода выражений (3) и (4) был использован метод математической индукции. При этом на разных шагах индукции использовались одномерные, двумерные и трехмерные несобственные интегралы I рода. Метод математической индукции было логично использовать, поскольку изучались разбиения конечного множества точек плоскости на произвольное число подмножеств, которые подвергались преобразованию независимо друг от друга. Индукция проводилась по числу подмножеств разбиения. Вначале был рассмотрен случай, когда исходное множество подвергается преобразованию целиком (для этих случаев доказаны две теоремы – для поворота и отражения соответственно). Затем рассмотрен случай, когда исходное множество разбивается на два произвольных подмножества, каждое из которых независимо подвергается преобразованию (для этих случаев также доказаны две теоремы – для поворота и отражения соответственно). Далее был рассмотрен общий случай.

В данной работе представлены схемы доказательств теорем 1 и 2, также базирующиеся на методе математической индукции. Однако шаги индукции являются более простыми, чем в [1].

Рассмотрим отличные, чем в [1] схемы доказательств.

Евклидово расстояние для поворотов (1) и для отражений (2) можно представить соответственно выражениями (5) и (6):

$$\rho_k = \sqrt{\sum_{r=1}^k d_{\max r}^2 \sin^2(\varphi_r / 2)} = \sqrt{\sum_{r=1}^k ((d_{\max r}^2 / 2) - (d_{\max r}^2 / 2) \cos \varphi_r)} = \sqrt{\sum_{r=1}^k (d_{\max r}^2 / 2) - u}, \quad (5)$$

где  $u = \sum_{r=1}^k u_r$ ,  $u_r = d_{\max r}^2 \cos \varphi_r$ .

$$\rho_k = \sqrt{\sum_{r=1}^k (A_r + C_r) + v}, \quad (6)$$

где  $v = \sum_{r=1}^k v_r$ ,  $v_r = E_r \sin(2\varphi_r + \beta_r)$ .

Характеристические функции случайных величин  $U_r$  и  $V_r$  известны из [1] и соответственно имеют вид:

$$\theta_{U_r}(w) = J_0\left(\frac{d_{\max r}^2}{2} \cdot w\right), \quad \theta_{V_r}(w) = J_0(E_r \cdot w).$$

В силу независимости случайных величин  $U_r, r = 1, \dots, k$  ( $V_r, r = 1, \dots, k$ ) и теореме о свертке плотностей распределения вероятностей, характеристическая функция случайной величины  $U$  ( $V$ ) может быть найдена методом математической индукции. Характеристические функции случайных величин  $U$  и  $V$  определяются соответственно выражениями (7) и (8):

$$\theta_U(w) = \prod_{r=1}^k J_0\left(\frac{d_{\max r}^2}{2} \cdot w\right), \quad (7)$$

$$\theta_V(w) = \prod_{r=1}^k J_0(E_r \cdot w). \quad (8)$$

Используя обратное преобразование Фурье, находим плотности распределения вероятностей случайных величин  $U$  и  $V$  соответственно. Учитывая, что функции  $\rho_k(u)$  и  $\rho_k(v)$  являются монотонными (см. выражения (5) и (6)) и, используя функциональные преобразования случайной величины, получим плотности распределения вероятностей случайной величины  $P_k$  (3) и (4).

Нужно отметить, что доказательство методом математической индукции, приведенное в [1], достаточно громоздко, поскольку требует работы с двойными и тройными интегралами, введения довольно «хитрых» замен переменных интегрирования и знания некоторых свойств дельта-функции Дирака.

## Литература

1. Жарких, А. А. Вероятностные распределения евклидовых расстояний между упорядоченными множествами точек плоскости, отличающимися случайными поворотами или отражениями (Теория, численные расчеты, имитационное моделирование)/ А. А. Жарких, С. М. Бычкова // Учеб. пособ. для студентов вузов. – Мурманск: МГГУ, 2012. – 65 с.

## Лабораторные работы в изучении численных методов

**Жулина О. И., Малыгина А. В.** (Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ»,  
кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ)

**Аннотация.** В данной статье представлено изучение численных методов посредством лабораторных работ. Рассматриваются различные приемы составления лабораторных работ.

**Abstract.** This article presents the study of numerical methods by laboratory work. Various methods of preparation labs.

**Ключевые слова:** лабораторные работы, численные методы.

**Key words:** laboratory work, numerical methods.

Численные методы – один из разделов математики высшей школы, который традиционно входит в стандарты многих специальностей и направлений.

Изучение численных методов, как правило, происходит не отдельным блоком, а постепенно, по мере изучения соответствующих разделов. Свойства непрерывных функций иллюстрируются методом половинного деления, вычисление определенных интегралов от сложных функций – численным интегрированием и т.д. В связи с сокращением общего количества часов на изучение математики представить полный объем теоретического материала по численным методам не представляется возможным. Однако, этот материал важен для формирования математической культуры обучающихся, дает возможность познакомить студентов с различными методами решения задачи, оценить рациональность и эффективность этих методов применительно к данному классу задач. Решение задач разными методами и получение одинаковых ответов всегда вызывает живой интерес обучающихся, а следовательно мотивирует изучение математики.

Численные методы – это один из разделов высшей математики, в котором существенную роль играют вычисления, которые могут быть реализованы с помощью компьютера. Заметим, что при этом можно пользоваться не специальными математическими пакетами, а простейшими возможностями Excel. Это позволяет выполнять задания даже студентам с минимальной компьютерной подготовкой в условиях ограниченного

времени. Целесообразнее всего, видимо, проводить подобные занятия в форме лабораторных работ. Преимущество использования компьютера – быстрая вычислительная реализация разных методов – позволит сравнить точность и эффективность, проиллюстрировать несколько методов, что на лекции было бы невозможно.

Каждая лабораторная работа содержит цель, краткие теоретические сведения по текущей теме, подробные инструкции выполнения базового задания и задачи для самостоятельного решения, представляющие разные уровни сложности.

По мере выполнения работы студент проводит выписки основных положений и составляет опорный конспект, что, с одной стороны, не занимает много времени, а с другой – выступает гарантом проработки теоретического материала. Последнее оказывается особенно полезным в ситуации нехватки учебных часов на изучение материала в рамках лекционных или практических занятий. Благодаря пошаговым инструкциям даже слабые студенты смогут успешно справиться с выполнением базового задания, что, несомненно, создаст ситуацию успеха и будет способствовать активизации мотивации в изучении дисциплины.

После выполнения базового задания студенту предоставляется выбор задачи для самостоятельного решения. Это может быть задача, аналогичная базовой и представлять низкий уровень сложности, или задача более высокого уровня сложности, требующая изменить алгоритм решения. При этом условия задач высокого уровня могут сопровождаться подсказками и рекомендациями по составлению алгоритма решения.

Также в каждой лабораторной работе можно предложить задания для решения вне учебного времени, например, в качестве необязательного домашнего задания. Это необязательно должны быть сложные задачи. В качестве такого задания можно предложить оптимизировать представленный алгоритм решения или представить другой способ решения задачи, в том числе и с помощью другой программной среды. Такие задания будут способствовать не только освоению студентами других программных продуктов, но и установлению межпредметных связей.

После выполнения лабораторной работы студент делает выводы о полученных результатах, сравнивает различные алгоритмы реализации процесса решения, указывает оптимальные способы получения ответа, сопровождая их полученными данными. Форма отчетности может быть

самой разной: от фиксации выполнения базового задания до полноценного оформления лабораторной работы с последующей защитой по контрольным вопросам.

После завершения выполнения цикла лабораторных работ полезно провести тестирование, в которое можно включить как теоретические вопросы, так и практические задания.

Необходимость введения в курс математики лабораторных работ в компьютерном классе назрела давно. Вычисления в линейной алгебре (матрицы, определители), в теории вероятности и математической статистике проводить вручную представляется возможным лишь для простейших примеров. Построение и анализ графиков в прикладных программах – это материал, изучаемый на занятиях по информатике – никак не связан с аналогичной темой, изучаемой на занятиях по математике. Было бы очень интересно совместное проведение таких лабораторных работ с преподавателями информатики, что способствовало бы укреплению межпредметных связей.

## Тест как одно из средств повышения мотивации

**Жулина О. И., Максимова О. А.** (Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ)

**Аннотация.** В данной статье рассматривается обучающая функция тестирования. Представлены приемы использования тестов для повышения мотивации.

**Abstract.** This article examines the training function testing. Presented techniques for using tests to increase motivation.

**Ключевые слова:** тестирование, мотивация.

**Key words:** testing, motivation.

В федеральном государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования сказано, что основной задачей изложения и изучения дисциплины является овладение обучающимися теоретическими знаниями в соответствии с программой курса, а также приобретение практических навыков использования математического аппарата для решения прикладных задач.

В современных условиях математика является связующим звеном между теорией и практикой. С её помощью моделируются, изучаются и прогнозируются многие явления и процессы, происходящие в природе и обществе. Математика развивает такие черты личности, как настойчивость, целеустремлённость, творческую активность, самостоятельность, ответственность, трудолюбие и умение аргументировано отстаивать свои взгляды и убеждения. Конечно же, важнейшей задачей является развитие логического мышления. В связи с этим особое значение приобретает учебная деятельность, направленная не только на усвоение знаний, но и на овладение способами учебной работы, умением самостоятельно строить свою деятельность, искать и находить более рациональные способы решения той или иной проблемы, переносить их в условия, не заданные непосредственно обучением.

Главными проблемами на сегодняшний день для ВУЗов являются: снижение мотивации у студентов к обучению, загруженность преподавателей и учащихся, падение уровня знаний по предмету у абитуриентов.

Одним из наиболее качественных и объективных способов решения этих проблем является тестирование. Основная и самая очевидная функция тестов – диагностическая. По объективности, широте и скорости диагностирования, тестирование превосходит все остальные формы контроля. Можно привести такой пример. На кафедре ВМ и ПО ЭВМ ежегодно проводится начальный тестовый контроль, который позволяет выявить уровень знаний, умений и навыков у первокурсников. Результаты тестирования 2008 и 2012 годов показали, что число студентов успешно прошедших тест составили 65%, а в 2011 и 2013- 41%. По итогам диагностической работы приходится ежегодно адаптировать содержание лекционного и практического курса математики для первого курса.

При этом тестирование может выполнять не только функцию диагностики знаний и умений. Обучающая функция тестов состоит в мотивации студентов к активизации работы по усвоению учебного материала. Для реализации этой функции можно использовать различные приемы:

- провести обобщающее занятие с привлечением студентов, между которыми распределяются вопросы тестирования. При этом каждый студент самостоятельно подбирает задачи по одной из тем предстоящего тестирования и готовит презентацию.
- после разбора одного из вариантов предстоящего теста студентам предлагается составить опорный конспект, в частности выписать формулы, которыми будет разрешено пользоваться при тестировании;
- распределить между студентами вопросы предстоящего тестирования и предложить им самостоятельно разработать несколько тестовых заданий, которые будут разбираться на итоговом занятии;
- представить тесты разного уровня сложности, при этом тестовые задания простого уровня можно сопровождать подсказками (в виде формул) и наводящими вопросами;
- анализ результатов тестирования с разбором наиболее распространенных ошибок.

Проведение тестирования накануне контрольной работы, экзамена или зачета, сопровождаемое анализом результатов и проработкой ключевых вопросов, несомненно, способствует повышению результатов. При этом тесты дисциплинируют студентов, что проявляется в систематической подготовке, повторению и проработке учебного материала.

Тестирование наиболее эффективно с точки зрения экономии времени. Проведение и контроль результатов в группе занимает намного меньше времени, чем контрольная работа или письменный экзамен.

Однако не следует заменять традиционные формы контроля исключительно тестированием. Недостаток тестовых заданий состоит в обезличивании результатов, потере творческой составляющей при решении задач, развитию шаблонного мышления. Несомненно, в каждом разделе математики присутствуют задачи, на решение которых студентов можно и нужно натаскивать. И тесты в этом случае оказываются весьма полезным инструментом. Тем не менее, не следует сводить изучение дисциплины только к разбору однотипных заданий. В этом случае традиционные формы контроля позволяют более адекватно оценить нестандартные способности обучающихся.

Разумное использование тестов способствует не только подтягиванию более слабых студентов, созданию ситуации успеха при изучении дисциплины, а также мотивации к изучению нового учебного материала.

#### Литература

1. Абжапарова М.Д. Современные образовательные технологии и качество образования.
2. Абдулгалимов Г.Л., Косино О.А. Моделирование учебно-методического обеспечения процесса поиска решения математических задач. Журнал «Стандарты и мониторинг в образовании», №4 2011.

## **Функции, заданные параметрически, в задачах с физическим содержанием**

**Никонов О. А.<sup>1</sup>, Воробейчикова Е. С.<sup>2</sup>** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», <sup>1</sup> – кафедра физики; <sup>2</sup> – кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ)

**Abstract.** The article considers the problems of physics in mathematics courses as a way to increase motivation to learn. The article also demonstrates the use of the notion of a parametric function in problem with the physical content.

**Key words:** functions defined parametrically, motivation to learn, interdisciplinary connections.

**Ключевые слова:** функции, заданные параметрически, мотивация к обучению, межпредметные связи.

Проблема качества обучения будущих инженеров по-прежнему остается широко обсуждаемой. В практике современного обучения предлагается к реализации достаточно большое разнообразие форм и методов обучения студентов инженерных специальностей. Одним из самых важных остается принцип реализации межпредметных связей.

Необходимость реализации этого принципа заключается в имеющейся “оторванности” курса математики от других дисциплин и в отсутствии понимания студентами необходимости изучения предмета “математика” в ВУЗе.

В связи с этим, нами ранее было предложено создание сборника задач с физическим содержанием, показывающих прикладную направленность математики и играющих важную роль в воспитании и образовании будущих инженеров [1].

Целью нашей работы является исследование возможностей применения задач с физическим содержанием на практических занятиях по математике для демонстрации прикладного значения математики. Применение такого типа задач позволит студентам с одной стороны, закреплять фундаментальные знания, а с другой – покажет возможности их применения. Мы продолжаем исследовать возможности задач с физическим содержанием как необходимых для формирования профессиональных компетенций, активизации мыслительной

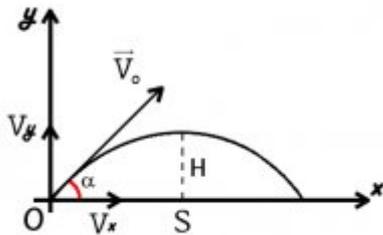
деятельности, реализации принципа политехнизма в процессе обучения и формирующих научное мировоззрение.

На первом этапе работы нами были предложены задачи на экстремум функции одной переменной. На втором этапе мы рассмотрим, как реализуется в физике такое важное понятие как функция и, в частности, уделим внимание параметрически заданным функциям.

Задача. Тело брошено под некоторым углом  $\alpha$  к горизонту. Найти этот угол, если горизонтальная дальность  $s$  полета тела в 4 раза больше максимальной высоты  $H$  траектории.

Решение.  $V_0$ - начальная скорость тела,  $g$  – ускорение свободного падения. Уравнение движения в координатной форме имеет вид: 
$$\begin{cases} x = f_1(t) \\ y = f_2(t) \end{cases}$$

Обозначим уравнения  $x=x(t)$  и  $y=y(t)$  соответственно (1) и (2). Сопротивлением воздуха пренебечь.



Проекция ускорения на ось OX равна 0, следовательно:  $x = x_0 + v_x t$  (3) и  $x = x_0$  при  $t=0$ . Построим систему отсчета так, чтобы  $x_0 = 0$ .

Проекция скорости на ось OX :

$$v_x = v_0 \cos \alpha .$$

Уравнение (1) принимает вид:

$$x = v_0 t \cos \alpha \quad (4)$$

Проекция ускорения на ось OY:  $a_y = -g$  .

Проекция скорости на ось на ось OY имеет вид:

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt \quad (5).$$

Уравнение (2) принимает вид:  $y = y_0 + v_{oy}t + \frac{a_y t^2}{2}$  ,  $y_0 = y$  при  $t=0$

$$y_0 = 0 : v_{oy} = v_0 \sin \alpha \text{ и, значит, } y = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} \quad (6)$$

Уравнения (4) и (6) представляют параметрическое задание траектории движения тела. Перейдем к явному заданию траектории движения тела:

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

$$y = v_0 \frac{x \sin \alpha}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} ; \quad y = (tg \alpha)x - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 \quad (7)$$

Траектория движения тела, брошенного под углом  $\alpha$  к горизонту – парабола (7). Тело поднимается на максимальную высоту  $H$ , когда  $v_y = 0$ .

Найдем время  $t_1$  подъема тела на высоту  $H$ :  $v_0 \sin \alpha - gt_1 = 0$ ,  $t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$ ,

$t_2$  – время подъема с высоты  $H$ ,  $t_1 = t_2$ .

Время движения тела:  $t = t_1 + t_2 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$

Максимальная высота подъема тела:  $H = \frac{gt_1^2}{2} = \frac{gv_0^2 \sin^2 \alpha}{2g^2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

Дальность полета тела:  $s = v_0 t \cos \alpha = \frac{v_0 2v_0 \sin \alpha}{g} \cos \alpha$

$$s = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

По условию задачи  $\frac{s}{n} = 4$ , следовательно  $\frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha 2g}{gv_0^2 \sin^2 \alpha} = 4$ .

Тогда  $ctg \alpha = 1$  и  $\alpha = 45^\circ$ .

**ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ  
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И  
ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН  
В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ**

## Проведение практических занятий по теоретической механике с применением системы APM WinMachine

**Ахтямов А. В., Колмыкова И. В.** (г. Белгород, ФГБУ ВПО БГТУ им. В.Г. Шухова, кафедра теоретической механики, *ach-alexander@yandex.ru*)

**Аннотация.** Статья посвящена применению компьютерных технологий в учебном процессе. Авторы демонстрируют пример расчета составной конструкции с помощью программного продукта APM WinMachine. Работа выполняется в модуле APM Structure3D. Решение поставленной задачи позволяет актуализировать и закрепить знания по основному курсу теоретической механики.

**Abstract.** The article deals with the application of computer technologies in the educational process. Authors demonstrate calculation composite construction using software APM WinMachine. This work is done in the module APM Structure3D. The solution of the problem allows to update and consolidate the knowledge on the basic course of theoretical mechanics.

**Ключевые слова:** компьютерные технологии, система APM WinMachine, модуль APM Structure3D, составная конструкция, принцип возможных перемещений, методы статики, уравнения равновесия, аналитическая механика, принцип возможных перемещений.

**Key words:** computer technologies, system APM WinMachine, module APM Structure3D, composite construction, statics methods, the equilibrium equations, analytical mechanics, principle of virtual displacements.

Внедрение инновационных технологий в учебный процесс предполагает активное применение современных программных средств при обучении студентов. Будущий специалист должен уметь применять средства вычислительной техники при решении актуальных задач инженерной практики. В настоящее время существует большое количество CAD/CAM/CAE систем моделирования и инженерного анализа.

В нашем университете наряду с зарубежными UNIGRAPHICS, ANSYS и др., в учебном процессе активно используется отечественная система APM WinMachine, разработанная в научном техническом центре при МГТУ им. Баумана. Данная система представляет собой бюджетную альтернативу указанным выше программным продуктам.

Процесс обучения студентов построен таким образом, что сначала студенты учатся решать задачи «вручную» с использованием

классических методов теоретической механики, составляя уравнения равновесия и применяя принцип возможных перемещений, а затем производят вычисления с использованием системы APM WinMachine. Такой подход позволяет студентам глубже понять суть поставленной задачи. Действия, выполняемые в системе, становятся осмысленными, что позволяет решать задачу с высокой точностью.

В общем случае алгоритм инженерного анализа с использованием любой CAD/CAM/CAE – системы можно представить в виде:

- построение геометрической модели объекта;
- идеализация построенной модели;
- наложение сетки конечных элементов;
- приложение нагрузок;
- наложение связей;
- задание сечений и материала;
- расчет построенной конечно-элементной модели;
- анализ полученных результатов.

По данному алгоритму происходит обучение студентов транспортно-технологического института. В рамках курсов «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика» студентов на первом курсе учат методам построения геометрической модели и её идеализации. Далее в курсах «Теоретическая механика» и «Сопротивление материалов» студенты учатся выполнять остальные этапы анализа.

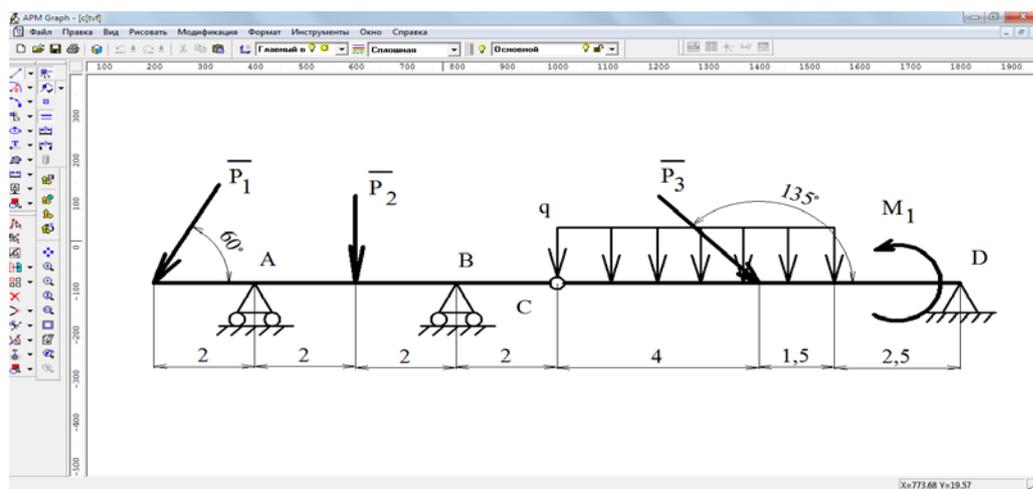


Рис.1. Расчетная схема

В предыдущих статьях [1,2] мы уже описывали некоторые работы, которые подготовлены для студентов специальности 190109 – «Наземные транспортно-технологические средства» и направления бакалавриата 190100 –

«Наземные транспортно-технологические комплексы». В данной статье предлагаем еще один вариант лабораторной работы, выполняемые студентами с использованием системы APM WinMachine – «Расчет составной конструкции». Особенностью данной работы является то, что студенты выполняют расчет «вручную» с использованием методов статики и вариационных принципов механики, а затем проверяют результаты вычислений машинным способом. Один из вариантов заданий представлен на рисунке 1.

Выполнение данной работы осуществляется на завершающем этапе изучения теоретической механики – аналитической механики. Помимо классического расчета составной системы студенты решают эту же задачу, используя принцип возможных перемещений (Рисунок 2).

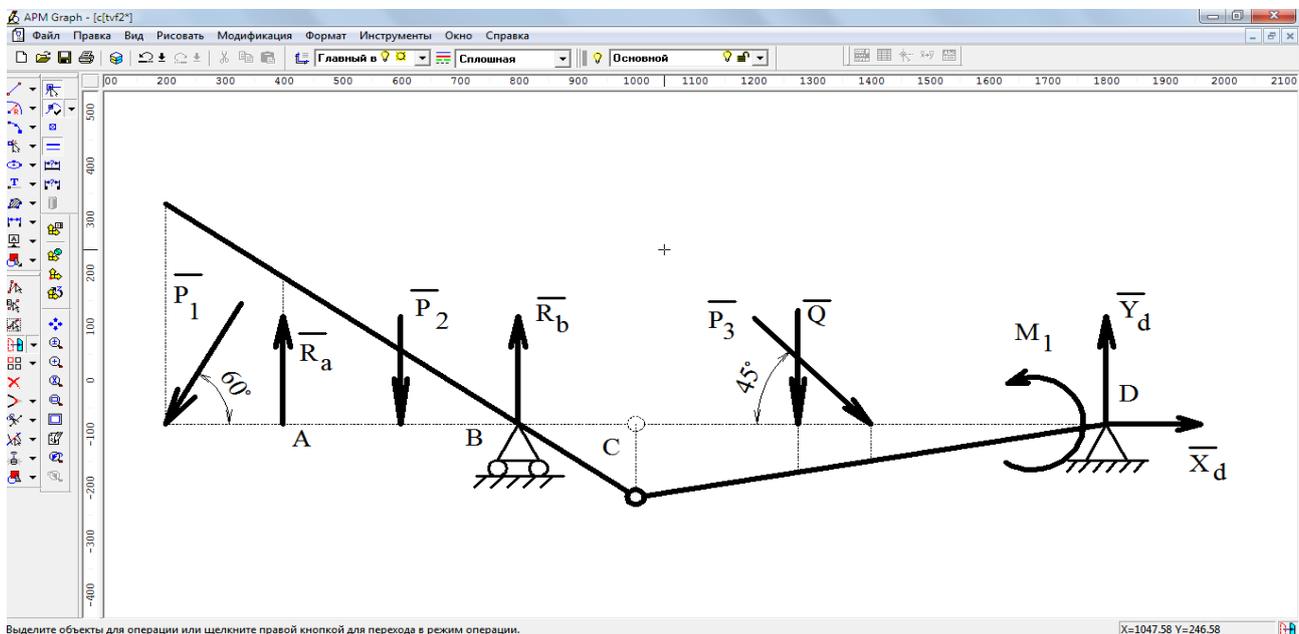


Рис. 2. Принцип возможных перемещений

Изучение данного принципа и выполнение расчетов с его использованием дает возможность глубже изучить работу механической системы, что позволит будущему инженеру грамотно выполнять проектирование и расчет дорожных машин и механизмов.

Далее студенты выполняют расчет с помощью системы APM WinMachine в модуле APM Structure3D. Некоторые результаты расчета представлены в виде найденных реакций опор (Рисунок 3) и отображенных напряжений стержней рассчитываемой конструкции (Рисунок 4).

СЕКЦИЯ «ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ  
ДИСЦИПЛИН В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ»

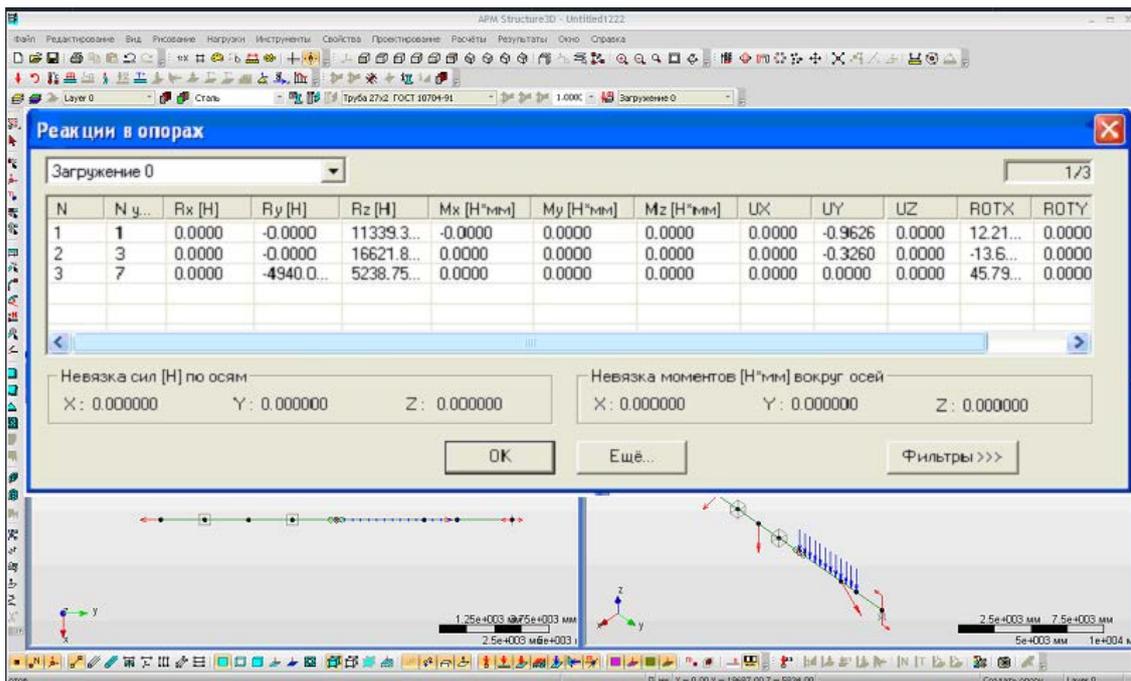


Рис.3. Реакции в опорах

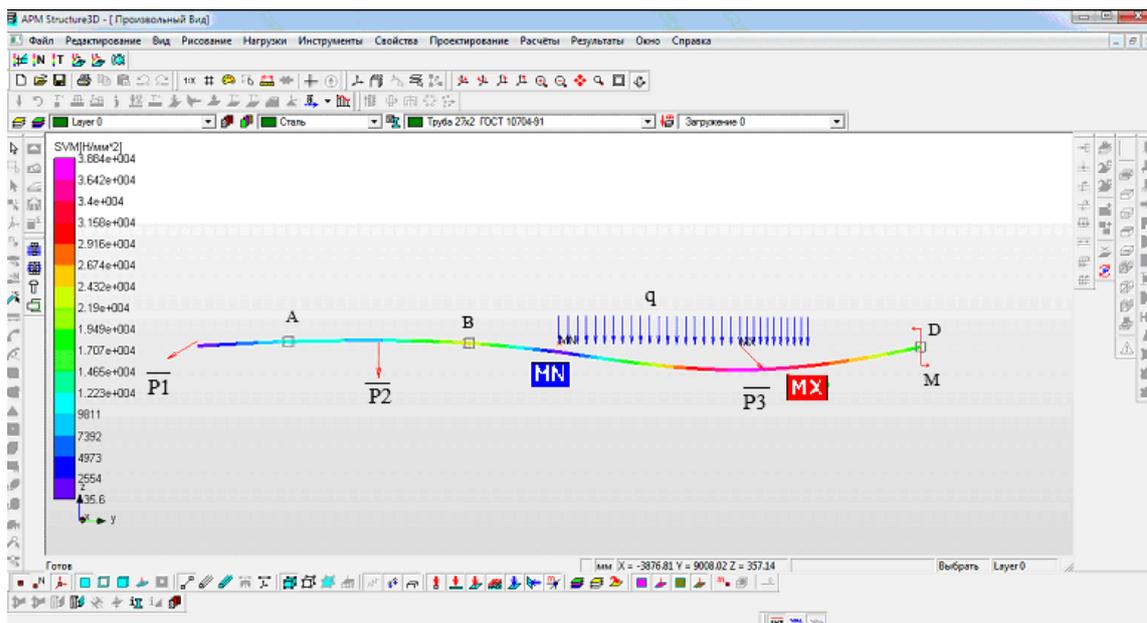


Рис. 4. Напряжения в стержнях

Важное место в обучении студентов играет умение анализировать результаты выполненных расчетов. Данная работа носит исследовательский характер, поскольку обучающийся должен уметь так наложить внешние и внутренние связи, чтобы реакции были наименьшими, внутренние усилия не имели ярко выраженных скачков.

Как и для предыдущих работ, авторами разработаны варианты индивидуальных заданий для выполнения данной лабораторной работы.

Выполненная работа оформляется в виде единого отчета, который включает в себя результаты расчета задания, способами механики и машинный вариант с помощью APM WinMachine.

Разработка таких заданий для студентов выполняется в рамках так называемого сквозного курса обучения специалистов в университете. Полученные навыки студент использует в дальнейшем при изучении инженерных дисциплин на старших курсах. Следует отметить, что хотя расчет составной конструкции с помощью программного продукта более эффективен по трудоемкости по сравнению с методами статики и принципом возможных перемещений, он не может заменить классические способы расчета, а применим лишь как дополнение к изучению базового курса дисциплины. В перспективе авторы планируют разработать лабораторные работы по кинематике и динамике с учетом специфики специальностей подготовки студентов университета.

#### Литература

1. Ахтямов А. В. Опыт проведения лабораторных работ по теоретической механике с применением системы APM WinMachine / А.В. Ахтямов, И.В. Колмыкова // Непрерывное многоуровневое образование: традиции и инновации: в 3 ч. Ч. 2. Информатизация образования: Сборник статей региональной научно-методической конференции, Воронеж, апрель 2011, г. Воронеж, 2011. С. 86 – 89
2. Ахтямов А. В. Применение APM WinMachine к решению задач по теоретической механике: учебное пособие / А.В. Ахтямов, И.В. Колмыкова. Белгород: Изд-во Белгородского государственного технологического университета (БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2012. 112 с.

## Перспективы реформирования отечественной системы образования

**Васильева В. Н., Решетильникова Н. В., Торгунакова М. А.**  
(г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра рекламы, связей с  
общественностью и лингвистики)

**Аннотация.** В статье анализируются итоги реформирования отечественной системы образования и определяются перспективы ее дальнейшего развития.

**Abstract:** The results of reformation of native system of education are analited and outlooks of its further development are determined in the article.

**Ключевые слова:** образование, реформирование образования, социальный заказ, общечеловеческие ценности.

**Key words:** education, reformation of education, social order, au human values.

Социально-экономические противоречия, достигшие опасного уровня, привели к осознанию того, что будущее развитие общества будет зависеть от направленности и эффективности образования. Осознавая невозможность решения проблем, порождающих кризис культуры и цивилизации, практически все развитые страны проводили различные по глубине и масштабам реформы национальных систем образования. В нашей стране, как и в других странах мира, накоплен огромный опыт реформирования образования. Однако реформы общеобразовательной и профессиональной школы ожидаемых обществом позитивных результатов не принесли, что сказалось, в первую очередь, на уменьшении доли иностранных студентов. Наша система образования по числу иностранных субъектов уступает образовательным системам США, Великобритании, Китая, Японии, где по данным за 2008 год обучается соответственно 28%, 14%, 5%, 4,2% иностранных студентов (1).

Разумеется, снижение доли иностранных студентов, в первую очередь, можно объяснить тем, что вследствие распада СССР ряд вузов, в которых обучались иностранные студенты, оказались за пределами России. Но главной причиной снижения численности иностранных студентов, все-таки, следует считать недостаток внимания к сфере, как общего, так и профессионального образования со стороны государственных структур. Недостаточное финансирование повлекло за собой отставание в

оснащении учебно-научных фондов и библиотек, отток кадров из вузовской системы.

Негативно сказался на системе отечественного образования процесс «утечки мозгов» (за рубеж уехали 1-1,4 млн наших сограждан, «причем значительная их часть имела не только высшее образование, но и ученое звание кандидата наук (12-15% общего числа), а часть (1,5 – 2%) – доктора наук» (2; с.375). Об угрозе национальной безопасности России, связанной с потерей образовательного и научного потенциала (как научной элитой, так и широкими массами населения) говорят многие объективные наблюдатели. Так, в частности, профессор Я. Корнай считает, что «еще три-пять лет такой политики и Россия ... потеряет то, что пока позволяет ей быть в числе ведущих держав мира, – свой научно – технический, образовательный и культурный потенциал» (2; с. 5).

Следует отметить, что, несмотря на ряд непродуманных решений по реформированию системы образования, профессиональная школа благодаря сплоченности академического сообщества, тяге молодежи к знаниям, востребованности образования в обществе постепенно преодолевает трудности, связанные с рыночными процессами. Проблемы образования, став объектом внимания российского государства, привели, с одной стороны, к увеличению числа вузов и, с другой стороны, увеличению количества студентов. В результате: наше отечественное образование вышло по численности студентов на первое место в мире.

Ключом к пониманию того, каким должно быть образование на современном этапе может стать осмысление ситуации, сложившейся вокруг проблемы социального заказа. Социальный заказ, который сегодня стоит перед системой образования, можно сформулировать в самой общей форме как формирование инициативной, предприимчивой, самостоятельной личности, открытой для постоянного самообразования, готовой к новациям и изменениям. Социальный заказ в современных условиях больше не может быть прерогативой государства: он не должен быть един и универсален. Социальный заказ должен формироваться на основе коллективного дискурса. Согласно Ю. Хабермасу «...на значимость могут претендовать только те нормы, которые получают (или могли бы получить) одобрение со стороны всех заинтересованных лиц как участников практического дискурса» (3; с.146). Обсуждение социального заказа станет

залогом проверки его общезначимости, воплощенности в нем общественного интереса. Поэтому в современных условиях вполне закономерным будет смещение акцента в формировании социального заказа от верхних эшелонов управления в сторону конкретных педагогов и воспитателей, творческие новации которых помогут воспитуемым найти свое место в жизни и выбрать собственную дорогу в мир Добра, Истины и Красоты.

Содействовать совершенствованию образовательной системы и упрочению имиджа отечественного российского образования за границей будет повышение объема финансирования образования, который, планируется к 2020 г. повысить до уровня 7% ВВП. Предусматриваемое повышение объемов финансирования в сочетании с соотношением цена/качество, конкурентоспособностью Российского высшего образования в фундаментальных областях знания повысит его привлекательность для иностранных студентов, что будет создавать благоприятное общественное мнение о нашей стране, способствовать улучшению имиджа России, формированию благоприятного для нас политического климата.

Образование, будучи каналом трансляции культурных ценностей, не есть средство формирования человека вообще, оно создает человека в конкретном обществе, сообразованного с потребностями данного общества, осознающего цели его развития и служащего их реализации. Вместе с тем при посредстве системы образования усваиваются элементы общей культуры, без которых личность не может считаться образованной. При этом образование формирует универсальные модели поведения. Наиболее универсальным, вневременным и внациональным характером обладают личностные модели нравственного поведения. Понятие «хороший человек», «воспитанный человек» объективно независимы от культурно-национальных особенностей, поскольку состоят из совокупности описаний социально одобряемых форм поведения. Поэтому современное образование, учитывая потребность в смене ценностных установок, должно способствовать усвоению общечеловечески значимых ценностей, формируя нравственный фундамент личности, а также, включив обучаемых в пространство общественно значимых ценностей, укоренить их в существующей культуре, чтобы сделать их способными самостоятельно питаться ее живительными соками через собственную корневую систему интериоризированных социально значимых ценностей.

Усвоению общечеловечески значимых ценностей и формированию универсальных моделей поведения обучаемыми будут способствовать следующие черты, постепенно приобретаемые системой отечественного образования:

1. открытость образования будущему;
2. интеграция всех способов освоения человеком мира;
3. развитие и включение в процессы образования синергетических представлений об открытости мира, целостности и взаимосвязанности человека, природы и общества;
4. обращение к мировоззренческими смысловым моделям;
5. свободное пользование различными информационными системами, которые сегодня играют не меньшую роль в образовании, чем непосредственный учебный процесс;
6. личностная направленность процесса обучения;
7. развитие культуры коммуникации;
8. психологическая установка обучающегося на сверхзадачу, в связи с чем образованию свойственен процесс постоянного поиска и изменения, формирование новых ориентиров и целей;
9. изменение роли преподавателя: переход к совместным действиям с обучаемыми, предполагающих необходимость учитывать изменчивость мира.

Необходимость соответствия системы образования выше сформулированным характеристикам продиктована процессами глобализации, а также потребностью обретения Россией своего места в европейском образовательном пространстве, укрепления ее имиджа за рубежом.

#### Литература

1. Выступление Директора Департамента международного сотрудничества в образовании и науке Минобрнауки России В.В. Ничкова на заседании коллегии Министерства 12 ноября 2008 г. <http://mon.gov.ru/ruk/dir/nichkov/dok/5035/>
2. Руткевич М.Н. Социология образования и молодежи: Избранное (1965-2002) / предисл. Акад. РАН Л.Н. Митрохина. – М.: Гардарики, 2002  
Хабермас Ю. Моральное сознание и коммуникативное действие – СПб, 2006

## Проблемы экологического образования

**Васильева Ж. В., Федорова О. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ»,  
кафедра экологии и защиты окружающей среды)

**Аннотация.** В статье анализируются проблемы подготовки кадров инженеров-экологов. Исследуются субъективные и объективные причины их возникновения. Подчеркивается отсутствие ступенчатости и преемственности экологического образования граждан РФ, что противоречит положениям ряда федеральных законов.

**Annotation.** The article was analyzed the challenges of the environmental engineers preparation. The subjective and objective reasons of problems were discussed. There is a absence of gradation and continuity of environmental education of citizens of the Russian Federation, which contrary to the requirement of the Federal Acts.

**Ключевые слова:** подготовка кадров инженеров-экологов, экологические знания, формирование экологической культуры

**Key words:** the environmental engineer's preparation, environmental knowledge, the absence of gradation and continuity of environmental education.

Подготовку кадров инженеров-экологов в Мурманской области обеспечивает кафедра экологии и защиты окружающей среды ФГБОУ ВПО "Мурманский государственный технический университет". Кафедра работает в этом направлении с 2001 года и накопила к этому моменту богатый педагогический опыт, тесные профессиональные связи с различными предприятиями и организациями области, а также международные контакты с образовательными и исследовательскими организациями Норвегии, Финляндии, Швеции и некоторых других стран.

В настоящее время кафедра осуществляет подготовку по следующим направлениям высшего профессионального образования: "Техносферная безопасность" (профиль бакалаврской основной образовательной программы (ООП) – "Инженерная защита окружающей среды", магистерская ООП – "Экологическая безопасность") и "Строительство" (профиль бакалаврской ООП – "Водоснабжение и водоотведение"). Кроме того, кафедра обеспечивает экологическую составляющую всех ООП вуза, осуществляя преподавание дисциплин экологического содержания и консультирование разделов выпускных квалификационных работ будущих бакалавров, магистров и специалистов.

В своей образовательной деятельности кафедра сталкивается с рядом

проблем, некоторые из них, на наш взгляд, необходимо озвучить. «Кадры решают все» – в настоящее время это известное высказывание не потеряло своей актуальности, и от того, кто приходит к нам учиться и приходит ли, зависит как качество будущих инженеров-экологов, так и в целом наличие их в регионе.

Какова же ситуация с будущими кадрами инженеров-экологов в Мурманской области? С 2002 года количество выпускников школ региона устойчиво снижается, равняясь или даже превышая количество бюджетных мест в вузах региона. При этом 80-85% выпускников выбирают в качестве будущей профессии гуманитарно-экономические направления (юриспруденция, экономика, менеджмент и т.п.). Таким образом, экологическое направление (как и другие технические специальности), как правило, испытывает дефицит наполнения бюджетных мест.

Причина первая – выпускники и их родители не считают технические специальности востребованными. Вторая – физика, химия и информатика в школах постепенно становятся дисциплинами "по выбору". На единый государственный экзамен по этим предметам записывается все меньше и меньше старшеклассников, так как эти экзамены ориентированы, как правило, на профильный уровень обучения, которым охвачено менее 15% учащихся.

В последние годы увеличивается число абитуриентов, которые, выбрав в качестве дополнительного ЕГЭ предмет из гуманитарного цикла, например, обществознание, не набирают достаточное количество баллов для поступления на популярные направления гуманитарного профиля с большим конкурсом, а на технические уже не могут подать документы, так как не сдавали физику (химию, информатику). Причем иногда даже неважно, на сколько баллов сдан этот предмет – само отсутствие любого результата ЕГЭ автоматически лишает абитуриента права поступать на технические направления и специальности.

Следствием этого является резкое снижение конкурса на технические направления подготовки бакалавров, магистров и специалистов.

Таким образом, необходима долгосрочная программа повышения престижа как технического образования в целом, так и образования в области охраны окружающей среды в частности. В данную программу

необходимо внести решение вопроса о соответствующей подготовке по физике, химии, информатике, которая должна мотивировать школьников к освоению этих важнейших наук, без которых невозможно развитие производства и технический рывок в России.

Следующий важный вопрос касается содержания и реализации образовательных стандартов высшего профессионального образования. Как известно, на современном этапе высшая школа России реформируется и находится в "переходном периоде". Все вузы России перешли на уровневую систему подготовки кадров, которую регламентирует ФЗ "Об образовании в Российской Федерации", который в ст. 3 «Основные принципы государственной политики и правового регулирования отношений в сфере образования» одним из принципов образования провозглашает "приоритет бережного отношения к природе и окружающей среде, рационального природопользования".

В Федеральном законе №7-ФЗ "Об охране окружающей среды" имеется глава 13 "Основы формирования экологической культуры", в ст.72 которой указано: «В дошкольных образовательных учреждениях, общеобразовательных учреждениях и образовательных учреждениях дополнительного образования независимо от их профиля и организационно-правовых форм осуществляется преподавание основ экологических знаний».

Для выяснения степени выполнения данного положения были опрошены 202 студента МГТУ, обучавшихся на 1-4 курсах различных направлений подготовки ВПО. Большая часть нынешних студентов поступила в вуз в год окончания общеобразовательных учреждений, следовательно, приведенные данные дают некоторую картину состояния рассматриваемого вопроса в 2008 – 2012 гг. В числе опрошенных были выпускники лицеев, гимназий, СОШ областного центра и населенных пунктов Мурманской области.

На вопрос "изучали ли они экологию в школе" утвердительно ответили 33% опрошенных, еще 18% получали основы экологических знаний в курсе "Биология", оставшиеся 49% таких знаний вообще не получали. Таким образом, первой проблемой экологического образования, по крайней мере, в Мурманской области можно считать отсутствие

преподавания основ экологических знаний в некоторых общеобразовательных учреждениях.

Следующий пункт ст. 72 вышеупомянутого №7-ФЗ гласит: "В соответствии с профилем образовательных учреждений, осуществляющих профессиональную подготовку, переподготовку и повышение квалификации специалистов, обеспечивается преподавание учебных дисциплин по охране окружающей среды, экологической безопасности и рациональному природопользованию". Анализ существующих ФГОС ВПО третьего поколения показывает отсутствие требований к наполнению большей части образовательных программ дисциплиной " Охрана окружающей среды " (или "Экологическая безопасность ", или "Рациональное природопользование"), что приводит к резкому сокращению, а фактически к исчезновению экологического компонента подготовки бакалавров по гуманитарным и социально-экономическим направлениям.

Так, экологические компетенции отсутствуют во ФГОС ВПО по следующим направлениям подготовки (выборочно):

- 080500 Бизнес-информатика,
- 080100 Экономика,
- 080200 Менеджмент,
- 040100 Социология,
- 040400 Социальная работа,
- 030100 Философия,
- 030200 Политология,
- 030300 Психология,
- 030600 История,
- 031300 Журналистика,
- 030900 Юриспруденция,
- 050100 Педагогическое образование,
- 050400 Психолого-педагогическое образование.

В перечисленных стандартах не предполагается изучение дисциплины "Экология", хотя некоторые из них содержат дисциплину "Концепции современного естествознания" (КСЕ), что не соответствует требованиям ФЗ "Об образовании в РФ", т.к. дисциплины "Экология" и "КСЕ" имеют разные цели и задачи, разный изучаемый понятийный аппарат.

Таким образом, проблемой экологического образования студентов являются противоречия ФГОС ВПО и ФЗ-7, ФЗ- 273, что косвенно подтверждается Резолюцией IV Всероссийского съезда по охране окружающей среды, проходившего 2 – 4 декабря 2013 г.

С другой стороны, несмотря на отсутствие в стандартах требований к преподаванию экологически-направленных дисциплин, ФГОС ВПО третьего поколения предоставляют разработчикам ООП возможности для широкого творческого подхода в выборе и составлении программ учебных дисциплин. Другими словами, разработчики ООП вправе внести в учебный план дисциплины экологического профиля, т.к. для этого существует так называемая «Вариативная часть», знания, умения и навыки которой должны формироваться непосредственно вузом-разработчиком. Здесь выявляется следующая проблема – недостаточность/отсутствие экологических знаний у разработчиков ООП. Представляется целесообразным привести цитату ст. 73 ФЗ-7: "Руководители организаций и специалисты, ответственные за принятие решений при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, которая оказывает или может оказать негативное воздействие на окружающую среду, должны иметь подготовку в области охраны окружающей среды и экологической безопасности". Таким образом, ФЗ-273 и ФЗ-7 предполагают ступенчатость и преемственность экологического образования граждан РФ, которое в настоящий момент времени реализуется в неполном объеме, следствием чего является отсутствие экологической культуры граждан РФ. Внесение изменений в п. 6.3 ФГОС ВПО третьего поколения (бакалавриат) об обязательности изучения дисциплины "Охрана окружающей среды" ("Экологическая безопасность") сможет существенно повысить экологическую образованность населения страны, являющуюся основой формирования экологической культуры в обществе и воспитания бережного отношения к природе.

## Качество высшего технического образования в современных условиях

**Власова С. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра физики)

**Abstract.** The article shows that the Federal state educational standards of higher vocational education have a significant defect: no statement of educational objectives in these documents. Standards developers do not pay enough attention to the search of relationship between professional competence, on the one hand, and the learning outcomes, on the other hand.

**Аннотация.** В работе показано, что Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования страдают существенным недостатком, т.к. в них отсутствует формулировки целей обучения. Разработчики стандартов не уделяют должного внимания установлению связи профессиональных компетенций, с одной стороны, и результатов обучения, с другой стороны.

**Ключевые слова:** качество высшего технического образования; цели и результаты обучения, компетенции; федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования.

**Key words:** quality of higher technical education, learning outcomes and competencies, federal state educational standards of higher vocational education.

Высшее образование (ВО) в современном мире всё чаще рассматривается, как одна из главных движущих сил экономического развития. Разнообразные функции, которое оно выполняет, являются основным ключом к благополучию общества. Обеспечение качества становится одной из важнейших функций современного высшего образования. Предлагаемая статья посвящена проблемам качества высшего технического образования в России.

Ведущей чертой, определяющей характер ВО последние полвека, является продолжающийся рост контингента студентов во всем мире [6]. По состоянию на 2009 г. в высших учебных заведениях мира обучалось около 150,6 млн. студентов, что примерно на 53% больше, чем в 2000 г. [10]. В России в 2008-2009 у.г. в вузах обучалось примерно 7,51 млн. студентов, в то время как в 1999-2000 у.г. – 4,073 млн. [11]. Прирост обучающихся в России за эти годы составил около 46 %. Системы ВО по всему миру из элитарных очень быстро превращались в массовые [4]. Расширение доступности ВО вынуждает участников образовательного процесса по-новому относиться к его качеству. Системы гарантии

качества в настоящее время стали неотъемлемой составляющей ВО в большинстве стран мира, а агентства по гарантии качества – полноценными субъектами национальных образовательных систем [3]. Качество будет оставаться приоритетом для высшего образования и в последующие годы.

Руководители России неоднократно заявляли о том, что страна выбирает путь инновационного развития. Это означает, что стране понадобятся специалисты по всем отраслям знаний, которые смогут решать задачи, стоящие перед обществом. Для подготовки специалистов необходимо обеспечить систему высшего образования качественными кадрами. Не секрет, что сегодня молодые люди не идут работать в вузы. Одна из главных причин – низкий уровень оплаты преподавательского труда, даже для специалиста с дипломом кандидата или доктора наук. Существует мнение, что только достойное финансирование образования, соизмеримое с финансированием в развитых странах, позволит подготовить специалистов современного уровня, которые будут ориентированы на формирование новых прорывных результатов [1]. Нам представляется, что достойное финансирование, это условие, возможно, необходимое, но не достаточное для выхода образования России на передовые позиции. На сегодняшний день в высшей школе существует много проблем, которые надо решать безотлагательно. И одна из них – обеспечение качества образования.

По мнению участников всемирной конференции по ВО (Париж, 2009 г.), критерии качества должны отражать основные цели высшего образования, прежде всего, такие, как *формирование у студентов критического и независимого мышления и способности обучаться на протяжении всей жизни*. В каждом учебном заведении необходимо создавать системы обеспечения качества, а для всего сектора высшего образования необходимо наладить регулирующие и обеспечивающие качество механизмы [6]. Все специалисты в области образования согласны с тем, что от качества высшего образования зависит многое – будь то общественное или личное благо. Но качеству трудно дать определение и, следовательно, его сложно измерить. В связи с этим вопрос о том, какие конкретные шаги необходимо предпринять для обеспечения качества ВПО, остаётся открытым.

В современной литературе существуют различные подходы к рассмотрению понятия «качество образования» [8]. Нам представляется приемлемым подход, который предложен в работе [5]: «Под качеством образования понимается характеристика системы образования, отражающая *степень соответствия реальных достигаемых образовательных результатов нормативным требованиям, социальным и личностным ожиданиям*». Очевидно, что рассматриваемый подход неявно предполагает большую работу по *обоснованию и разработке нормативных требований* к различным аспектам организации ВО. Очевидно, что при разработке нормативных требований нельзя избежать следующих шагов:

1. Открытое обоснование *списка направлений подготовки бакалавров, магистров и распределения числа бюджетных мест, выделяемых различным вузам по тем или иным направлениям*. Только обоснованный выбор направлений подготовки, учитывающий социально-экономические прогнозы развития страны и мира, способен удовлетворить социальные и личностные ожидания.

2. Обоснование и разработка *образовательных стандартов*, в которые должны входить *нормативные требования к учебным планам, преподавательскому составу, качеству обучающей среды (включая библиотечное обслуживание, компьютерную обеспеченность, качество лабораторного оборудования, наличие исследовательских лабораторий для студентов, качество проживания иногородних студентов и т.п.)*, а также *требования к методам оценивания учебных достижений учащихся*. Именно в образовательных стандартах должны быть недвусмысленно сформулированы цели обучения, а также то, каким образом достижение этих целей будет оцениваться, в противном случае о качестве образования невозможно судить.

3. Обоснование и разработка учебных планов (УП), которые должны обеспечить достижение целей обучения, сформулированных в ФГОС, а также называть конкретные методики оценивания достижений учащихся, обеспечивающие требования нормативов, изложенных в пункте 2.

4. Разработка программ отдельных курсов, включённых в УП. На этом этапе цели обучения и способы проверки достижения поставленных целей должны быть конкретизированы по всем изучаемым курсам.

5. Разработка учебных материалов по всем изучаемым курсам, включённым в УП, необходимых для достижения поставленных учебных целей.

С нашей точки зрения, должен быть организован *постоянный квалифицированный мониторинг* всех документов, в которых излагаются нормативные требования к обеспечению качества образования. В первую очередь это относится к Федеральным государственным образовательным стандартам высшего профессионального образования (ФГОС ВПО). В действующих ФГОС ВПО «Требования к результатам освоения основных образовательных программ бакалавриата» сформулированы в виде набора компетенций, которыми должен обладать выпускник. Безусловно, «компетенции являются целью образовательных программ и самого процесса обучения. Они включают знание, умения, навыки, установки, мотивацию, ценности, что само по себе очень сложно, а порой невозможно определить сразу после изучения программы» [2].

Кроме того, в ФГОС указано, что необходимо в вузах разрабатывать «*объективные* процедуры оценки знаний и умений учащихся, компетенций выпускников» [9]. Что подразумевается под термином «объективные» в данном случае не ясно, т.к. объём знаний и умений определён в ФГОС расплывчато. Например, в результате изучения курса физики студент должен *знать* «основные физические явления и законы механики, электротехники, теплотехники, оптики и ядерной физики», должен *уметь* «выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простейшие технические расчёты» [9]. Если вести речь об объективных процедурах, то цели обучения должны быть сформулированы так, чтобы об их достижении однозначно мог судить каждый. Таким образом, цели обучения по обязательным учебным курсам в ФГОС практически не сформулированы. Ситуацию усугубляет ещё и тот факт, что не указано число часов, выделяемых на тот или иной обязательный курс (указано общее число часов на цикл дисциплин). Это означает, что на практике можно сократить любой курс до минимума за счёт другого. Обратимся к примерной основной образовательной программе (ПООП) [7]. Может быть, здесь мы обнаружим недостающую информацию, позволяющую ввести контроль качества обучения. К сожалению, ПООП

повторяет только то, что написано в ФГОС. По нашему мнению, такой подход к разработке ФГОС, игнорирующий как реальные измеряемые критерии качества образования, так и содержание образования, может привести к деструкции ВПО в России. К сожалению, практика работы автора статьи по ФГОС в Мурманском государственном техническом университете подтверждает, что этот печальный прогноз оправдывается.

Мы полагаем, что поскольку «компетентностный подход» пришёл в Россию из Европы, то полезно посмотреть, как же европейцы сегодня формулируют цели образования, и каким образом судят о сформированности компетенций. К настоящему моменту в Европейском образовательном пространстве возникло понимание того, что для оценки качества образования «результаты обучения» («learning outcomes») носят ключевой характер. «Приходит чёткое осознание, что результаты обучения выступают средством выражения уровня компетенции, являются формулировкой того, что может рассказать, показать, продемонстрировать студент после завершения программы (дисциплины, модуля)» [2]. Г. Мотова отмечает, что существует различие между понятием «профессиональный стандарт» и «образовательный стандарт» [2]. Если первый относится к профессии и содержит описание компетенций, необходимый для владения профессией, то второй относится к процессу обучения и включает содержание обучения, методы обучения, процесс оценки поставленных целей обучения. *Завершение процесса обучения должно оцениваться по достижению целей обучения.* И, конечно, необходимо ответить на непростой вопрос, какое содержание и методы обучения способны сформировать нужные для профессиональной деятельности компетенции. Именно на это, по нашему мнению, должны быть направлены усилия российского образовательного сообщества высшей технической школы.

В работе показано, что ФГСВПО страдают существенным недостатком, т.к. в них отсутствует формулировки целей обучения, что не позволяет выносить суждение о качестве образования. Кроме того, разработчиками ФГОС не уделяется должного внимания установлению связи профессиональных компетенций, с одной стороны, и содержанию и целям обучения, с другой стороны. Эти недоработки ФГОС оказывают негативное влияние на качество высшего технического образования в России.

## Литература

1. Винокуров М. Высшее образование и наука России: проблемы и перспективы. – Электрон. ресурс: [http:// argument.ru/education/n342/182195/](http://argument.ru/education/n342/182195/)
2. Мотова Г. Результаты обучения и оценка качества результата – по-европейски. – Электрон. ресурс: [http://www.akvobr.ru/ocenka\\_kachestva\\_rezultata\\_po\\_evropeiski.html](http://www.akvobr.ru/ocenka_kachestva_rezultata_po_evropeiski.html)
3. Мотова Г. Системы гарантии качества образования. – Электрон. ресурс: [http://www.akvobr.ru/inqaahе\\_podhody\\_k\\_garantii\\_kachestva\\_obrazovania.html](http://www.akvobr.ru/inqaahе_podhody_k_garantii_kachestva_obrazovania.html)
4. Мотова Г. Гарантия качества высшего образования. – Электрон. ресурс: [http://www.akvobr.ru/garantija\\_kachestva\\_vysshego\\_obrazovania.html](http://www.akvobr.ru/garantija_kachestva_vysshego_obrazovania.html)
5. Новиков А.М., Новиков Д.А. Качество образования: система внутренних и внешних оценок // Народное образование, 2007, №4, с.147-156.
6. Основные тенденции развития высшего образования: глобальные и болонские измерения / Под ред. В.И. Байденко. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2010. – 352 с.
7. Примерная основная образовательная программа высшего профессионального образования. Направление подготовки 140400 Электроэнергетика и электротехника. – Москва, 2010.
8. Скударёва Г.Н. Качество образования: от педагогической теории к практике общественной оценки // Alma mater, 2013, №6, с.57-60.
9. ФГОС ВПО по направления подготовки бакалавров 140 400.62 «Электроэнергетика и электротехника» (утверждён 08.12.2009 г., номер гос. регистрации 710).
10. Ф.Дж. Альтбах, Л. Райсберг, Л. Рамбли. Тенденции в глобальном высшем образовании: мониторинг академической революции // Основные тенденции развития высшего образования: глобальные и болонские измерения / Ред. В.И. Байденко. – М., 2010, С.57.
11. Численность учащейся молодёжи образовательных учреждений Российской Федерации: Среднесрочный прогноз до 2014 года и оценка тенденций до 2025 года / Под ред. Ф.Э. Шереги и А.Л. Алефьева. – М.: ЦСПиМ, 2010. – 320 с.

## Опыт внедрения метода CASE-STUDY в образовательный процесс по техническим направлениям

Гапоненков И. А., Третьякова С. Ю. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра экологии и защиты окружающей среды)

**Аннотация.** В статье освещается опыт внедрения в образовательный процесс элементов современных образовательных технологий. Выделены основные аспекты построения обучения с использованием метода case-study для студентов технических направлений.

**Abstract.** The involvement of modern educational technologies into educational process is covered by common article. Related to students of technical disciplines, the basic aspects of educational creating, using case-study method are outlined.

**Ключевые слова:** метод кейсов, современные образовательные технологии.

**Key words:** case-study, modern educational technologies.

Формирование компетенций в новых образовательных программах требует не только изменения содержания изучаемых предметов, но и методов и форм организации обучения, что предполагает активное вовлечение обучающихся учебный процесс и приближение изучаемых тем к реальной жизни. Ключевые компетенции могут быть сформированы у обучающихся только лишь в опыте собственной деятельности.

Начало применения современных образовательных технологий применительно к техническим специальностям было положено на кафедре "Экологии и защиты окружающей среды" Мурманского государственного технического университета в 2012 г.[1]. В текущем учебном году 2013/14 г. г. обучение с элементами активного проблемно-ситуационного анализа мы продолжили со студентами нескольких направлений бакалавриата: 130500.62 "Нефтегазовое дело" и 280700.62 «Техносферная безопасность».

В процессе изучения дисциплины "Экология" студентам было предложено решить несколько видов кейсов: демонстрационный и тренинговый. Первый тип позволяет студентам продемонстрировать полученные ранее навыки в решении различных задач различной сложности. Второй тип дает опыт анализа простых и сложных структурированных проблемных ситуаций и разработки системы решений. При классификации данных кейсов по размеру – оба они относятся к

сжатым, то есть 5-20 страниц, на решение которых отводится обычно двухчасовое занятие.

На практических занятиях по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск» в качестве средства для достижения поставленных целей преподавания студентам было предложено составить кейсы как пакеты документов для последующего решения и составления дерева событий представленных ситуаций. При этом при решении кейсов, оценки ключевых моментов, которые привели к развитию тех либо иных ситуаций техногенного характера, студенты стремились активно расширять свой багаж знаний по дисциплине, вдумчиво подходить к изучению лекционного курса и самостоятельно изучать дополнительные источники информации.

Для того чтобы наилучшим образом раскрыть положительные стороны метода case-study необходимо уделять внимание следующим аспектам:

1. Стараться использовать принципы проблемного обучения, для того чтобы студенты получали навыки решения реальных проблем, а не теоретически-идеализированных. При составлении кейсов это было учтено в выборе ситуаций. В нашем случае – это чрезвычайные ситуации разнопланового характера, происходившие в разное время на объектах нефтегазовой отрасли, в других отраслях промышленности, имеющих высокую степень техногенного риска.

2. В массе своей кейсы разрабатывались для группового решения, что позволило обучающимся приобрести и совершенствовать навыки работы в команде. При создании и решениях демонстрационных кейсов студенты были разделены на небольшие группы по 2-3 человека. В случае с тренинговым – на две группы по 8-10 человек.

3. При решении кейсов необходимо организовать диалог между самими студентами в группе, между студентами и преподавателем. Это позволяет студентам правильно формулировать вопрос, аргументировать ответ. Для создания дискуссий и диалога в "сценарии" разбираемых ситуаций особо выделялись спорные моменты, и, как результат, студенты предлагали множество альтернативных вариантов решений. При этом весьма важной оказывается особая роль преподавателя, стимулирующая

самостоятельную работу студентов, позволяющая активизировать и интенсифицировать их учебную деятельность.

4. Завершающей стадией кейса является обсуждение множества предложенных решений и выявление из них наиболее оптимального. При решении обоих типов кейсов, итоги работы группы были представлены в виде презентаций, которые позволили студентам совершенствовать навыки обобщения, аргументации и доказательства своих решений.

Применяя на практике метод case-study, особо хочется отметить активность, заинтересованность и вовлеченность в работу всех студентов: обучающиеся активно дискутировали, старались найти оптимальный вариант решения поставленных перед ними задач, обсуждали правильность высказываемых предположений.

Выводы, которые можно сделать по итогам использования интерактивных методов в вышеуказанных дисциплинах:

- Применение в процессе обучения различных видов кейсов позволяет преподавателю решать различные задачи. Так, например, используя демонстрационный тип кейса, преподаватель может быстро и многосторонне оценить знания и навыки студентов. В свою очередь, тренинговый кейс позволяет быстро и качественно вовлечь в рабочий процесс всех студентов.

- В начале создания и решения кейса студенты оказываются в состоянии затруднения, вызванного незнанием сути проблемы, в их мышлении зарождаются вопросы, ответы на которые обучающиеся могут получить лишь в результате самостоятельной познавательной и исследовательской активности.

- При решении кейса имитируется механизм принятия решения в жизни, он более адекватен жизненной ситуации, чем заучивание терминов с последующим пересказом, поскольку требует не только знания и понимания терминов, но и умения оперировать ими, выстраивать деревья событий, логические схемы решения проблемы, аргументировать свое мнение.

- Разбирая кейс, студенты фактически получают на руки готовое решение, которое можно применить в жизни при аналогичных обстоятельствах. Увеличение в «багаже» обучающихся проанализированных кейсов, увеличивает вероятность использования

готовой схемы решений к сложившейся ситуации, формирует навыки решения реальных серьезных проблем.

- Организация развивающего учебного процесса с применением кейсов развивает эмоционально – волевые качества и формирует познавательную мотивацию, дает возможность активизации творческих способностей студентов, которые проявляются в самостоятельном моделировании обсуждаемых проблемных ситуаций, мысленном переборе различных известных им способов решения, и последующем конструировании нового способа, моделирования и решения обсуждаемых проблемных ситуаций.

#### Литература

1. Третьякова С.Ю. Современные образовательные технологии в преподавании естественнонаучных и технических дисциплин в высшей школе [Электронный ресурс] / С.Ю. Третьякова, И.А. Гапоненков, А.Н. Сергин, Е.С. Луценко // Наука и образование – 2013: материалы междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 4 – 11 марта 2013 г. – Электрон. текст. дан. (Мб). – Мурманск : МГТУ, 2013. НТЦ — Информрегистр № 0321301202. – С. 955 – 959.

## **Инженерная графика в техническом ВУЗе**

**Зыбин И. Н.** (*г. Калуга, КФ ФГОУ ВПО МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра инженерной графики*)

**Аннотация.** Рассматривается целесообразность корректировки методики обучения дисциплины инженерной графики в настоящее время в технических вузах страны. Сообщается о необходимости внедрения компьютерной графики в учебный процесс перед изучением инженерной графики или хотя бы параллельно с дисциплиной инженерной графики.

**Abstract.** Considers the advisability of correction of teaching methodology of the discipline of engineering graphic currently in technical universities of the country. It is reported about the necessity of introduction of computer graphic for an educational process before studying engineering graphic, or at least in parallel with the discipline of engineering graphic.

**Ключевые слова:** методика обучения, инженерная графика, компьютерная графика.

**Key words:** teaching methodology, engineering graphic, computer graphic.

Среди общеобразовательных предметов в технических ВУЗах страны особое место занимает дисциплина “инженерная графика”. Базовым предметом в средней школе для изучения инженерной графики является предмет “черчение”. В связи с обновлением школьного образования в стране в настоящее время этот предмет в школе не является обязательным, поэтому во многих школах его не изучают или изучают факультативно по выбору. Однако в качестве факультативного предмета его не так часто выбирают школьники, т.к. при поступлении в технический ВУЗ нет необходимости сдавать единый государственный экзамен по данному предмету.

Отметим и тот факт, что практически во всех областях страны количество мест в ВУЗах превышает количество выпускников средних школ. Это связано не только с относительно невысокой рождаемостью в тяжелые времена для России с экономической точки зрения, но и с наличием большого количества в настоящее время “коммерческих” ВУЗов, обучающих платно. Качество образовательных услуг, предоставляемых такими ВУЗами нередко можно ставить под сомнение. Поэтому некоторые предприятия с неохотой принимают к себе на работу выпускников ряда таких ВУЗов или же под разными предлогами им просто отказывают в трудоустройстве. Поэтому пока в стране не будет наведен порядок в сфере “коммерческих” ВУЗов приходится по сути набирать и обучать тех, кто

пришел в тот или иной государственный ВУЗ, а то и бороться за любого выпускника школы, нередко и очень слабых в учебном плане, чтобы он только поступил в ВУЗ.

Все вышесказанное в совокупности приводит к тому, что при поступлении в ВУЗ у большинства абитуриентов пространственное и абстрактное мышление находится на достаточно низком уровне. А ведь основной целью школьного курса черчения можно назвать развитие пространственного и абстрактного мышления у школьников, формирование у них навыков и умений для изложения идей с помощью чертежа.

Черчение является тем предметом, который является основой для изучения дисциплин инженерной графики и начертательной геометрии в технических ВУЗах, без изучения которых невозможно подготовить будущих квалифицированных инженеров.

Надо учесть, что подготовка квалифицированных инженеров-выпускников технических ВУЗов страны является актуальной задачей и в настоящее время, т.к. во многих регионах страны остро стоит вопрос о нехватке инженеров.

Инженер технического ВУЗа должен уметь работать с чертежом, являющимся одним из основных проектно-конструкторских документов в работе инженера-технолога или инженера-конструктора, уметь выражать творческие замыслы и технические идеи для их последующего осуществления на практике.

В связи с этим необходимо усовершенствовать методику обучения, а точнее сказать ее необходимо адаптировать к тому, что пространственное и абстрактное мышление у поступивших в технический ВУЗ студентов находится на достаточно низком уровне и целесообразно исходить из того, что практически знания по предмету “черчение” у поступивших в ВУЗ студентов отсутствуют. Практика показывает, что у некоторой части некоторых студентов-первокурсников отсутствуют элементарные навыки владения чертежными инструментами. Об этом свидетельствуют ежегодные тестирования, проводимые в начале учебного года для студентов-первокурсников по всем направлениям и специальностям в Калужском филиале МГТУ им. Н.Э. Баумана на кафедре “Инженерная

графика”, на знание школьной программы предмета “черчение” и наличия навыков владения чертежными инструментами.

Поэтому следует сначала научить студентов грамотно конспектировать лекции, уметь делать правильные выводы, выделять из сказанного основное и т.д., грамотно пользоваться чертежными инструментами. Далее необходимо уделить внимание методике обучения, формирующей и развивающей пространственные представления, способствующей привитию навыков выполнения и чтения чертежей различных изделий, и только потом непосредственно самому предмету и всему, что с ним связано.

В тоже время при реформировании высшего образования все больше учебных часов отводится изучению предметов, связанных с компьютерной графикой. Это вероятно связано с тем, что работа современного инженера, выпускника технического Вуза, практически невозможна без знания систем автоматизированного проектирования различного уровня для разработки и выполнения чертежей или каких-либо проектов. Но прежде чем, переходить к изучению графических систем, необходимо сначала студенту изучить основные правила оформления и выполнения чертежей, привить ему необходимые знания, умения и владения, в т.ч. и при выполнении и чтении чертежей. Студент должен уметь владеть чертежными инструментами. Самым важным является развитие пространственного и абстрактного мышления, чтобы студент мог работать с графической информацией и понимать ее. Только после этого можно привлекать различные графические системы для решения тех или иных задач. Ведь системы автоматизированного проектирования это лишь средство, облегчающие и помогающие достигать ту или иную конечную цель, а не дань моде и панацея, что практически все за студента делает компьютер.

В настоящее время для выполнения чертежей все более широко в учебный процесс внедряются различные графические системы: AutoCAD, КОМПАС, Solid Works и др. Несомненная польза в использовании таких редакторов заключается именно в развитии вышеуказанных навыков и мышления, включая анализ геометрических форм предметов, понимание выполненных с помощью компьютера чертежей, в выборе из нескольких вариантов выполнения чертежа на компьютере оптимального с точки

зрения меньшего количества действий и минимальных временных затрат на выполнение чертежа и т.д.

В связи с этим ставится вопрос о целесообразности внедрения графических редакторов в учебный процесс с первого семестра при изучении курса инженерной графики (разделы: проекционное и машиностроительное черчение). В настоящее время на некоторых направлениях в технических ВУЗах в первом семестре изучают компьютерную графику, а в следующем семестре (или следующих) инженерную графику или параллельно инженерную графику с компьютерной. Т.е. получается, что когда нет основы, элементарных знаний даже программы школьного курса черчения, преподавать сразу компьютерную графику не совсем грамотно, т.к. студенты не знают даже основных понятий, положений по выполнению чертежей в соответствии с имеющимися ГОСТами и т.д.

Кроме этого в связи с переходом на двухуровневую систему обучения, количество учебных часов на дисциплину инженерной графики значительно сократилось. Еще пару лет назад большинство студентов обучалось инженерной графике 4 семестра, а сейчас только 2 семестра (бакалавриат) и только будущие специалисты обучаются 4 семестра (специалитет).

В связи с этим представляется целесообразным при изучении в первом семестре разделов проекционного и машиностроительного черчения курса инженерной графики обучать компьютерной графике студентов параллельно с инженерной графикой или же во втором и последующих семестрах. Только овладев необходимыми навыками выполнения и чтения чертежей, изучив основные положения ГОСТов ЕСКД можно постепенно привлекать графические редакторы.

На основании вышесказанного, можно сделать вывод о необходимости корректировки методики обучения дисциплины инженерной графики в первом семестре обучения студентов технических ВУЗов, в связи с достаточно низким уровнем пространственного и абстрактного мышления и слабой подготовкой или отсутствием этой подготовки из-за того, что предмет “черчение” в школах теперь не является обязательным и зачастую не изучается в школе. Кроме этого на первом курсе обучения студентов целесообразно компьютерную графику изучать параллельно с инженерной графикой или же после изучения инженерной графики в первом семестре обучения в ВУЗе.

## Самостоятельная работа студентов в ходе решения поставленной задачи по физике

**Корнев К. П.<sup>1</sup>, Корнева И. П.<sup>2</sup>** (г. Калининград, <sup>1</sup> – ФГБОУ ВПО БФУ им. И. Канта, кафедра физики; <sup>2</sup> – ФГБОУ ВПО БГАРФ, кафедра физики и химии)

**Аннотация.** В статье рассматриваются особенности решения студентами задач по физике, приводятся основные компоненты организации самостоятельной работы студентов.

**Abstract.** The features of the solution of physics problems by students are discussed in the article, the main components of the organization of self-dependent work of students.

**Ключевые слова:** задачи по физике, самостоятельная работа.

**Key words:** physics problems, self-dependent work.

Решение физических задач является одним из методов обучения физике, в тоже время служит приобретению новых качественных способностей, развивает логику, трудолюбие и самодисциплину. В приобретении умения и навыков решающее значение имеет самостоятельный труд студентов. Имеется в виду не только выполнение домашних заданий, но и активное участие студентов в практических занятиях, самостоятельное решение задач, которые даются им на исследование, реферативная, научно-исследовательская и поисковая работа, т.е. постоянная самостоятельная работа в ходе обучения физике. В ходе изучения теоретического материала нередко возникают вопросы, и, по мнению известного философа И. Канта, «умение ставить разумные вопросы есть уже важный и необходимый признак ума и проницательности». Эту мысль можно продолжить, добавив к умению ставить вопросы умение самостоятельно находить правильные ответы на них.

Определим основные компоненты организации самостоятельной работы студентов по решению физических задач [1 – 3].

1. Умение самостоятельно выбирать методику решения поставленной задачи, навыки такого выбора и влечение к этому необходимо прививать, прежде всего на практических занятиях по физике. Детально анализируются и решаются общими усилиями только сложные задачи и задачи после прохождения новой темы. Далее практикуется

самостоятельная работа студентов над ними под индивидуальным контролем и при помощи преподавателя. Наиболее совершенные и оригинальные способы решения задач представляются аудитории. Из сказанного следует, что традиционная в прошлом форма проведения занятия, при которой один студент решает задачу на доске, а остальные копируют ее в тетрадях, в современных условиях может иметь только эпизодичное применение. Ряд авторов отмечает, что существуют психологические проблемы обучения решению задач. Например, отсутствие у студентов достаточных знаний о сущности задач и их решений. Вследствие этого обучающиеся «не осознают должным образом свою собственную деятельность» [4].

2. Особое значение имеет создание необходимой психологической настроенности студентов на решение задач. Их необходимо убедить, что решение физических задач с элементами исследовательского характера – творческий труд, который ведет к глубокому усвоению физических формул, законов и теорий. Чтобы решить такую задачу, нужны время и усилия для осмысления ее условия, отбора теоретических сведений, выработки мотивированных действий. Этот процесс может быть длительным, иногда надо «выносить» задачу в голову. По мере сопоставления и проверки ложных и верных предположений углубляются научные познания человека. Что касается помощи со стороны преподавателя в решении задачи, то за ней нужно обращаться только после исчерпания своих возможностей. Д. Пойа в книге «Как решать задачу» совершенно справедливо замечает, что «крупное научное открытие дает решение крупной проблемы, но и в решении любой задачи присутствует крупица открытия... и если вы решаете ее собственными силами, то вы сможете испытать ведущее к открытию напряжение ума и насладиться радостью победы» [3]. В самом деле, для решения таких физических задач необходимы напряжение ума, творческое мышление и сообразительность. Последние качества приобретаются в процессе длительной и целенаправленной работы. Успех в работе приходит не сразу, только на определенной стадии вложенного труда количество переходит в качество, достигается свободное владение знаниями и формируется чувство собственного совершенства.

3. Важным условием для организации разных видов работы в ходе изучения физики является соблюдение требовательных, но вполне корректных отношений преподавателя со студентами. Студенты-физики, проявляющие глубокий интерес к физике как науке, ставят своей целью овладеть профессией преподавателя физики. Для ее достижения они готовы применить свои способности и усилия, возможно, не зная еще, как именно. Преподаватель обязан направлять свои знания и умения на удовлетворение интересов студентов к физике, совершенствовать организацию их самостоятельной работы. Весь свой профессионализм и моральные качества он должен передать студентам, в этом заключается и воспитательная сторона процесса обучения.

4. Умение решать задачи, навыки такого решения и интерес к нему, а также волевые качества, закрепляются в процессе самостоятельной домашней работы студентов. Успех последней во многом зависит от правильной ее организации, четкого планирования и контроля со стороны преподавателя. В педагогической литературе вопросы организации и планирования самостоятельной работы студентов освещены достаточно полно, однако следует обратить внимание на следующее. На высоком методическом уровне самостоятельную работу студентов можно провести в тех вузах, где для этого выделены специальное время и в согласовании с ним работают учебные кабинеты и библиотеки, проводятся индивидуальные консультации преподавателей. При таком режиме самостоятельная домашняя работа выступает как составная учебно-воспитательного процесса в вузе. Прежде всего, необходимо провести тщательный отбор задач с тем, чтобы они были содержательные, интересные и посильные. Преподаватель обеспечивает систематический контроль за выполнением студентами домашних заданий и оказывает помощь в этом. Контроль осуществляется на практических занятиях, консультациях, при индивидуальных беседах со студентами. В первую очередь преподаватель интересуется, какими умозаключениями руководствовался студент, выбирая именно эту методику для решения поставленной задачи. Затем в ходе беседы направляет студента в нужное русло.

В таких условиях у студентов возникает устойчивый интерес к решению задач. Они постоянно пополняют свою литературу сборниками задач и

методическими пособиями к ним, чтобы решать новые задачи, процент успешно решаемых задач на экзаменах за семестр от курса к курсу растет.

Таким образом, выбирая нужную методику проведения практических занятий, постоянно стимулируя проведение анализа студентами своей деятельности по решению физических задач, нацеливая обучающихся на осмысление и обоснование своей деятельности, можно существенно повысить качество обучения физике.

#### Литература

1. Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике. – М.: Просвещение, 1975. – 272 с.
2. Зверева Н.М. Активизация мышления учащихся на уроке физики. – М.: Просвещение, 1980. – 113 с.
3. Пойа Д. Как решать задачу. Под редакцией Гайдука Ю.М. – М.: Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства просвещения РСФСР, 1961. – 204 с.
4. Фридман Л.М., Турецкий Е.Н. Как научиться решать задачи: пособие для учащихся. – М.: Просвещение, 1984. – 175 с.

**От традиционного обучения к современным технологиям.  
Проблема оценивания на уроках, проводимых в активных  
и интерактивных формах**

**Кумов М. Г.** (г. Мурманск, ФГБОУ СПО «Мурманский морской рыбопромышленный колледж имени И.И. Месяцева», судомеханическое отделение)

**Аннотация.** В статье рассматриваются актуальные аспекты современной подготовки кадров для российской рыбной промышленности. Применение системы традиционных технологий обучения при подготовке специалистов в рыбохозяйственной отрасли показано на примере судомеханического отделения Мурманского морского рыбопромышленного колледжа имени И. И. Месяцева МГТУ.

**Abstract.** In article actual aspects of a modern professional training are considered for the Russian fishing industry. Application of system of traditional technologies of training by preparation of experts in branch of a fish economy is shown branch on an example судомеханического branches of Murmansk sea fishing college of a name of I. I. Mesjatseva of MGTU.

**Ключевые слова:** рыбохозяйственная отрасль, российская рыбная промышленность, квалифицированные специалисты, промышленное рыболовство, суда рыбопромыслового флота.

**Key words:** Branch of a fish economy, the Russian fishing industry, the qualified experts, industrial fishery, vessels of fishery fleet.

Высшему рыбохозяйственному образованию России — 100 лет. В настоящее время в состав МГТУ входит Мурманский морской рыбопромышленный колледж имени И. И. Месяцева, который занимается подготовкой специалистов в рыбохозяйственной отрасли. Диплом колледжа дает возможность выпускникам ходить в море на руководящих должностях, но для этого, выпускник судомеханического отделения должен стать старшим механиком.

Морская деятельность Российской Федерации в перспективных планах развития в области промышленного рыболовства ставит такие задачи, как строительство и модернизация судов рыбопромыслового флота на отечественных судостроительных и судоремонтных предприятиях, а для этого нужны квалифицированные специалисты в области обслуживания судов рыбопромыслового флота.

Применение системы традиционных технологий обучения при подготовке специалистов в рыбохозяйственной отрасли представляет собой технологии, построенные на основе объяснительно-иллюстративного способа обучения. В основе технологий – информирование, просвещение и организация репродуктивных действий с целью выработки у курсантов (студентов) умений и навыков.

Основные признаки традиционных технологий обучения.

- Просвещение обучающихся (трансляция готового учебного содержания; изложение нового материала в основном через монолог преподавателя, диалог между курсантами (студентами) нормативно исключен; нужно отметить, что данные технологии практически не способствуют формированию уровня навыков общения).

- Доминирование обучения над учением (три основных функции преподавателя: информирующая, контролирующая, оценивающая).

- Единообразии в содержании и формах преподавательской деятельности.

- Регламентированное исполнительство (курсантам (студент) – объект воздействия преподавателя).

- Ориентация на формирование личности заданными свойствами.

- Превознесение внешних показателей (процент успеваемости; обеспеченность учебного процесса сопутствующими дидактическими атрибутами, при этом не берутся во внимание внутренние показатели, связанные с изменениями, происходящими в сознании курсанта (студента), с развитием его интеллектуальных способностей).

Слабой стороной традиционной технологии являются: преобладание вербальных методов обучения, мало подкрепленных самостоятельной учебно-познавательной деятельностью обучаемого; превалирование фронтальных форм работы, уравнительный подход к курсантам (студентам) (ориентация на «среднего»); шаблонное построение урока; организация действий в основном репродуктивного характера, отсутствие условий для развития творческого потенциала личности; субъект-объектный характер отношений между преподавателем и курсантом (студентом); доминирование монологической формы обучения, отсутствие возможностей для организации самостоятельной познавательной деятельности обучаемых; чрезмерно большой объем домашних заданий.

Сильными сторонами традиционных технологий служат: организационная четкость педагогического процесса, систематический характер обучения, идейно-эмоциональное воздействие личности преподавателя на курсанта, разносторонность и обилие информации, богатое использование наглядности, технических средств обучения.

Если больше уделять внимания сильным сторонам, то элементы традиционной технологии в совокупности с другими можно и нужно использовать в обучении.

Традиционно выделяют три формы обучения.

Пассивную: курсанты (студенты) выступают в роли “объекта” обучения.

Активную: курсанты (студенты) являются “субъектом” обучения, выполняют творческие задания, вступают в диалог с преподавателем.

Интерактивную: От англ. (inter – “между”; act – “действие”) – позволяющие учиться взаимодействовать между собой; а интерактивное обучение – обучение, построенное на взаимодействии всех обучающихся, включая преподавателя. Эти методы наиболее соответствуют личностноориентированному подходу, т. к. они предполагают со-обучение (коллективное, обучение в сотрудничестве), причем и обучающийся и преподаватель являются субъектами учебного процесса. Преподаватель выступает лишь в роли организатора процесса обучения, лидера группы.

При использовании современных форм обучения (активных, интерактивных) роль преподавателя резко меняется, перестаёт быть центральной, он лишь регулирует процесс и занимается его общей организацией, готовит заранее необходимые задания и формулирует вопросы или темы для обсуждения в группах, даёт консультации, контролирует время и порядок выполнения намеченного плана. Участники обращаются к социальному опыту – собственному и других людей, при этом им приходится вступать в коммуникацию друг с другом, совместно решать поставленные задачи, преодолевать конфликты, находить общие точки соприкосновения, идти на компромиссы.

В ходе подготовки занятия на основе интерактивных форм обучения перед преподавателем стоит вопрос не только в выборе наиболее эффективной и подходящей формы обучения для изучения конкретной темы, а открывается возможность сочетать несколько методов обучения для решения проблемы, что, несомненно, способствует лучшему

осмыслению студентов. Представляется целесообразным рассмотреть необходимость использования разных интерактивных форм обучения для решения поставленной задачи.

Принципами работы на интерактивном занятии являются занятия – не лекция, а общая работа. Все участники равны независимо от возраста, социального статуса, опыта, места работы, каждый имеет право на собственное мнение по любому вопросу. Нет места прямой критике личности (подвергнуться критике может только идея). Все сказанное на занятии – не руководство к действию, а информация к размышлению.

При изучении общеобразовательных и специальных дисциплин проведение экскурсий на предприятия, лабораторный практикум, написание дипломных проектов находят широкое применение в образовательном процессе. Этот вид обучения не новый и участие работодателя в подготовке будущего работника своей отрасли является необходимым, особенно при организации практики на предприятии.

Проведение интерактивных уроков требует и нового подхода к системе оценивания достижений обучающихся. Оценивание может осуществляться всегда, в том числе во время изучения нового материала и выполнения интерактивных упражнений. Выбираются упражнения, дающие возможность широкого использования знаний и умений (общественные слушания, дискуссии, дебаты). Как правило, для оценивания отводится определенное время на уроке или целый урок. Это – опрос, контрольная работа или специальное домашнее задание, подлежащее оцениванию (написание реферата, конспекта, отчета по практической работе).

Использование альтернативных подходов не отрицает традиционной оценки, скорее расширяет оценочное поле, включает в него анализ новых умений, навыков и ценностей, формирующихся у выпускников судомеханического отделения рыбопромышленного колледжа, как грамотных, квалифицированных специалистов в рыбохозяйственной отрасли для российской рыбной промышленности. Командование Северного флота заинтересовано в таких выпускниках, потому что они приходят на службу готовыми специалистами.

Критерии эффективности национальной морской политики – степень реализации краткосрочных и долгосрочных задач национальной морской

политики, степени реализации торговым, рыбопромысловым, научно-исследовательским флотом и другим специализированным флотом суверенных прав Российской Федерации в ее исключительной экономической зоне и на континентальном шельфе.

Поэтому на данный момент особенно актуальны аспекты современной подготовки кадров для российской рыбной промышленности с применением систем традиционных технологий обучения при подготовке специалистов в рыбохозяйственной отрасли.

#### Литература

1. Федеральное агентство по рыболовству [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fish.gov.ru/DocLib3/новость006204.aspx>. – Загл. с экрана.
2. Флот рыбной промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.npacific.ru/np/history/promyshl/hist\\_rur/fleetr.htm](http://www.npacific.ru/np/history/promyshl/hist_rur/fleetr.htm). – Загл. с экрана.
3. Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 года : утверждена Президентом Рос. Федерации В. В. Путиным 27 июля 2001 г. № Пр-1387. – СПб. : Гипрорыбфлот, 2001. – 31 с.

## **Использование интерактивных форм обучения в организации аудиторной работы в вузе**

**Лазарева И. М.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ)

**Аннотация.** В материале описаны интерактивные формы обучения как элементы современной организации учебного процесса, которые позволяют значительно повысить эффективность аудиторной работы студентов.

**Abstract.** The article described interactive forms of education as elements of the modern organization of educational process, which can significantly increase the effectiveness of classroom of students.

**Ключевые слова:** учебный процесс, интерактивные формы, мотивация к обучению, аудиторная работа.

**Key words:** educational process, interactive forms, motivation for learning, classroom work.

Использование интерактивных форм обучения[1] позволяет организовать активное взаимодействие участников учебного процесса: преподавателя со студентами, студентов между собой, каждого студента с учебным материалом. Такое взаимодействие является одним из основных способов повышения заинтересованности студентов в освоении учебной дисциплины.

Для эффективной реализации подобного взаимодействия необходима организация самостоятельного погружения студентов в изучаемый материал на основе существующих электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по данной дисциплине. То есть наличие ЭОР является необходимым условием использования интерактивности в аудиторной работе.

Интерактивные формы обучения могут применяться как при проведении лекций, так и на практических занятиях. В каждом случае эти формы позволяют решить различные задачи обучения.

Наиболее востребованы интерактивные формы обучения при проведении аудиторных занятий лекционного типа.

В настоящее время традиционная монологическая форма передачи информации по изучаемой теме никак не может вызвать интерес студентов

к ее освоению. В современных условиях такая информация может быть получена из различных источников и в любое время.

Мотивировать студентов присутствовать на лекциях может только интересная нестандартная работа с учебным материалом. Примером такой работы может являться следующая организация.

Изучение каждой новой дисциплины инициируется обзорной лекцией, конспект по которой студенты в аудитории должны зафиксировать в специальной графической форме. Такими формами могут являться, например, ментальные карты, схемы «рыбий скелет», денотатные графы и т.п. По окончании изложения материала аудитория разбивается на группы и оформляет указанную схему на листе большого формата. Объединяя всю информацию, которую удалось зафиксировать каждому участнику группы, студенты дополняют свои знания, проговаривают их и организуют наиболее наглядным образом.

В результате просыпается интерес как к теме в целом, так и к ее отдельным элементам. Учебный материал выстраивается в некоторую логичную схему, позволяющую в дальнейшем самостоятельно наполнить ее соответствующим содержанием. Презентация и обсуждение результатов работы каждой группы в конце занятия позволяет окончательно сформулировать структуру изучаемого материала, а также сделать акценты на элементах, которые будут более подробно рассмотрены на следующих занятиях по данной теме.

Далее при проведении лекционных занятий значительную часть времени имеет смысл отвести на организацию дискуссий по изучаемому материалу. Основу такой дискуссии составляет самостоятельно подготовленное по заданной теме выступление студента с использованием презентационного материала. Такая работа требует от студента необходимости погрузиться в изучаемую тему с целью не только представить материал, но и суметь ответить на возникающие вопросы или прокомментировать предлагаемые дополнения со стороны аудитории. Данный опыт позволяет всем студентам научиться качественно готовить электронные презентации, уверенно держаться перед аудиторией, участвовать в полемике и, в итоге, проявить себя в этой работе, заслужив определенную репутацию.

Практические занятия нацелены на формирование определенных навыков использования теоретического материала дисциплины. Выбор интерактивных форм организации работы на практике определяются конечными целями изучения данного материала.

Наиболее продуктивной формой на практических занятиях является групповая работа студентов (3-4 человека в группе). Задача, поставленная не для одного студента, а сразу для нескольких, подталкивает их к более динамичной работе. Такой результат обеспечивается разным уровнем подготовки студентов: более сильные студенты инициируют работу, объясняют материал более слабым и, тем самым процесс усвоения знаний и овладения навыками становится успешным для каждого студента в группе. Обязательная завершающая презентация результатов общей работы является важным элементом обучения, мотивирующим студентов учиться защищать полученные результаты.

Часто используемой формой проведения практического занятия является разбор конкретной производственной ситуации (CASE-метод). Такая форма уже длительное время применяется при изучении экономических дисциплин [2]. Использование же ее в техническом образовании началось недавно и требует формирования определенного опыта. При изучении дисциплин профессионально цикла «конкретная ситуация» позволяет учащимся включиться в реализацию своих знаний в условиях решения конкретной практической задачи. Такая работа демонстрирует актуальность полученных знаний, позволяет их закрепить в контексте будущей профессиональной деятельности.

Таким образом, использование интерактивных форм обучения в сочетании с современными информационными технологиями повышает эффективность работы в аудитории и, как правило, повышает интерес студентов к активному участию в учебном процессе.

#### Литература

1. Интерактивные методы обучения в образовательных учреждениях высшего профессионального образования [Электронный ресурс] // Академия ФСИН России [Офиц.сайт]. URI: [http://apu-fsin.ru/service/omumr/material\\_int\\_form.html](http://apu-fsin.ru/service/omumr/material_int_form.html) (дата обращения 13.01.2014).
2. Смолянинова, О.Г. Инновационные технологии обучения студентов на основе метода Case Study // Инновации в российском образовании: сб.- М.: ВПО, 2000.

## Практика использования Moodle – виртуальной системы управления обучением в вузе

Лукоянова Л. В. (Мурманск, ФГОУ ВПО МГТУ кафедра экономики)

**Аннотация.** Рассмотрена возможность использования LMS в образовании. Обращено внимание на то, что использование LMS позволяет преподавателю вуза расширить границы возможностей: формировать предметную образовательную среду по своей дисциплине, управлять самостоятельной работой студентов и получать обратную информацию о результатах их деятельности. Анализируется практика взаимодействия «преподаватель-студент» в образовательной среде Moodle.

**Abstract.** The possibility of using a LMS in education was studied. There were taken into attention the fact that the use of the LMS allows the teacher to expand the limits of: forming the subject of the education environment for their discipline, management of students individual work and receiving feedback about their performance. The author has analyzed the practice of interaction «teacher-student» in the learning environment Moodle.

**Ключевые слова:** системы управления обучением, обратная связь, образовательная среда Moodle.

**Key words:** learning management systems, feedback, educational Moodle environment.

Интернет – неотъемлемая часть жизни современного человека. Возможности интернета огромны. Многие сферы жизни практически не обходятся без Интернета, образование в том числе. Но, к сожалению, зачастую, и педагоги, и студенты используют Всемирную паутину в образовательных целях только в качестве поиска информации, хотя в ней есть множество полезных, удобных и совершенно бесплатных сервисов, которые могут стать помощниками в деле освоения новых знаний. Использование различных Интернет-ресурсов в образовательных целях может повысить заинтересованность обучающихся в получении знаний, и быть полезным в оптимизации учебного процесса средствами организации обратных связей в системе «преподаватель-студент».

Существует достаточно большое количество систем управления образованием (LMS) и систем управления обучением и учебным контентом (LCMS), как коммерческие, так и свободно распространяемые. На базе МГТУ в целях повышения уровня успеваемости студентов практикуется использование LMS Moodle (<http://www.mshu.edu.ru/lms/>). Moodle – это аббревиатура от «Modular Object-Oriented Dynamic Learning

Environment» или модульная объектно-ориентированная образовательная среда, свободно распространяемая и весьма популярная, переведена на множество языков, в том числе и русский.

Moodle позволяет преподавателю формировать предметную образовательную среду по своей дисциплине для конкретной группы через направленное размещение учебной информации и заданий для студентов, где указываются сроки сдачи, баллы и т.д., и получать обратную информацию о результатах каждого и группы в целом (обратную связь). Основная цель формирования обратных связей в образовательной среде вуза направлена на улучшение успеваемости и овладение профессиональными компетенциями через управление самостоятельной деятельностью студентов.

Moodle даёт возможность реализовать два вектора управления обучением. Гибкость и многоплановость образовательной среды позволяет преподавателю формировать *дифференциальную* и *интегральную* траектории студентов. Взаимодействие преподавателя и студентов происходит не только в аудитории, но и в электронной среде. Обратная связь осуществляется за счет постоянного направленного воздействия преподавателя на обучающегося средствами Moodle и анализа достижений студентов за определенный период обучения.

Образовательный курс в Moodle состоит из разделов (или модулей) и наполняется преподавателем информацией. В каждый модуль входят *ресурсы* (информационные) и *элементы курса* (теоретические и лабораторные задания, кейсы, формы отчета, тесты, и т.п.) Контент включает как личные лекции преподавателя, так и ссылки на информацию на сервере или в Интернете. Также можно выделить *пояснения*, которые располагаются в самом модуле и помогают студентам лучше разобраться в материале.

Изучая материал, студент может выразить свое отношение к нему и обсудить его на форумах, может дополнить полезной и интересной информацией. Активность студента при изучении материала и в следующие периоды фиксируется системой, и преподаватель всегда может об этом узнать. Также преподавателю доступна информация из форумов и чатов для анализа мнений группы.

Наполнение элементов курса направлено на управление самостоятельной деятельностью студентов. Преподаватель может добавить любой элемент курса, зайдя в режим *редактирование* в меню управления. На страничке студента видны необходимые параметры, по которым обучающийся видит требования преподавателя и может сам рассчитать свое время и силы. В условиях балльно-рейтинговой системы это повышает мотивацию обучающегося.

Составляя задания для промежуточной проверки знаний, преподаватель исходит из способностей группы. Задания должны быть разнообразными, разносторонними, и соответствовать поставленным целям данной темы. Студент выполняет задания в своем темпе и в удобное время. Сделанную работу высылает преподавателю. После того, как студент выполнил предлагаемое задание, он отправляет преподавателю отчет с прикрепленным документом (или документами). Для просмотра результата генерируется *форма ответов* всей группы, где можно увидеть, кто и когда отправил работу. В данной форме преподаватель может оценивать работы и, при необходимости, вносить замечания, писать отзывы о работе.

Студент, отправив сделанную работу в виде отчета преподавателю, получает ответ, содержащий комментарий, оценку, либо дополнительные материалы для завершения или исправления своей работы. В случае некачественно выполненной работы, преподаватель в отзыве попросит доделать или переделать работу, указав на все неточности и ошибки. Анализ ошибок должен отражаться в отзыве, чтобы студент смог не только увидеть ошибку, но и разобраться в ней. Организуя дифференцированный подход при проверке самостоятельной работы студентов, преподаватель формирует учебный процесс, максимально адаптированный под каждого.

Для прослеживания успеваемости *всей* группы в Moodle есть форма *отчет об оценках*, где можно увидеть сводную таблицу всех заданий курса и успеваемость по ним. Здесь автоматически отображается суммарный балл по каждому студенту и средний балл за задание по группе. Отдельной колонкой идет посещаемость, которая тоже отображается в балльном эквиваленте. Благодаря такой форме, преподаватель может наглядно оценить успеваемость всей группы по данному курсу, выявить самые успешные и самые сложные задания, по мнению студентов; темы, по которым необходимо

дополнительно их проконсультировать или дополнить информацией; места, где стоит скорректировать учебную программу.

Направленное воздействие преподавателя на студентов не ограничивается проверкой их самостоятельных работ. Не последнюю роль играют *форумы* и *чаты*, а также всевозможные *опросники*, с помощью которых можно собрать статистическую информацию по группе для успешного мониторинга качества знаний.

После того, как материал пройден и задания выполнены, студентам предлагается пройти тестирование. По результатам тестирования можно делать выводы об успешности усвоения пройденной темы и отдельных ее модулей. Чем качественнее составлен тест, тем его результаты информативнее для преподавателя. Обратная связь этого этапа характеризует деятельность педагога в целом и выделяет необходимые сферы корректировки своей работы.

При разработке тестов преподаватель выбирает различные параметры оценивания результатов, степень сложности, режим тестирования (обучающий или контрольный). Данный элемент системы Moodle позволяет преподавателю сократить время на проверку и оценивание работ, просматривать общую картину успеваемости в группе, усвоение дидактических единиц каждого учебного раздела дисциплины всей группой и каждым конкретным студентом. На форме *«результаты теста»* представлены результаты тестирования всех студентов группы по каждому вопросу, время, затраченное на тест, оценка. А также приводится общее среднее всех оценок. Благодаря этой форме можно: проанализировать степень освоения материала всей группой; проследить успеваемость группы и выявить наиболее успешных и отстающих студентов; определить проблемные вопросы и вопросы, вызвавшие затруднения, уделить проблемным вопросам дополнительное время; скорректировать свою работу по двум направлениям (интегральном и дифференциальном).

В системе Moodle существует сервис для статистического анализа результатов тестовых заданий. *Таблица анализа вопросов* позволяет обрабатывать результаты тестирования таким образом, чтобы можно было анализировать и оценивать качество каждого тестового задания (вопроса) с точки зрения его вклада в решаемую тестом задачу педагогического измерения.

Таким образом, практика использования Moodle – виртуальной системы управления обучением в вузе, позволяет педагогу увидеть качество своей работы, определить и мобильно исправить проблемные моменты учебной деятельности студентов и скорректировать дальнейшее управление учебным процессом в рамках своей дисциплины.

#### Литература

1. Анисимов А.М. Работа в системе дистанционного обучения moodle. Учебное пособие. 2-е изд. испр. и дополн.- Харьков, ХНАГХ, 2009. – 292 с.
2. Василенко Д.О., Васюкевич В.В. Использование системы управления обучением Moodle для организации стажерской практики в вузе. // Опыт использования информационно-коммуникационных технологий в учебном процессе школы и вуза: материалы межрегионального научно-практического семинара с международным участием. 3 декабря 2012г./ отв. ред. А.А.Ляш. – Мурманск: МГГУ, 2014.- С.43-47.
3. Ляш А.А. Технология оценочной деятельности преподавателя в LMS Moodle. // Опыт использования информационно-коммуникационных технологий в учебном процессе школы и вуза: материалы межрегионального научно-практического семинара с международным участием. 3 декабря 2012г./ отв. ред. А.А.Ляш. – Мурманск: МГГУ, 2014. – С.48-53.

## Использование ролевых игр в подготовке бакалавров торгового дела

**Марченко И. С.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра экономики)

**Abstract.** The work is devoted to determining the value of role-playing games for bachelor trading business.

**Аннотация.** Работа посвящена определению значения ролевых игр при подготовке бакалавров торгового дела.

**Ключевые слова:** ролевая игра, бакалавр торгового дела, цель ролевой игры.

**Key words:** role play, bachelor of Commerce, the purpose of the role games.

Торговля занимает одно из ведущих мест в экономике Российской Федерации. ВВП России в 2013 году составил 66,7 трлн. рублей, из которых валовая добавленная стоимость – 86 %, чистые налоги на продукты – 14 %. Оптовая и розничная торговля в структуре ВВП занимают первое место и составляют 18,3%. [1] На торговлю приходится более 60% оборота малых предприятий Российской Федерации. Именно торговля является «первым шагом» для многих предпринимателей перед переходом в другие сферы экономической деятельности.

В последние годы инфраструктура отрасли значительно изменилась. Повсеместно розничная торговля из киосков, стихийных рынков, павильонов и контейнеров переместилась в стационарные торговые предприятия: магазины, торговые центры и комплексы. Однако уровень качества обслуживания в торговых предприятиях остается довольно низким. Предприниматели жалуются на низкую квалификацию персонала, на отсутствие квалифицированных кадров.

В соответствии с общепринятой классификацией торговый персонал принято делить на три уровня управления: 1) высшее руководство или топ-менеджмент, осуществляющее стратегическое управление и определяющее направления развития предприятия; 2) средний уровень руководства, осуществляющее оперативное управление, к которому относятся директора торговых предприятий, менеджеры и начальники различных отделов (коммерческого, маркетинга, кадров и т.п.); 3) исполнительский уровень, к которому относятся продавцы-консультанты, кассиры, администраторы торгового зала.

Если высшее руководство имеет профессиональное образование, которое не всегда соответствует профилю их работы, то образовательный уровень менеджеров среднего звена, непосредственно связанных с торговыми процессами, остается довольно низким. Не всегда на должность менеджера коммерческого отдела, специалиста по ведению договорной работы, маркетолога принимают работника с соответствующей квалификацией. С одной стороны, это вызвано бурным ростом торговых предприятий, а с другой – нежеланием абитуриентов обучаться торговым специальностям. В российском обществе сложилось ошибочное мнение, что торговля – это именно та отрасль экономики, в которой не нужны специальные знания, что торговлей может заниматься любой человек. Поэтому, только придя в профессиональную торговлю и столкнувшись с трудностями, предприниматели начинают понимать необходимость торгового образования. Но, как правило, у самих предпринимателей нет свободного времени на обучение в профессиональных учебных заведениях и самообучение, они предпочитают обучать свой персонал, привлекая для этого различных бизнес-консультантов и бизнес-тренеров, организуя различные тренинги.

Большинство знаний в современном мире очень быстро устаревают, требуя систематического обновления. Поэтому встает необходимость подготовки бакалавров торгового дела, знания и умения которых будут отвечать современным требованиям бизнеса. Одним из эффективных способов обучения, является активное обучение, цель которого – переосмысление личных и корпоративных целей, наполнение смыслом жизни и деятельности каждого сотрудника, развитие и улучшение профессиональной деятельности. [2]

Базовый метод активного обучения – это метод ролевой игры. Как говорит Анна Азарнова: «Ролевая игра как метод основана на моделировании ситуации взаимодействия двух и более людей в определенном контексте. При этом взаимодействие осуществляется в рамках ролей – моделей поведения, обусловленных положением человека в системе социальных и межличностных отношений... Участвуя в игре, человек «примеряет» на себя роли – как свои, привычные, знакомые и хорошо «обжитые», так и чужие, незнакомые». [3, с. 33]

Ролевые игры необходимо использовать при подготовке бакалавров торгового дела, т.к. они способствуют развитию профессиональных компетенций студентов. «Современная система образования должна не просто развивать интеллект обучаемых, повышать его возможности – она должна практически ориентировать, управлять вниманием и действием студентов, обучая их процессу самостоятельного учения и развития, расширять их инновационный и креативный потенциал». [2, с. 21]

Особенностью ролевых игр является необходимость распределения функций между игроками, наличие обратной связи между преподавателем и игроками-студентами. Большое значение должно уделяться подготовке ролевой игры, разработке её сценария, деролингу.

Ролевые игры, используемые при подготовке бакалавров торгового дела, должны способствовать созданию практического опыта студентов в проведении деловых переговоров; подготовке, оформлении и анализу структуры и текста договоров; порядку приемки товаров в торговых предприятиях; заполнению документации по приемке и отпуску товаров; изучению и применению в будущей практической деятельности действующих законодательных актов и положений, нормативных документов, регулирующих торговый процесс; приобретению навыков активных продаж. Каждая ролевая игра – это проигрывание ролей, воссоздание ситуации, которая возникает в практической деятельности. Участники исполняют роли, выбирая стратегию поведения, импровизируя, исходя из видения заданной роли. Процедура проведения ролевой игры включает три этапа: 1) представление условий игры и подготовка к игре, установление временных рамок ее проведения; 2) подготовка игроков и игровое действие; 3) деролинг (выход игроков из роли), разбор и осознание полученного игроками опыта.

Преподаватель должен определить цель проведения ролевой игры: 1) освоение алгоритма действий; 2) развитие умений; 3) расширение стратегии взаимодействия либо приобретение умений согласовывать коллективные действия.

Ролевая игра, которая служит приобретению первичных навыков и изучению алгоритма действий, – это игра имитирующая отработку варианта действий в определенной ситуации (например, приемка товаров

по количеству и качеству, оформление и заполнение необходимых товарно-сопроводительных документов, форм договоров).

Ролевая игра, целью которой является развитие умений, должна создавать основу умения, позволять «решать практические коммуникативные задачи, над которыми можно будет поработать в дальнейшем самостоятельно». [3, с. 49] Это игры, способствующие приобретению навыков активных продаж, применению действующего законодательства и использованию нормативных документов.

Ролевые игры, нацеленные на расширение стратегий взаимодействия, способствуют приобретению умений действовать в команде, нахождению общего решения какого-то важного вопроса. Фактически такие ролевые игры имитируют мозговой штурм. Это могут быть игры, способствующие принятию решения о развитии предприятия, выходу на новые рынки, формированию ассортимента товаров. Задача такой ролевой игры – способствовать гибкому применению имеющихся знаний для решения задач, которые не поддаются алгоритмизации, выработке стратегий взаимодействия и их реализации.

Каждая ролевая игра должна быть приближена к реальности настолько, насколько позволяют условия. При этом каждая игра должна носить реалистичный характер, учитывать детали будущей практической деятельности бакалавров торгового дела.

Таким образом, ролевые игры должны активно использоваться при обучении бакалавров торгового дела, т.к. являются одним из самых эффективных способов научения и приобретения первичного опыта. Они позволяют понять, как действовать в некоторых ситуациях, способствуют развитию навыков работы в команде.

#### Литература

1. Торговля в России – 2013. [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа [http://www.gks.ru/bgd/regl/b13\\_58/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_58/Main.htm) (дата обращения 15.03.2014). – Загл. с экр.
2. Панфилова А.П. Инновационные педагогические технологии : Активное обучение / А.П. Панфилова. – 3-е изд., испр. – М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 192 с.
3. Азарнова А.Г. Метод ролевой игры в тренинге / А.Г. Азарнова. – СПб. : Речь, 2011. – 347 с.

## **Опыт преподавания в апатитских вузах дисциплин, связанных с радиационной безопасностью при использовании атомной энергии**

**Мельник Н. А.** (*г. Апатиты, Мурманская обл., кафедра химии и строительного материаловедения МГТУ; ИХТРЭМС КНЦ РАН*)

**Аннотация.** В региональной аккредитованной лаборатории радиационного контроля ИХТРЭМС КНЦ РАН для химиков, экологов, горняков и физиков организована специализация по радиоэкологии и радиационной безопасности технологий. Разработаны Программы, методические указания и рекомендации, которые детализированы для каждой специальности. На практических занятиях студенты Апатитских вузов приобретают навыки работы с современной аппаратурой, выполняют исследовательскую работу.

**Abstract.** In the regional accredited laboratory of radiation control of ICTREMRM of Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences for chemists, ecologists, miners and physicists specialization in radioecology and radiation safety of technologies is organized. Programs, methodical instructions and recommendations which are detailed for each specialty are developed. On a practical training students of the Apatity of high schools gain skills of work with the modern equipment, perform research work.

**Ключевые слова:** радиационная безопасность, радиационный контроль, теоретический курс, практические занятия, методические рекомендации.

**Key words:** radiation safety, radiation control, theoretical course, practical training, methodical recommendations.

Необходимость знаний в области использования атомной энергии и обеспечения радиационной безопасности объективно связана с высоким уровнем развития науки и широким использованием атомной энергии на практике, а субъективно – с постоянно нарастающей в обществе радиофобией, особенно усилившейся после Чернобыльской катастрофы. К тому же на территории Мурманской области расположено значительное количество различных радиационных объектов, требующих специалистов этого профиля. В соответствии с Федеральным законом «О радиационной безопасности населения» необходимо обучать не только специалистов, но и население в области обеспечения радиационной безопасности, воспитывать правильное, грамотное понимание и отношение к использованию ионизирующего излучения в промышленности, энергетике, науке, медицине, геологии, химии, строительстве и др. отраслях. Поэтому высшее образование, особенно университетское, должно включать достаточно прочное и обширное знакомство студентов с такими важными

разделами современной науки как радиохимия, радиоэкология и радиационная безопасность.

Эти дисциплины были включены в программы обучения студентов Апатитских вузов, практически со дня их основания. В качестве учебной базы для естественных факультетов был предложен радиологический комплекс ИХТРЭМС КНЦ РАН, имеющий лицензию Федеральной службы РФ по экологическому, технологическому и атомному надзору на право работы в области использования атомной энергии (аккредитованная региональная лаборатория радиационного контроля (РЛРК)). Лаборатория имеет хорошо оборудованные специальные помещения, необходимое оборудование и сертифицированную аппаратуру, высококвалифицированных специалистов и условия для проведения учебно-производственной практики. В настоящее время научная и аппаратурная база лаборатории в полной мере используется в учебных процессах основных учебных заведений г. Апатиты.

Для каждого курса разрабатывались соответствующие программы с учетом специализации: химия, теплофизика, горное дело, геоэкология, биология, экология и природопользование. В зависимости от профиля обучения, возможностей вузов и других факторов курсы имеют разное название, отличаются числом отводимых на их изучение учебных часов и, естественно, содержанием. Основная направленность преподавания радиоэкологии и радиационной безопасности состояла в том, чтобы дать каждому студенту не только теоретические знания, но и навык экспериментальной работы с источниками ионизирующего излучения и радиоактивными веществами, научить их грамотному отношению к применению радиологических методов в научных исследованиях, проведению радиоэкологического контроля. Поэтому лабораторные и практические работы студенты Апатитских вузов выполняют непосредственно в РЛРК ИХТРЭМС КНЦ РАН. На базе лаборатории было организовано также прохождение производственной практики и специализации по радиохимии, радиоэкологии и радиационной безопасности, строительному материаловедению.

Учитывая опыт 10-летнего преподавания указанных дисциплин в 2010 году была начата систематическая работа над разработкой комплекса учебных, учебно-методических и нормативно-методических материалов,

призванных облегчить студентам самостоятельную работу. По направлениям кафедры «Химия и строительное материаловедение» и «Экология и природопользование» АФ МГТУ в 2013г. были подготовлены и опубликованы Методические указания и рекомендации для самостоятельной работы студентов, Методические указания и рекомендации по практическим и лабораторным работам. Эти документы включают общие теоретические и практические вопросы атомной физики и радиохимии: типы и законы радиоактивных превращений, взаимодействие излучения с веществом, ядерные реакции, основы методов регистрации излучений и обработки результатов радиометрических экспериментов, а также защиты от ионизирующих излучений. При этом большое внимание уделяется вопросам обеспечения радиационной безопасности – нормативно-правовой базе и мероприятиям, обеспечивающим радиационную безопасность, включая правила личной гигиены и санитарии. Заключительные разделы посвящены радиационной оценке исследуемых объектов, важнейшим разделам изучаемого курса. Программы, методические указания и рекомендации достаточно подробно детализированы, причем содержащиеся в них вопросы дифференцированы как лекционные и для самостоятельной проработки. В число экспериментальных работ, выполняемых студентами, включены работы по радиометрии, дозиметрии, спектрометрии и радиохимии. На этих работах студенты на практике изучают разные методы регистрации излучения и их метрологическое обеспечение, методы дезактивации рабочего места и использованной посуды и оборудования, осваивают простейшие методы радиационного контроля. Обучение студентов безопасным навыкам работы с радиоактивными веществами, проведение в ходе занятий постоянного дозиметрического контроля как студентами, так и сотрудниками лаборатории способствует преодолению у них чувства радиофобии.

Особое внимание на занятиях уделяется анализу радиационной обстановки в Мурманской области. В 2011 году после трагических событий в Японии и аварии на АЭС «Фукусима» практически каждое занятие сопровождалось анализом поступающей информации о радиационной обстановке в районе аварии и распространении радиоактивных загрязнений на другие регионы.

В связи с развитием новых методов, усложнением используемой радиометрической аппаратуры, требованиями по обеспечению РБ, задачи, которые ставятся при изучении предмета, постоянно расширяются. На разных курсах количество учебных часов на лекционные и практические занятия составляет от 26 до 50 ч. Между тем, количество аудиторных часов сокращается, особенно при переходе на подготовку бакалавров. Поэтому перед преподавателями стоит весьма сложная задача: как в условиях крайне ограниченного числа учебных часов, отведенных на практические занятия, обеспечить хорошее усвоение теоретических разделов курса и привить студентам навык экспериментальной работы с радионуклидами в открытом виде.

Студенты активно привлекаются к научно-исследовательской работе по тематическому плану ИХТРЭМС КНЦ РАН и интеграционным проектам, защищают по темам исследований дипломные работы, обучаются в аспирантуре и магистратуре. В 2003-2013г.г. подготовлено более 35 дипломированных специалистов, более 50% из них работает по специальности на предприятиях Мурманской области – в том числе, на Кольской АЭС, в Лаборатории охраны окружающей среды (ЛООС КАЭС), ФГУП «Атомфлот», институтах Кольского научного центра, ОАО «Апатит» и др.

С целью привлечения талантливой молодежи к научной работе основные результаты научных исследований, в которых принимали участие студенты, специализирующиеся по тематике лаборатории, были представлены на региональных и международных конференциях по радиохимии, химии и технологии редкометалльного сырья, радиоэкологии и радиобиологии, экологии и рационального природопользования (Апатиты, Мурманск, Томск, Архангельск, Сыктывкар, Вологда, Петрозаводск, Тюмень, Самара и др.). Многие работы были награждены дипломами 1-ой и 2-ой степени, ценными подарками. По результатам исследований защищены 2 кандидатские диссертации, 2 магистерские диссертации.

Участие студентов в научных исследованиях лаборатории позволяет выполнять комплексные междисциплинарные исследования, создающие базу знаний и данных, необходимых для выявления важнейших радиоэкологических факторов и закономерностей миграции

СЕКЦИЯ «ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ  
ДИСЦИПЛИН В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ»

радионуклидов, контролирующих состояние и динамику взаимодействия природных систем в полярном регионе Земли, определяющих ресурсный потенциал и стабильное поддержание условий для жизни и эффективной хозяйственной деятельности человека в Евро-Арктическом регионе.

## **Анализ путей повышения мотивации к изучению математики студентов и курсантов технических направлений подготовки МГТУ**

**Ромахова О. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО МГТУ, кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ)

**Аннотация.** В данной статье анализируются пути повышения мотивации к обучению математики. Рассматриваются факторы, влияющие на учебную мотивацию студентов технических направлений МГТУ.

**Abstract.** This article explores ways to increase motivation to learn mathematics. We consider the factors influencing the learning motivation of students of technical training directions MSTU.

**Ключевые слова:** учебная мотивация, преподавание математики, процесс обучения, прикладная направленность.

**Key words:** learning motivation, mathematics teaching, learning, applied orientation.

Учебная мотивация определяется как частный вид мотивации, включенный в определенную деятельность, – в данном случае деятельность учения. Она определяется рядом специфических факторов: во-первых, она определяется самой образовательной системой, образовательным учреждением; во-вторых, – организацией образовательного процесса; в-третьих, – субъектными особенностями обучающегося; в-четвертых, – субъективными особенностями педагога и прежде всего системы его отношений к ученику; в-пятых, – спецификой учебного предмета. [1, с. 225]. Для исследования влияния каждого фактора в формировании мотивации к изучению математики было проведено добровольное анкетирование студентов и курсантов технических специальностей МГТУ. Рассмотрим каждый фактор в преломлении к полученным результатам и к реальному положению дел в нашем университете.

Первый фактор: образовательная система. Изменения в системе образования последних лет влекут за собой новые условия работы педагога высшей школы. При переходе к новым стандартам высшего образования поменялось количество часов, отведённых на предмет, изменилась окончательная цель образования, появилась необходимость в изменении форм и методов обучения. В сложившихся условиях пока ещё трудно

оценить степень влияния новой образовательной системы на мотивацию к обучению.

Применительно к школьной образовательной системе хотелось бы отметить, что по убеждению многих преподавателей ВУЗов, переход от выпускных экзаменов к ЕГЭ привёл к слабой математической подготовке абитуриентов, к неспособности большинства студентов-первокурсников к анализу, к аргументированным рассуждениям. Анкетирование показало, что 19% студентов отмечают собственный низкий уровень школьной подготовки как одну из причин трудностей изучения математики в ВУЗе, что не может положительно влиять на мотивацию. В качестве путей решения этой проблемы видится введение коррекционных математических курсов, предшествующих по времени вузовским математическим дисциплинам, подобных курсу «Введение в математику», имеющемуся в учебных планах некоторых направлений.

Второй фактор: организация образовательного процесса. В традиционном обучении основную роль играет лекционная форма подачи материала, при которой студент пассивно воспринимает информацию. В 21 веке, когда доступность информации значительно снижает её ценность как таковой, возникает необходимость коренным образом изменить способ изложения материала. Переход к ФГОС, ориентированным на приобретение выпускником в результате обучения определённых общекультурных и профессиональных компетенций, влечёт за собой изменение требований к содержанию обучения.

Использование информационных технологий обучения, эффективная организация самостоятельной работы студентов, качественный и своевременный тестовый контроль знаний, использование сетевых образовательных ресурсов – необходимость изменений в формах и методах обучения сознают большинство педагогов, в том числе и нашего ВУЗа. Подтверждение этому можно увидеть в Материалах международной научно-технической конференции МГТУ «Наука и образование – 2013» в разделах «Некоторые проблемы математики и её преподавания в высшей школе», «Проблемы преподавания естественнонаучных и технических дисциплин в высшей школе»; в темах направления «Проблемы образования» госбюджетных НИР и инициативных поисковых исследований МГТУ на 2013-2014 учебный год. На данном этапе многие

преподаватели пытаются внедрить в учебный процесс собственные разработки, в большинстве случаев дублируя работу коллег. Назрела необходимость объединения усилий, выработка единой стратегии изменения форм преподавания.

Говоря о третьем факторе формирования мотивации (субъектные особенности обучающегося) хотелось бы отметить ряд существенных моментов. Для формирования готовности к освоению новых знаний, приобретению профессиональных компетенций, обеспечению конкурентоспособности будущего специалиста необходимо в процессе математической подготовки студентов развивать интеллектуальные умения и способность к саморазвитию. Утверждение ценности саморазвития прослеживается во многих философских, психологических, педагогических концепциях. Современные исследователи саморазвития личности (В. И. Андреев, В. Г. Маралов, Б. М. Мастеров, И. А. Шаршов и др.) идею саморазвития личности рассматривают как одно из методологических оснований обновления образования. [3]. Стремление к саморазвитию, самосовершенствованию указано в формулировке общекультурных компетенций (ОК-6, ОК-7, ОК-18). Требования ФГОС ВПО 3-го поколения к организации учебного процесса в ВУЗе связаны с увеличением доли самостоятельной работы студентов – до 50% от общего количества учебной нагрузки. В связи с этим повышается важность эффективной организации самостоятельной работы студентов, обучение их самоорганизации, принципам саморазвития и самообразования. Однако, исследования показывают, что современные студенты не умеют рационально планировать свой день, то есть показывают почти полное отсутствие личного менеджмента, не обнаруживают внутренней связи бюджетирования с эффективностью учебно-познавательной деятельности. Современный выпускник школы не приучен к самообразованию: большая часть затрачиваемого от самостоятельной работы времени приходится на поиск информации в глобальной сети Интернет, у 78% старшеклассников и студентов сформирована установка к сдаче рефератов, доступных к скачиванию с различных сайтов [4]. Во многих ВУЗах функцию обучения тайм-менеджменту берут на себя психологические службы, организуя тренинги по эффективности использования активного личного времени студентами и др. [5]. Тем не менее, и тем более, если данную функцию

психологические службы не выполняют, львиную долю данной работы приходится проделывать преподавателям. В этом ключе преподаватель часто выступает и как воспитатель, как деловой партнёр, что отражает его личное, субъективное влияние на мотивацию студента как отдельного (четвёртого) фактора.

Анкетирование студентов первых курсов показало, что в числе наиболее значимых для успешного обучения причин 87% опрошенных называют умение преподавателя грамотно и понятно излагать свои мысли, 85% – положительный эмоциональный фон на занятиях. Позитивное деловое общение с преподавателем не только создаёт дополнительную мотивацию к учебной деятельности, но и обеспечивает формирование компетенций, нацеленных на умение работать в коллективе. Личность преподавателя может оказать огромное влияние на доминирование мотива достижения успеха над мотивом избегания неудачи.

Пятый фактор: специфика дисциплины. Анкетирование студентов показало, что более 78% опрошенных осознано выбрали техническую специальность, но уже к концу первого семестра более 65% имеют проблемы с изучением математики, причём в числе причин своих неудач 53% называют сложность материала и 17% – оторванность предмета от жизни, от будущей профессии. Значимыми для успешного обучения моментами 62% считают удачный подбор преподавателем примеров и задач, 53% – умение преподавателя связать изучаемый материал с другими предметами, с будущей профессией.

Математика в техническом ВУЗе является базовой дисциплиной, она даёт методы, служит инструментом для специальных дисциплин, поэтому её качественное изучение является предпосылкой для дальнейшего успешного обучения. Этот факт сам по себе мотивирует студентов к изучению математики, но он не должен вызывать сомнений! Процесс преподавания математики должен доказывать её неразрывную связь с другими дисциплинами. Для этого существенно больше, чем это сейчас делается, надо заботиться о реальной осмысленности формулировок задач, их мотивированности (“может ли подобная задача возникнуть в прикладной ситуации?”), существенно шире уделять внимание упражнениям, упрощенно имитирующим действия, которые совершаются в реальном прикладном математическом исследовании [6].

Перечисленные пути повышения мотивации к изучению математики формируют план дальнейшего исследования преподавателей кафедры ВМ и ПО ЭВМ МГТУ, конечным результатом которого предполагается создание учебно-дидактического комплекса для реализации прикладной направленности при изложении курса математики.

#### Литература

1. Зимняя И.А. Педагогическая психология. Учебник для вузов. Изд. второе, доп., испр. и перераб. — М.: Издательская корпорация «Логос», 2000. — 384 с.
2. Наука и образование – 2013 [Электронный ресурс] : материалы междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 4 – 11 марта 2013 г. / Мурман. гос. тех. ун-т. – Электрон. текст. дан. (220 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2013.
3. Гиль Л. Б. Развитие способности к саморазвитию в процессе математической подготовки студентов технического вуза // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2009. – № 9. – С. 19-23.
4. Смирнов А.В. Формирование мотивации учебной деятельности у студентов технического ВУЗа // Психология, социология и педагогика. – Декабрь 2012. – № 12 [Электронный ресурс] – URL: <http://psychology.snauka.ru/2012/12/1450>
5. Рабина Е. И. Структурно-функциональная модель самоорганизации времени студента в процессе профессиональной подготовки в ВУЗе // Научный электронный журнал "Письма в Эмиссия. Оффлайн". – Декабрь 2013. – ART 2104 [Электронный ресурс] – URL: <http://www.emissia.org/offline/2013/2104.htm>
6. Мышкис А. Д. О преподавании математики прикладникам // Математика в высшем образовании. – 2003. – №1. – С. 37-52.
7. Удотова О. А. Факторы, влияющие на обеспечение и повышение качества образовательного процесса в вузе // Научный электронный журнал "Письма в Эмиссия. Оффлайн". – Февраль 2011. – ART 1523 [Электронный ресурс] – URL: <http://www.emissia.org/offline/2011/1523.htm>

## Некоторые особенности преподавания естественных наук будущим инженерам

**Хохлова Л. И.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ)

**Аннотация.** Современный этап развития инженерной деятельности характеризуется системным подходом к решению сложных научно-технических задач, обращением к целому комплексу гуманитарных, естественных и технических дисциплин. Изменение инженерного мышления и развитие инновационных форм инженерной и проектной культуры, привело к появлению новых системных и методологических ориентаций, к выходу на гуманитарные методы познания и освоение действительности.

**Abstract.** Current stage of development is characterized by engineering systems approach to solving complex scientific and engineering problems, appeal to a whole range of humanities, natural sciences and engineering disciplines. Changing engineering thinking and development of innovative forms of engineering and design culture, led to the emergence of new systemic and methodological orientations, to enter the humanitarian methods of learning and mastering reality.

**Ключевые слова:** исследование, инновация, модернизация, техника, инженерная деятельность.

**Keywords.** research, innovation, modernization, technology, engineer-tion activities.

Основные принципы университета со времен Гумбольдта – академическая свобода и единство исследования и преподавания. Наука же есть «нечто еще не до конца найденное и никогда не могущее быть до конца найденным, и что ее как таковую следует беспрестанно разыскивать». На основании этого принципа после освобождения от какого бы то ни было обязательства перед внешним авторитетом и перед однозначно фиксированным знанием наука, вводится и в сферу преподавания: не «определенная» истина, а лишь само исследование позволяет научиться науке, и именно в этом заключатся «единство обучения и преподавания». В этом смысле все представители университета должны быть исследователями — и учителя, и ученики находятся «здесь ради науки». И университетские институты планировались Гумбольдтом так, что в совокупности они должны были собрать под одной крышей всех участников под знаком исследования[1].

Позднее понятие «исследования» приравняли к процессу получения научно-технической инновации. Сейчас инновационное развитие в России

интерпретируется как «модернизация». Но, сразу заметим, что «модернизацию» следует рассматривать технически, технологически и как социокультурное явление, которое будет работать, если задействовать его во всей полноте. Надо понимать, что рабочее место будущего инженера, исследователя изменяется, человеку в скором будущем вообще можно будет не ходить на свою работу, участвовать в производственном процессе будут люди, территориально разбросанные не только по всей стране, но по всему миру. Приоритеты меняются, работа «фрилансера» становится все более привлекательной, Молодые люди иначе оценивают свое свободное время. И, если рабочие процессы, например, проектирование могут идти в онлайн-режиме, когда люди работают удаленно, в прямой коммуникации друг с другом, то возможности этого нужно использовать.

Поэтому, можно сказать, что будущее инженера есть работа мышления, интеллекта, воображения и тех социальных групп, которые освоили определённые технологии работы. Возможно, это будет сформировано через те инженерные сообщества, которые, позитивно усваивая фундаментальные исследования, придумают образ той технической среды, в которой мы будем жить через несколько лет. Влияние инженерной деятельности на мир становится глобальным, ее решения перестают быть узкопрофессиональным делом, становятся предметом всеобщего обсуждения. Очевидно, что современному инженеру необходима общая мировоззренческая образованность, гибкий, креативный ум, понимание междисциплинарных связей, хорошая математическая культура, чтобы правильно отвечать вызовам современности.

На современном этапе развития общества именно в соответствии с этим необходимо перестроить преподавание фундаментальных наук в вузе. В понятиях и концепциях этих наук студент должен видеть, прежде всего, целостную картину мира. Это означает, что фундаментальные знания должны приобретаться не разрозненными частями, а в единой системе – комплексно. И осваиваться не только в своем непосредственном значении, но и в качестве жизненных смыслов, ценностей и моральных норм. Моделирование – база всех разделов физики и механики, так как каждая теория опирается на выбор адекватных физико-математических моделей. Создание моделей позволяет человеку осознать, каким образом можно

лучше адаптироваться к окружающему миру и изменить его с целью улучшения своей жизни. Декарт придумывал науки в качестве примера своего метода мышления. У него есть рассуждения о таком методе, как философский труд, а к рассуждениям сделано приложение нескольких новых наук. Он создавал науки как приложение к своим философским изысканиям. Точно так же мы легко можем проследить связь с философскими идеями математики, физики и, тем более, политологии, потому что вся политическая наука берет свои корни в аксиологии, в теории ценностей, в философских работах Платона, Аристотеля, средневековых мыслителей.

Известно, что в интеллектуальном развитии Эйнштейна огромную роль сыграли труды Э. Маха «Механика» и «Теория теплоты», написанные скорее философски. Методология Маха значительным образом сказалась на формировании взглядов В.Паули, В.Гейзенберга, представителей «Венского кружка». В свою очередь М.Планк, В.Гейзенберг утверждали, что в формировании их мышления значительную роль сыграло хорошее гуманитарное образование, полученное в одной из лучших классических гимназий Мюнхена. С их точки зрения «навык принципиального мышления» получен благодаря знакомству с древнегреческой философией, что позволило уяснить суть тех необычных проблем, с которыми столкнулась теоретическая физика. «Некоторые высказывания античной философии удивительно близки высказываниям современного естествознания. А это показывает, как можно далеко пойти, если связать наш обычный опыт, не подкрепленный экспериментом, с неустанным усилием создать логический порядок в опыте и попытаться, исходя из общих принципов, понять его»[2]. Считается, что важнейшей предпосылкой, обусловившей превращение доказательно-теоретического мышления в идеал или норму, явился демократический уклад общественной жизни в ряде древнегреческих городов. Публичные прения способствовали выработке норм аргументированной, обоснованной, доказательной речи.

Все вышеизложенное требует выявления возможностей использования профессиональной направленности межпредметных связей математики с другими дисциплинами для повышения уровня профессиональной подготовки будущих инженеров. Инженерная

деятельность базируется на фундаментальных законах природы. Ни один инженерный проект не может быть осуществлен, если он противоречит этим законам. Новое миропонимание, основанное на синтезе достижений фундаментальных наук, должно пронизывать всю систему обучения. Традиционные требования к инженерам – ответственность, системное мышление, умение формулировать задачи, осуществлять выбор оптимальных вариантов решений – дополняются владением компьютерными технологиями, обеспечивающими автоматизацию всех аспектов инженерной деятельности. Инвариант, объединяющий подготовку кадров для различных направлений инженерной деятельности – это набор ключевых результатов обучения.

В Новое время произошло сближение науки и техники. Появилась экспериментально-математическая наука, прежде всего механика, которая рассматривает естественные вещи по аналогии с техническими устройствами. Механика стала теоретической основой для конструирования технических устройств, в том числе машин, благодаря которым произошел промышленный переворот в конце XVIII– и в XIX веке. В середине XX века появилось понятие технотрактуры для обозначения специалистов, организованных в иерархическую систему. Технотрактура, по Гэлбрейту, – это «носитель коллективного разума», субъект принятия масштабных социальных решений. Функции управления обществом переходят от субъекта собственности к субъекту «технической рациональности». Техническая интеллигенция становится субъектом политических решений.

Современный этап развития инженерной деятельности характеризуется системным подходом к решению сложных научно-технических задач, обращением ко всему комплексу социальных гуманитарных, естественных и технических дисциплин. Изменение инженерного мышления и развитие новых форм инженерной и проектной культуры, привело к появлению новых системных и методологических ориентаций, к выходу на гуманитарные методы познания и освоение действительности. Воспитание морального чувства и чувства долга инженера важно для реализации этических принципов в сфере технической деятельности, также важно формирование в обществе социальных механизмов, обеспечивающих реализацию моральных

регулятивов и этических норм. Каждый инженер должен дорожить мнением и рекомендациями того профессионального сообщества, к которому он принадлежит. Таким образом, нельзя забывать, что машина является лишь вспомогательным средством человеческой деятельности, а единственным субъектом познавательной деятельности и принятия решений является человек.

#### Литература

1. Н.Schnädelbach, Philosophie in Deutschland 1831-1933 Frankfurt am Mein, 1991
2. В.Гейзенберг, Физика и философия, М., Наука, 1989, С.132.

## **Использование исследовательской деятельности для создания малых инновационных предприятий**

**Челтыбашев А. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технической механики и инженерной графики)

**Аннотация.** Статья посвящена проблеме использования исследовательской деятельности для создания малых инновационных предприятий. Автор рассматривает существующие мировые тенденции и описывает способы привлечения молодежи к инновационной деятельности, по результатам собственных научных разработок.

**Abstract.** The article deals with the use of research for the creation of small innovative enterprises. The author examines the existing world trends and describes ways to attract young people to innovate, the results of their own research projects.

**Ключевые слова:** инновации, техническое творчество, обучение изобретательству.

**Key words:** innovation, creativity, inventiveness training.

В следствии перехода к постиндустриальному обществу, одной из наиболее актуальных задач решаемых различными странами является создание высокотехнологичной экономики, что невозможно без интенсификации инновационных процессов в стране. В настоящее время развитию инновационных процессов в стране уделяется пристальное внимание, на всех уровнях власти. Актуальность активизации инновационной деятельности в стране и как следствие исследовательских работ по различным областям научного знания объясняется мировыми тенденциями перехода развитых стран мира к обществу, построенному на знаниях. Так в развитых государствах 80% экономического роста достигается за счет научно-технического прогресса. [1]

Согласно инициативе президента РФ высшая школа в числе других государственных институтов должна учитывать современные тенденции развития инновационных процессов, их роль и значение в реформировании экономики, разработке новых прорывных технологий, создании конкурентоспособной наукоемкой продукции. Главная задача, стоящая перед вузовской наукой, — постоянная ориентация на разработки сложной научно-технической продукции в соответствии с потребностями рынка, содействие формированию инновационного пути развития отечественной промышленности, активное участие вузов в реализации инновационных

проектов в научно-технической сфере. Создание малых предприятий, главной функцией которых является реализация на рынке продуктов интеллектуального труда исследователей работающих в ВУЗах. [2]

Практика участия университетов в создании малых предприятий не нова. В 90-х министерством образования была сформирована программа поддержки малого наукоемкого бизнеса и было дано разрешение вузам быть его учредителями (входить в уставный капитал деньгами). Система заработала, однако в ходе ужесточения налогового администрирования в начале 2000-х была разрушена. Поэтому сейчас с помощью создания малых предприятий при ВУЗах, в нашей стране пытаются вернуть практику, существовавшую в 90 – е годы.

Предпринимаемые меры позволяют с реальной прибылью использовать тот научно – исследовательский потенциал, который уже существует в ряде учебных заведений.

В настоящее время основными формами научно-технической и инновационной деятельности в вузах являются:

- обеспечение выполнения непрерывного инновационного цикла от фундаментальных, поисковых и прикладных исследований до производства и реализации наукоемкой продукции и технологий в промышленности;
- подготовка, переподготовка и повышение квалификации специалистов, работающих в условиях инновационной экономики;
- воспроизводство научно-технического (интеллектуального) потенциала, необходимого для разработки и коммерциализации инноваций;
- производство инновационной продукции и услуг собственными силами;
- создание предприятий малого наукоемкого бизнеса, связанных с вузом;
- продажа лицензий на высокотехнологические процессы для выпуска научно-технического продукта;
- создание и поддержка инновационных инфраструктур, способствующих коммерциализации новых и высоких технологий;
- формирование инновационной культуры в бизнес – среде. [3]

Специфика научно-технической и инновационной деятельности вуза заключается в обеспечении интеграции образовательного и научного процессов путем привлечения к научно-исследовательской и инновационной

работе всего кадрового потенциала учреждения образования: студентов, аспирантов, докторантов, профессорско-преподавательского состава, научных работников, специалистов инновационного менеджмента.

Результативность научной и инновационной деятельности в вузе во многом зависит от наличия и эффективности использования кадрового потенциала: научных работников, исследователей, непосредственно создающих научный продукт и специалистов в области инновационного менеджмента, способных организовать и управлять инновационными процессами. И в этой области назрело множество проблем: старение научно-исследовательских кадров, потеря преемственности поколений, недостаточное материальное стимулирование научных кадров, отсутствие высококвалифицированных инновационных менеджеров. В этой ситуации особое значение приобретает разработка комплекса мер по расширенному воспроизводству, сопровождению и поддержке кадров научно-технологического комплекса, поднятию престижа профессии ученого. [4]

Поэтому в настоящее время основной акцент необходимо сделать на подготовку молодых исследователей к созданию малых предприятий направленных на эффективное продвижение на рынок результатов их исследовательской деятельности. Одной из форм привлечения молодежи к инновационной деятельности, является проведение «Школ инноваторов».

В рамках подобных школ, происходит не только обучение всех желающих основам экономики и изобретательства, но и повышение интереса в молодежной среде к интеллектуальному творчеству. Использование подобной формы вовлечения молодежи в процесс создания новых продуктов интеллектуальной деятельности, позволит не только простимулировать существующих инноваторов но и привлечь новые молодые кадры.

#### Литература

1. <http://www.rost.ru/projects/education/ed3/ed31/aed31.shtml>
2. [www.kremlin.ru](http://www.kremlin.ru)
3. Сурин А. В., Молчанова О. П. Инновационный менеджмент. Учебник — М.: Инфра-М, 2008.
4. Павлючук Ю.Н., Козлов А.А. Менеджмент в России и за рубежом. — Эффективное управление инновационными проектами. — №4 — 2002.

## Решение нелинейных уравнений средствами пакета Scilab

Шиян А. Ф.<sup>1</sup>, Шиян Н. В.<sup>2</sup> (г. Мурманск, 1 – ФГОУ ВПО МГТУ, кафедра электрооборудования судов; 2 – ФГОУ ВПО МГТУ, кафедра экономики)

**Аннотация.** Проведен анализ возможностей применения свободно распространяемого программного пакета символьной математики Scilab в практике преподавания естественнонаучных и инженерных дисциплин. Показаны достоинства этого пакета, позволяющие широко его использовать в учебном процессе, для обработки результатов натурального и вычислительного экспериментов.

**Abstract.** The analysis of opportunities of application of freely extended software package of symbolical mathematics of Scilab in practice of teaching of natural-science and engineering disciplines is carried out. The advantages of this package allowing widely of it to use in educational process, for processing of results of natural and computing experiments are shown.

**Ключевые слова:** пакет символьной математики Scilab, компьютерная математика, интерфейс, вычислительный эксперимент, математическая модель

**Key words:** package of symbolical mathematics of Scilab, computer mathematics, interface, computing experiment, mathematical model

Взаимосвязь теории с практикой была и остается одним из основных дидактических принципов естественнонаучного и инженерного образования. Его результативность подтверждается мировой педагогической практикой, а богатейший опыт человечества в использовании научных достижений при создании технических устройств и технологий, дает обширный предметный материал для формирования у студентов и курсантов умения применять теоретические знания в практических целях.

Изучив теорию конкретного процесса или явления – знания закономерностей протекания этого процесса или явления, сконцентрированные человечеством на основании анализа и обобщения результатов всего предшествующего практического опыта, студент проверяет изученные законы на практике, прежде всего, решая учебные задачи, выполняя вычислительный, натуральный и симулирующий компьютерный эксперимент.

В естественнонаучных и инженерных науках преобладает прямая практическая проверка теоретических положений. Поэтому преподавание

этих дисциплин невозможно без экспериментальной проверки изучаемого материала на натуральных, виртуальных и компьютерных объектах.

В практике преподавания естественнонаучных и инженерных дисциплин математические модели, исследуемые в учебных задачах, достаточно объемны и сложны, а их «ручная» математическая обработка требует больших затрат учебного времени, отводимого на аудиторную и самостоятельную работу студента.

С целью оптимизации использования учебного времени студентов, необходимо научить их использованию возможностей современных программно-аппаратных средств.

В учебном процессе естественнонаучных и инженерных дисциплин нет избытка времени, позволяющего изучать прикладные программы со сложным интерфейсом. Возможности применения в учебном процессе различных свободно распространяемых математических пакетов мы исследуем в рамках госбюджетной научно-исследовательской работе по теме 7.16/09 «Совершенствование методики и техники учебного электротехнического эксперимента», выполняемой на кафедре Электрооборудования судов в Мурманском Государственном техническом университете.

Наше исследование показало, что пакет символьной математики Scilab, относящийся к категории свободного программного обеспечения (СПО), обладает рядом достоинств, основными из которых являются: удобный интерфейс, в основе которого интегрированный в Scilab текстовый блокнот, позволяющий передавать текст программы, написанной в блокноте, в командное окно – с целью ее исполнения; возможность выполнения символьных вычислений, позволяющих минимизировать время на ввод начальных условий и математической модели, исследуемой в вычислительном эксперименте; простой язык программирования, очень близкий естественному математическому языку, что минимизирует время на обучение студентов применению этого пакета для решения конкретных учебных задач вычислительного эксперимента; широкие возможности матричных вычислений, широкие графические возможности представления результатов вычислительного эксперимента.

Продемонстрируем возможности использования пакета Scilab для решения нелинейных уравнений, составляющих математическую модель

нелинейной электрической цепи постоянного тока, схема которой приведена на рис. 1.

Элементы цепи имеют следующие параметры:  $E_1 = 160$  В; нелинейные сопротивления  $HЭ_1$ ,  $HЭ_2$  и  $HЭ_3$  имеют АВХ которая описывается аналитическим уравнением  $I = 0,18 \operatorname{arcsh}(0,025U)$ ;  $R_1 = 100$  Ом;  $E_2 = 120$  В;  $R_2 = 130$  Ом;  $E_3 = 180$  В. Необходимо определить напряжение  $U_{ab}$ , и токи всех ветвей.

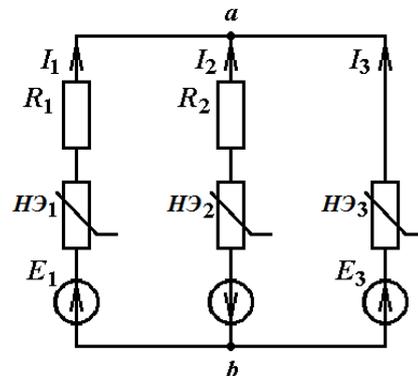


Рис. 1

Решение данной задачи начинаем с составления математической модели цепи.

Для узла  $a$  записываем уравнение в соответствии с первым законом Кирхгофа, а для каждой ветви – уравнение внешней ампервольтной характеристики. Получаем систему нелинейных уравнений, которую решаем численными методами, используя пакет Scilab. Решение визуализируем графоаналитическими построениями.

Листинг Scilab-программы

```
E1 = 160;R1 = 100;E2 = 120; R2 = 130 ;E3 = 1.5*E2,
//Строим внешние ВАХ ветвей:
// 1. Uab1=E1 – Unc – uR1, где Unc – АВХ нелинейного сопротивления.
I=[-0.4:0.05:0.6]; Un=(sinh(I/0.18))/(0.025);uR1=R1.*I;Uab1=-R1*I+E1-Un;
// 2. Uab2 = Unc + uR 1– E2,
Uab2 = R2*I – E2 + Un; Uab3 = –Un + E3;
subplot(5,1,1);xtitle(' Внешние ВАХ ветвей НЭЦ ', ' I, Амперы','U, Вольты');
plot(I,Uab1,'r');xgrid;plot(I,Uab2,'c');plot(I,Uab3);
subplot(5,1,2);xtitle(' Внешняя АВХ 1-й ветви НЭЦ ', 'U, Вольты','I, Амперы');
xgrid;plot(Uab1,I,'r*');B=0.025;A=0.175; Uab0=[100:10:300];
// Это уже усечённый интервал значений для развертки напряжения.
Сначала нужно выбирать диапазон Uab0=[-300:10:300];
I01= –A*asinh(B*(Uab0 – E1)); plot(Uab0,I01,'r');
subplot(5,1,3); xtitle(' Внешняя АВХ 2-й ветви НЭЦ ', 'U, Вольты','I, Амперы');
xgrid;plot(Uab2,I,'r*');B=0.025;A=0.165;
I02=A*asinh(B*(Uab0+E2));plot(Uab0,I02,'b');
subplot(5,1,4);
```

```
xtitle(' Внешняя АВХ 3-й ветви НЭЦ ', 'U, Вольты', 'I, Амперы');
xgrid; plot(Uab3, I, 'r*'); B=0.025; A=0.18;
I03=-A*asinh(B*(Uab0-E3)); plot(Uab0, I03, 'g');
subplot(5,1,5); xtitle(' Результирующая АВХ ', 'U, Вольты ', 'I, Амперы');
xgrid; Io=I01+I02+I03; plot(Uab0, abs(Io), 'r');
```

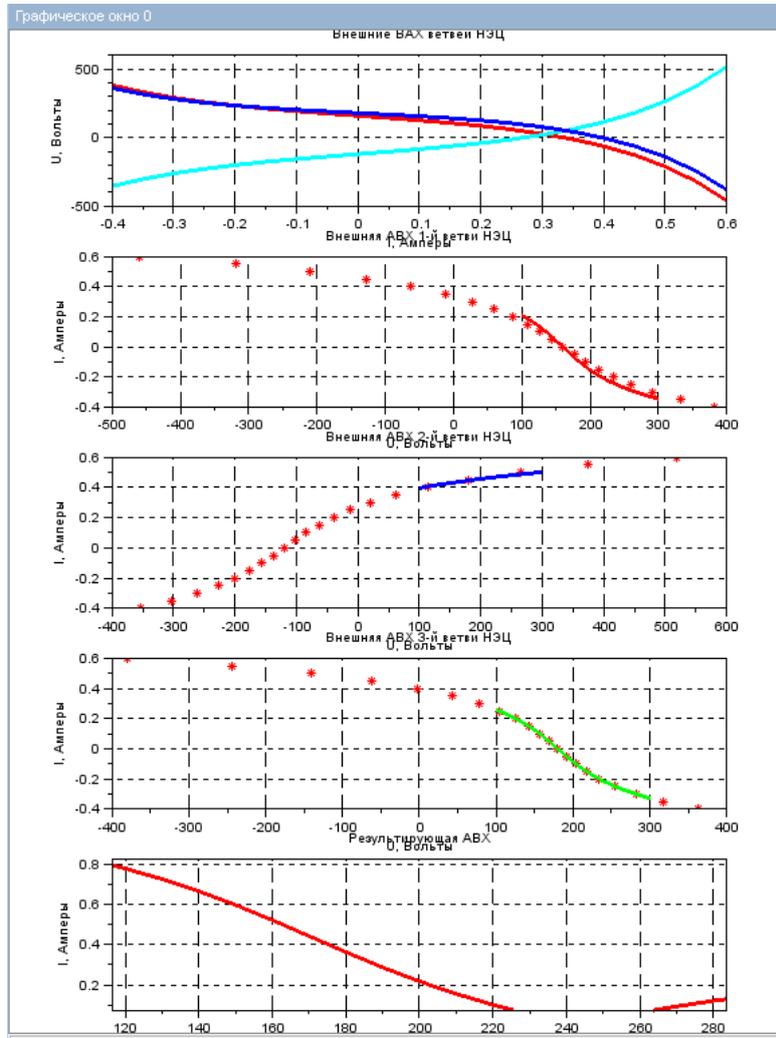


Рис. 2

На рис. 2 показан вид графического окна программы Scilab с результатами численного моделирования работы исследуемой цепи: на первом графике представлены внешние АВХ всех трех ветвей исследуемой цепи; на втором, третьем и четвертом – внешние АВХ первой, второй и третьей ветвей.

На последнем, на пятом графике, приведено графоаналитическое решение, полученное на основании первого закона Кирхгофа (с инверсией отрицательных значений токов).

Как показывает результирующая кривая, решение лежит в диапазоне напряжений между 226 и 262 В. Ответ определим как среднее арифметическое этого диапазона:  $U_{ab} = (226 + 262)/2 = 244$  В.

Использование пакета Scilab обеспечивает условия для организации активной познавательной деятельности курсантов и студентов по освоению изучаемой дисциплины, позволяя достигать глубокого проникновения в предметное содержание естественнонаучных и инженерных дисциплин.

**СТРОИТЕЛЬСТВО**

**Исследование устойчивости армированных откосов**

**Антонов В. М. , Антонов М. В. , Евдокимцев О. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра промышленного и гражданского строительства)

**Аннотация.** Приведены результаты лабораторных исследований устойчивости армированных песчаных откосов при действии статических и циклических нагрузок.

**Abstract.** The results of laboratory investigations of stability of reinforced sand slopes under the action of static and cyclic forces.

**Ключевые слова:** откос, армирование, нагрузка циклическая, разрушающая, деформации.

**Key words:** the slope reinforcement, the load is cyclic, destroys, deformation.

Откосы являются наиболее распространенными инженерными сооружениями. Условия их эксплуатации часто неблагоприятные и трудно прогнозируемые. Одним из наиболее эффективных способов повышения устойчивости откосов является армирование грунтов различными материалами [1]. Известны методики расчета неармированных [2,4 и др.] и армированных [3,5 и др.] откосов. Для первого случая проведена достаточно многочисленная экспериментальная проверка, для второго опытных данных мало. Это связано со сложностью технического исполнения экспериментов и влиянием большого числа факторов. Особое значение имеют реологические процессы, происходящие в грунте, армирующих элементах и по контакту.

В связи с этим нами поставлена задача экспериментального исследования взаимодействия фундамента мелкого заложения с армированием грунтовым основанием, имеющим откос. Она имеет целью определить оптимальное конструктивное решение с обеспечением расчетного срока эксплуатации, допустимых перемещений и воздействий.

Откос формировали из мелкого однородного послойно уплотненного до  $1,51 \text{ г/см}^3$ , маловлажного ( $\omega = 0,08$ ) песка. В тело откоса вводили прослойку слабого грунта. Слабый слой имитировали минеральной ватой isover  $350 \times 125 \times 10$  ( $l * b * h$ ), см,  $\rho = 0,02 \text{ г/см}^3$ . Проводили испытания статической и циклической нагрузкой.

В качестве армирующего элемента принимали арматурную сетку из металлических стержней диаметром  $d_s = 3$  мм, шаг стержней составлял 25 мм, размеры в плане 350x125мм.

Влияющими параметрами были: высота откоса; угол наклона откоса к горизонту ( $60^\circ$ ); диаметр жесткого стального штампа  $D_{st} = 150$  мм; расстояние до армирующего элемента  $h_s$ , относительное расстояние  $\bar{h} = h_s/D_{st}$ ; диаметр стержней сетки  $d_s$ ; шаг стержней  $a_s$ ; размеры сетки; текущее значение нагрузки  $F$ , разрушающее  $F_u$ ; соответствующее давление  $p$  и  $p_u$ ; уровень нагрузки  $\bar{F} = F/F_u$  или  $\bar{p} = p/p_u$ ; осадка штампа  $s$ , горизонтальное перемещение  $u$ , крен  $i$ ; предельные величины перемещений (перед разрушением)  $s_u, u_u, i_u$ ; число циклов нагружений  $n_c$ ; коэффициент асимметрии цикла  $\rho_c = F_{min}/F_{max}$  или  $\rho_{min}/F_{max}$ .

Результаты испытаний статической нагрузкой приведены в табл.1. Изменяли расстояние от подошвы штампа до слабого слоя и до армирующего элемента и определяли разрушающую нагрузку и деформации.

Таблица 1. Влияние расстояния от подошвы штампа до арматуры и до слабого слоя на прочность и устойчивость откоса при статической нагрузке

Расстояние до слабого слоя, $h$ , (см)	Расстояние до арматуры $h_s$ , см	Предельное давление $P$ , (кПа)	Осадка $s$ , см при $P_{разр}$	Крен $i$ при $P_{разр}$	Горизонтальное перемещение $u$ , см, при $P_{разр}$
Без прослойки	-	33,6	2,1	0,03	0,39
4	-	26,4	2,8	0,05	0,5
6	-	28,8	2,4	0,043	0,45
6	2	36	1,88	0,02	0,4
6	4	39,6	1,6	0,025	0,35
8	-	28,4	2,2	0,038	0,48
8	2	34,8	2	0,032	0,45
8	4	43,2	1,75	0,02	0,4
8	6	38,4	2,3	0,02	0,56
10	-	33,6	2,2	0,03	0,35
10	2	42	1,45	0,02	0,28
10	4	45,6	1,5	0,015	0,15
10	6	38,4	1,95	0,035	0,26
10	8	34,8	2,3	0,045	0,3
12	-	33,6	2,2	0,024	0,25

Расстояние до слабого слоя, $h$ , (см)	Расстояние до арматуры $h_c$ , см	Предельное давление $P$ , (кПа)	Осадка $s$ , см при $P_{разр}$	Крен $i$ при $P_{разр}$	Горизонтальное перемещение $u$ , см ,при $P_{разр}$
12	2	38,4	2,05	0,02	0,15
12	4	46	1,66	0,015	0,15
12	6	42	1,51	0,012	0,2
12	8	39,6	2,1	0,038	0,35
12	10	34,8	2,4	0,043	0,5

Нагрузку передавали рычагом с передаточным числом 1:6. Ступени нагружения составляли  $0,1 F_u$ . Условную стабилизацию деформаций принимали 0,1 мм за 30 мин наблюдения.

Результаты испытаний циклической нагрузкой приведены в табл.2. Нагрузку увеличивали до требуемого уровня, выполняли 10 циклов, затем через 10 мин еще 20 циклов.

Таблица 2. Предельные значения давления и деформаций при циклических нагрузках

Расстояние до слабого слоя, $h$ , (см)	Расстояние до арматуры $h_s$ , см	$F$ , в долях от $F_{us}$	Пред. давление $P$ , (кПа)	Приращение осадки за этап $\Delta s$ , см		Осадка $s$ , см при $P_{разр}$
				1 этап-10 циклов	2 этап-20 циклов	
				5	6	
1	2	3	4	5	6	7
4	2	0.6	45,1	0,33	0,15	0,94
		0.7	46,1	0,48	0,17	1,25
		0.8	47	0,36	0,3	1,08
		0.9	48,6	0,39	0,23	1,12
6	2	0.6	44,2	0,31	0,17	0,87
		0.7	40,5	0,3	0,35	0,97
		0.8	39,8	0,36	0,29	1,12
		0.9	40	0,4	0,26	1,18
6	4	0.6	43	0,23	0,2	0,69
		0.7	38	0,2	0,16	0,75
		0.8	38	0,22	0,21	0,84
		0.9	37	0,29	0,25	0,86
8	2	0.6	35	0,21	0,18	0,89
		0.7	35	0,29	0,24	0,92
		0.8	34,8	0,31	0,3	1,2
		0.9	34	0,36	0,22	0,99
		0.6	42,5	0,29	0,25	0,79

СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО»

Расстояние до слабого слоя,	Расстояние до арматуры	$F$ , в долях от $F_{us}$	Пред. давление $P$ , (кПа)	Приращение осадки за этап $\Delta s$ , см		Осадка $s$ , см при $P_{разр}$
8	4	0.7	45	0,31	0,18	0,85
		0.8	42,2	0,35	0,25	0,89
		0.9	43,2	0,4	0,34	1,02
8	6	0.6	32	0,29	0,27	0,95
		0.7	34	0,44	0,25	0,99
		0.8	35	0,4	0,29	1,14
		0.9	35	0,48	0,33	1,8*
10	2	0.6	40,2	0,28	0,28	0,81
		0.7	40,26	0,34	0,32	0,83
		0.8	40,8	0,33	0,28	1,65*
		0.9	41,2	0,35	0,24	1,81*
1	2	3	4	5	6	7
10	4	0.6	43,45	0,32	0,27	0,84
		0.7	42,73	0,34	0,27	0,95
		0.8	42,7	0,34	0,3	0,99
		0.9	44,5	0,44	0,26	1,2
10	6	0.6	37,5	0,3	0,29	0,98
		0.7	37,8	0,33	0,32	1,1
		0.8	38	0,35	0,28	1,25
		0.9	38,04	0,38	0,3	1,35
10	8	0.6	28,16	0,34	0,28	0,85
		0.7	28,2	0,31	0,35	0,98
		0.8	29,2	0,38	0,62	0,8*
		0.9	31,1	0,37	-	0,4*

Примечание: \*- разрушение произошло в процессе цикла.

Зона влияния слабого слоя на прочность и деформативность основания ограничена глубиной 8-10 см, что составляет размер штампа. Расположение прослойки в зоне ниже диаметра модели практически не влияет на несущую способность основания. Применение армирования исключило возможность оползневого обрушения откоса. Разрушение происходило только в виде продавливания основной массы грунта с образованием трещин, как на горизонтальной поверхности откоса, так и на наклонной.

### Литература

1. Антонов В. М. Экспериментальные исследования армированных оснований: монография/В.М. Антонов.- Тамбов, ТГТУ, 2011.- 80 с.

2. Джоунс К.Д. Сооружения из армированного грунта/К. Д.Джоунс.М.:Стройиздат, 1989.-280 с.
  3. Семендяев Л. И. Оптимизированный расчет армированных откосов в условиях индивидуального проектирования/Л.И. Семендяев// Автомобильные дороги: Информ.сб./ Информавтодор.-М., 1998.-Вып.10.- С.8-20.
  4. Шапиро Д. М. Теория и расчетные модели оснований и объектов геотехники: монография/Д.М. Шапиро.- Воронеж: Научная книга, 2012.- 164 с.
- Яковлев П. И. Устойчивость транспортных гидротехнических сооружений: монография/П.И.Яковлев.-М.:Транспорт, 1986.-191 с.

## Напряженно-деформированное состояние стальной рамы при жестком заземлении опор

**Антонов М. В., Евдокимцев О. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра промышленного и гражданского строительства)

**Аннотация.** В данной работе проведен сравнительный анализ методов расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) стальной одноэтажной однопролетной рамы при жестком заземлении колонн.

**Abstract.** This paper presents a comparative analysis of calculating methods of tense-deformed state of one-story single-span steel frame with rigid clamping of columns.

**Ключевые слова:** Напряженно-деформированное состояние, стальная однопролетная рама, жесткое заземление колонн, сжимаемое основание.

**Key words:** Tense-deformed state, single-span steel frame, rigid clamping of columns, compressible foundation base.

Работа стальных рам совместно с деформируемым основанием представляет собой серьезный объект для исследований, как теоретических, так и экспериментальных [1,2]. Существующие методы расчета НДС таких конструкций подразумевают «идеализацию» некоторых условий, во многих случаях эта идеализация влечет за собой неверное понимание реальной работы сооружения еще на стадии проектирования. В каркасе здания может возникнуть существенный перерасход металла, что неадекватно увеличит стоимость сооружения. Так же в некоторых сечениях могут возникнуть критические напряжения и деформации, неучтенные при проектировании, которые могут привести к различного рода негативным последствиям.

Для решения задачи по определению НДС существующими методами с целью дальнейшего их совершенствования необходимо сопоставить несколько видов расчета на основе однотипных моделей.

Модели рамы были созданы на основе однопролетной рамы Р 18-1-8-300 [3] в ПК SCAD (рис.1). Модель №1 представляет собой плоскую стержневую раму, модель №2 – пространственный стержневой каркас промышленного здания размером 84х12 м с шагом рам в 12 м, модель №3 – раму из пластинчатых элементов. Опоры колонн жестко заземлены, крепление ригеля к колоннам также жесткое. Модель №4 (рис.2) – рама из

пластинчатых элементов с жестким закреплением колонн к фундаменту, взаимодействующему со сжимаемым основанием. К каждой из рам были приложены комбинации нагрузок в соответствии с [4] для выбранного района исследования (третий снеговой и второй ветровой районы).

Расчет НДС в ПК SCAD проводится на основе метода конечных элементов (МКЭ) в форме метода перемещений [5].

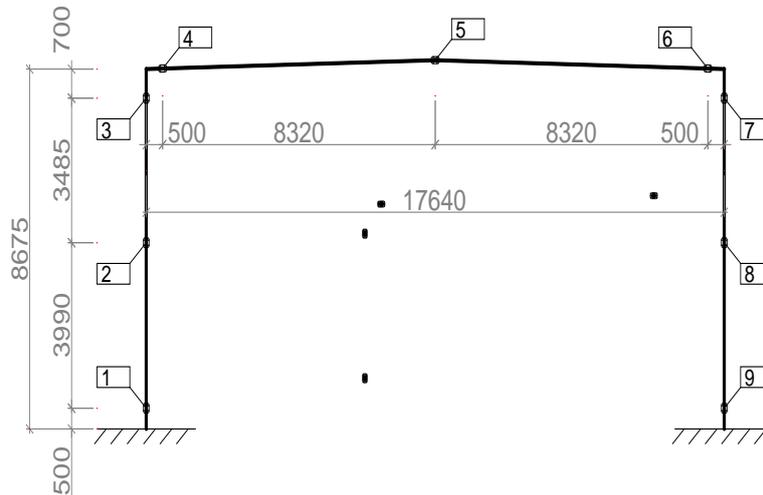


Рис.1. Схема модели стальной рамы

Для 9-ти характерных точек были получены: значения перемещений и усилий для рамы модели №1 (1-й метод расчета) и двух рам модели №2 (рама в связевом блоке – 2-й метод, вторая с торца – 3-й метод), значения перемещений и напряжений на внутреннем и внешнем контуре элементов рамы для модели №3 (4-й метод) и №4 (5-й, 6-й и 7-й методы).

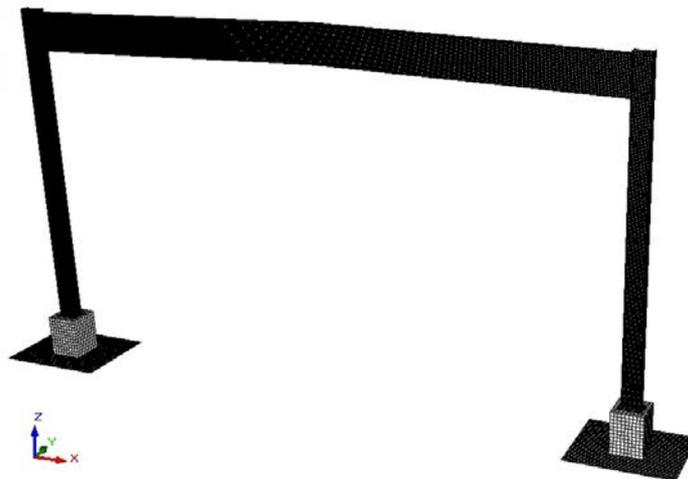


Рис.2. Схема пластинчатой модели №4

Для модели №4 принято основание из мелкого песка со следующими физико-механическими характеристиками:  $c=6$  кПа,  $\varphi=33^\circ$ ,  $E=27$  мПа.  $K_1=12477,0$  кН/м<sup>3</sup>,  $K_2=7562,71$  кН/м – коэффициенты деформативности основания при сжатии и сдвиге соответственно.

В 6-м и 7-м методах расчета рассматривается работа конструкции при заземлении тела фундамента в грунтовом основании, моделирующих обратную засыпку, в 5-м заземления нет.

В 5-м и 6-м методах нижние осевые точки фундаментов закреплены от перемещений по осям X и Y.

Значения продольных сил и моментов в 1-м и 3-м методах расчета с небольшой долей погрешности идентичны. Вхождение поперечной рамы в состав связевого блока (2-й метод) вызывает снижение продольных сил в колоннах на 5-7 процентов. Перемещения характерных сечений поперечной рамы при 1 – 4-м методах расчета отличаются не более чем на 2 процента.

НДС модели №4 (методы 5-7), реализующей взаимодействие со сжимаемым основанием, характеризуется большими деформациями и несколько иным распределением усилий в элементах. Так перемещение середины ригеля по оси Z увеличилось на 29%..

Напряжения на внутреннем контуре (рис. 3) в нижней части левой колонны в модели №4 меняют знак с «минуса» на «плюс» по сравнению с первыми тремя моделями. В нижней части правой колонны отмечается снижение фибровых напряжений до 75 процентов, в верхней части колонны и в сечениях ригеля напряжения наоборот увеличиваются (до 33 процентов). Такие большие отличия объясняются поворотом фундамента и деформациями основания

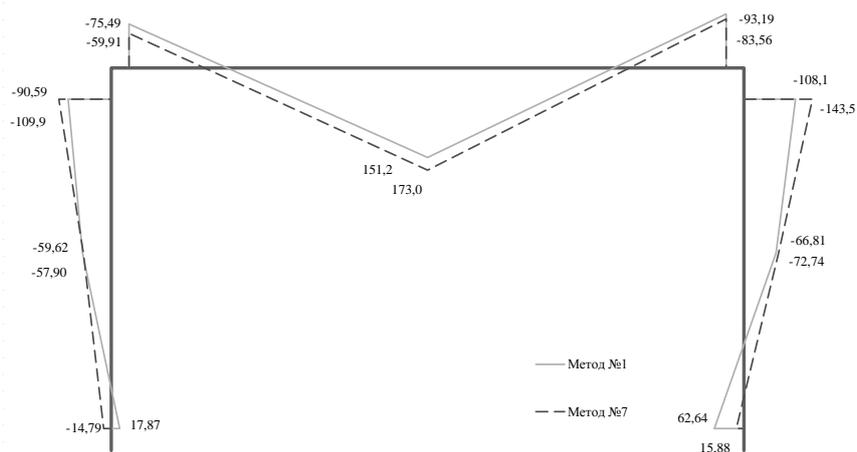


Рис.3. Эпюры напряжений на внутреннем контуре (методы №1, 7), МПа

Фибровые напряжения на внешнем контуре (рис. 4) характеризуются меньшими значениями практически во всех сечениях поперечной рамы.

## СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО»

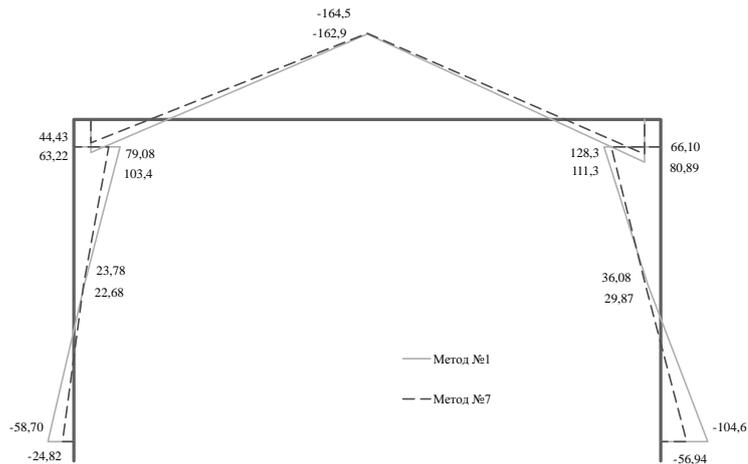


Рис.4. Эпюры напряжений на внешнем контуре (методы №1, 7), МПа  
Анализ полученных данных позволил нам сделать следующие

выводы:

1. Вследствие поворота фундаментов и деформации основания происходит перераспределение усилий в элементах рамы, что влечет за собой изменение напряженно-деформированного состояния всей конструкции.

2. Расчет отдельного фундамента существующими на данный момент способами не отображает его работу как часть рамной конструкции.

### Литература

1. Беленя, Е. И. Исследование совместной работы оснований, фундаментов и поперечных рам стальных каркасов промышленных зданий [Текст]: Научное сообщение/ Е.И. Беленя, Л.В. Клепиков – Москва: ЦНИПС, 1957. – 42 с.
2. Гарагаш, Б. А. Надежность пространственных регулируемых систем «сооружение-основание» при неравномерных деформациях основания [Текст]/ Б.А. Гарагаш.- Сочи: Изд-во «Кубанькино», 2004. – 908с.
3. Серия Шифр 11-2537 КМ. Стальные конструкции каркасов типа «Канск» одноэтажных производственных зданий с применением несущих рам из прокатных широкополочных и сварных двутавровых балок с шагом 12м [Текст]: нормативно-технический материал; введ. 1988-09-01. – Москва: Госстрой СССР, 1987.-86 с.
4. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия [Текст]: нормативно-технический материал; введ. 2011-05-20. – Москва, 2011. – 81 с.
5. Structure CAD для пользователей [Текст]/ Карпиловский В.С., Криксунов Э.З., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А. – Киев, 2003. – 330 с.

**Золоотходы на основе модифицированного водоугольного топлива**

**Белогурова Т. П., Крашенинников О. Н., Цырятьева А. В.** (*г. Анатиты, ИХТРЭМС КНЦ РАН, лаборатория бетонов*)

**Abstract.** The results of an investigation into ash waste obtained from combustion of water-coal fuel have been presented. It has been shown that its cavitation treatment improves the ash waste structure and properties.

**Ключевые слова:** золоотходы, водоугольное топливо, кавитационная обработка.

**Key words:** ash waste, water-coal fuel, cavitation treatment.

Перспективной технологией использования угля является приготовление на его основе композиционного жидкого водоугольного топлива (ВУТ) [1]. Она развивается в основном за счет использования при мокром помоле различных физических эффектов. Это, прежде всего, ультразвуковые, инверсионные, кавитационные, гидроударные и другие эффекты, получаемые в специально разрабатываемых аппаратах и установках. Одним из практически осваиваемых методов является использование кавитационной обработки водоугольной суспензии для приготовления ВУТ [2].

В ИХТРЭМС КНЦ РАН совместно с Институтом теплофизики СО РАН (ИТ СО РАН) проводятся исследования по оптимизации технологии приготовления и сжигания ВУТ, изучению получаемых золоотходов и эффективности их использования в бетонах. В настоящей работе приведены результаты исследования золоотходов от сжигания двух проб ВУТ на основе молотого кузнецкого каменного угля марки ГД, одна из которых была модифицирована с помощью кавитационной обработки. Пробы ВУТ в сухом виде для исследований были подготовлены в ИТ СО РАН, где выполнена и кавитационная обработка одного из образцов с использованием роторного гидродинамического генератора кавитации [3].

Важными показателями ВУТ является гранулометрический состав и дисперсность. Ситовым анализом определено, что основная масса частиц ВУТ проходит сквозь сито 0.071 мм. Наиболее тонкодисперсной является проба ВУТ-2 с кавитационной обработкой. С помощью лазерного дифракционного анализатора SALD-201V установлено, что максимальная величина частиц сухого ВУТ не превышает 100 мкм, при этом 75% частиц

имеет размер менее 60 мкм. Определение пористости ВУТ, выполненное по адсорбции азота на газоанализаторе TriStar-3020 показало, что исходные материалы обладают достаточно высокой пористостью с преобладанием пор диаметром до 20 нм.

Для приготовления ВУТ было принято характерное соотношение угля и воды – 60:40. При этом вязкость полученных суспензий, измеренная на вискозиметре ВЗ-4, составила у ВУТ-1 – 15 с, у ВУТ-2 – 13 с. Стабильность водоугольных суспензий определялась по высоте слоя жидкой фазы, образовавшейся в результате их самопроизвольного уплотнения и отжима из них водной дисперсионной среды с течением времени. Исследования показали, что через 50 суток эксперимента в ВУТ-1 слой мутной жидкости над уплотненной суспензией составлял 6.5 см. В ВУТ-2 не наблюдалось четкой границы между жидкой фазой и уплотненной суспензией. Высота гелеобразного осадка сметанообразной консистенции меньшей плотности, чем основная масса суспензии, составляла около 5 см, что указывает на большую стабильность ВУТ-2, подвергнутого кавитационной обработке.

Для получения золы пробы ВУТ подвергались сжиганию в электрической муфельной печи при температуре 1100°C в течение 1 часа. Необходимо отметить, что проба ВУТ-2 сгорала практически полностью с минимальным количеством золы. Это свидетельствует о том, что для ВУТ с кавитационной обработкой процесс горения в среде водяного пара характеризуется наибольшей полнотой выгорания топлива.

Химический анализ золоотходов показал, что главными компонентами в составе золоотходов являются (мас.%):  $\text{SiO}_2$  – 51.84-58.59,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 13.00-15.22,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 5.76-7.82,  $\text{CaO}$  – 2.55-3.25,  $\text{Na}_2\text{O}$  – 1.75-2.22,  $\text{MgO}$  – 1.49-1.66,  $\text{K}_2\text{O}$  – 1.19-1.76,  $\text{TiO}_2$  – 0.84-1.66, к второстепенным относятся  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0.23-0.57,  $\text{C}$  – 0.11-0.64,  $\text{SO}_3$  – 0.09-0.12; п.п.п. – 2.10-6.55. По сравнению с ранее изученными золоотходами от сжигания ВУТ [4], данные золоотходы характеризуются более полным сгоранием углерода, низким содержанием оксидов железа и серы. На основании полученных данных золоотходы относятся к группе скрыто активных материалов и могут рекомендоваться в качестве комплексных вяжущих, твердеющих при тепловой обработке с активизаторами.

Определение размеров частиц золоотходов с помощью лазерного дифракционного анализатора показало, что золоотходы в основном имеют

размер частиц до 90 мкм. При этом 75% частиц золоотходов имеют размер 20-38 мкм. Наиболее дисперсными являются золоотходы от сжигания пробы ВУТ-2, подвергнутой кавитационной обработке.

Определением пористости золоотходов установлено, что их пористость намного выше исходных материалов. Общий объем пор достигает 60% объема частиц золы. При этом в золоотходах преобладают мелкие (от 5.5 до 10 нм) и неглубокие (до 4.5 нм) поры, а их общая площадь ( $12.3 \text{ м}^2/\text{г}$ ) в 10 раз больше исходного ВУТ. В целом, для золы характерно значительное содержание частиц с мелкими замкнутыми порами, которые являются результатом вспучивания расплавленной минеральной массы газами, выделяющимися при дегидратации глинистых минералов, диссоциации частиц известняка, гипса и органических веществ. Высокое содержание микропор в золоотходах обуславливает высокое значение ее действительной удельной поверхности, которая на порядок выше удельной поверхности угля.

На рис. 1 представлены фотографии исследования золоотходов от сжигания угля и ВУТ, выполненные в отраженном свете с помощью микроскопа Ultraphot-3.

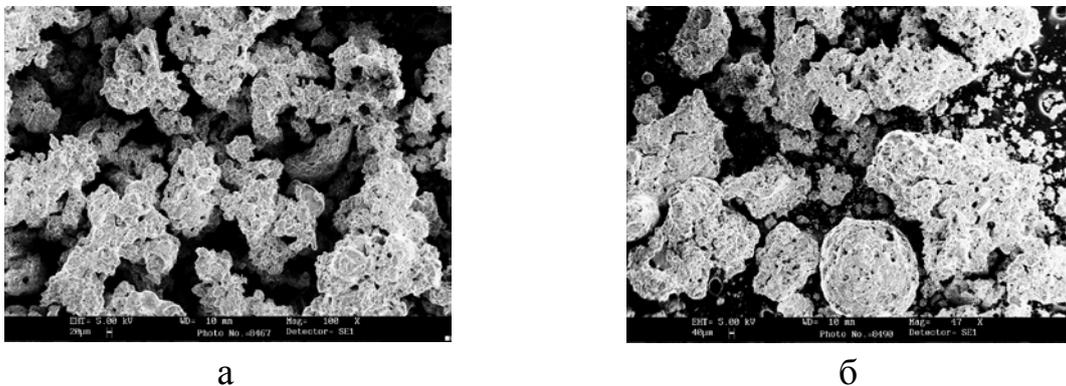
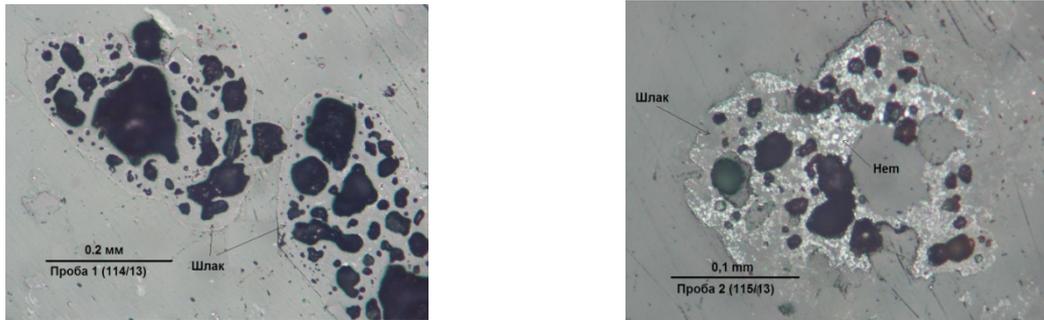


Рис.1 – Пористые частицы шлака с разным содержанием гематита в золоотходах от сжигания ВУТ: а – ВУТ-1; б – ВУТ-2

Установлено, что исследованные продукты сгорания состоят в основном из частиц пористого шлака (90-96%), глобул гематита (2-5%) и обломков силикатного состава (2-6%). Золоотходы от сжигания ВУТ-1 характеризуются небольшим количеством включений гематита, при этом шлаковые частицы часто удлиненные, в виде цепочек. Для золоотходов пробы ВУТ-2 характерно высокое содержание включений гематита в стекле шлака, часто с неравномерным распределением, и отсутствие глобул гематита. Проведенные исследования показали, что кавитационная

обработка приводит к блокированию выхода железа из стекла и обособлению его в виде глобул гематита.



а  
б  
Рис. 2 – Микроструктура золоотходов от сжигания ВУТ:  
а – ВУТ-1; б – ВУТ-2

Изучение микротекстуры поверхности золоотходов с помощью растровой микроскопии показало, что структура золоотходов характеризуется наличием большого количества стекловидных сферических частиц и их агломератов размером от 1 до 30 мкм, большинство из которых имеют пористую губчатую поверхность со сквозными и замкнутыми порами различного диаметра. Некоторые частицы золоотходов содержат небольшое количество полых сфер, пустых (ценосферы) или упакованных внутри меньшими сферами (плеросферы). Особая пористая структура золоотходов от сжигания ВУТ образована под влиянием воздействия воды при сжигании ВУТ в парообразном состоянии. Кавитационная обработка способствует созданию за счет деструкции молекул угля с образованием свободных радикалов активной дисперсионной среды, в которой вода и другие компоненты находятся в возбужденном состоянии, что сказывается на структуре золоотходов.

Дальнейшие исследования планируется направить на изучение взаимосвязи состава, структуры и свойств золоотходов от сжигания ВУТ как наполнителя бетонов.

#### Литература

1. Зайденварг В. Е., Трубецкой К. Н., Мурко В. И., Нехороший И. Х. Производство и использование водоугольного топлива. М.: Изд-во академии горных наук, 2001. 176 с.
2. Кавитационные технологии для приготовления жидкого угля. <http://liquidcoal.ru/2008/06/16/28>.

3. Пат. РФ № 2346733. Генератор кавитации / Л.И.Мальцев, Е. А.Петрова, А. А.Самахов, А. Н.Парфенов // БИ. 2010. № 23.
4. Крашенинников О. Н., Белогурова Т. П., Мальцев Л. И., Кравченко И. В. К проблеме утилизации золоотходов от сжигания водоугольного топлива // Строительные материалы. 2010. №11. С.10-11.

**Прочностные характеристики клеедеревянных элементов**

**Глушко Е. Н.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра промышленного и гражданского строительства)

**Abstract.** By one of priority directions of development of economy of our country it is connected with introduction of new effective building materials and products which should differ profitability and high operational properties. Wood and wood composites concerns such materials. Now, active workings out on increase of their durability are conducted.

Как эффективный строительный материал, клееную древесину используют для производства панелей, щитов, брусьев, досок из кусковых отходов, деревообработки, лесопиления. Выпускают комбинированные столярные плиты. Из шпона получают фанеру, древесно-слоистые пластики.

На прочность склеивания древесины влияет наклон волокон, влажность, соотношение ранней и поздней древесины, пористость, химический состав. Прочность склеивания растет по мере увеличения содержания целлюлозы и линейно связана с пористостью, зависит от вида применяемого клея, характера обработки поверхности и конструктивным особенностям.

Подверженные меньшему влиянию анизотропии, в меньшей степени возгоранию и гниению, усушке и короблению, стойкости при воздействии агрессивной воздушной среды, водостойкости, клееные деревянные конструкции с учетом низкой средней плотности, конкурируют с железобетонными и стальными конструкциями. Преимущества клееной древесины – в возможности получения из маломерного материала изделий сложной формы или крупных конструктивных элементов для сельскохозяйственных и промышленных предприятий, выставочных и торговых павильонов, спортивных комплексов, зданий и сооружений сборно-разборного типа, с соответствующими прочностными характеристиками, низкими трудозатратам, малыми сроками возведения объекта.

Предварительно напряженные клееные деревянные конструкции армируют стальными стержнями, повышая в два раза несущую способность сплошных или пустотелых балок по сравнению с цельнодеревянными.

Специальные свойства плит из древесно-слоистого пластика (ДСП – из листов шпона, измельченной древесины или опилок, пропитанных

полимерами резольного типа и склеенных в процессе термической обработки под давлением) регулируются введением добавок в стружечную массу, повышающих прочность и долговечность. Для повышения биостойкости вводят антисептики, огнестойкости – антипирены, водостойкости – гидрофобизаторы.

Применение клееных плит с учетом прочностных качеств позволяет на 20% снизить себестоимость полов по сравнению с дощатыми за счет снижения стоимости материалов и трудозатрат.

При использовании клееных изделий в строительстве экономия деловой древесины составляет до 20%, а стоимость конструкций уменьшается в 3-4 раза по сравнению со стоимостью конструкций из цельной древесины.

Конструкции из клееной древесины позволяют уменьшить массу зданий в 2,5-3 раза, снизить трудозатраты на 25-30%, сократить сроки строительства в 1,5-2 раза и уменьшить стоимость на 7-10%.

Технологичность – высокая прочность за счёт плотной структуры материала клеевых соединений даёт возможность изготовления конструкций длиной до 36 метров, дающих новые возможности при решении архитектурных и дизайнерских замыслов, при высокой заводской готовности – позволяет в кратчайшие сроки и с минимальными затратами возводить комфортное индивидуальное жильё.

Надёжность достигается за счёт высоких показателей несущей способности при малом весе, наряду с повышенными показателями сейсмостойкости.

Существенные недостатки даже клеёной древесины: горючесть, гниение, гигроскопичность, которая приводит к трещинообразованию и частичной потере несущей способности, не препятствуют выбору древесины как основного материала для строительства жилья и его отделки, расширению области применения натуральной древесины, создания строений с индивидуальной архитектурой, меньшей себестоимостью строительства, минимальными эксплуатационными затратами.

Основные направления повышения прочностных качеств и возможности применения клеедеревянных элементов это – повышение гидрофобности, как отдельных изделий, так и сооружений в целом, повышение стабильности геометрических размеров изделий и конструкций, повышение сейсмостойкости конструкций, обеспечение

высокой пожарной безопасности зданий, сооружений и конструкций, обеспечены высокой антисептической защищённостью зданий, сооружений и конструкций, создание экологически чистого жилища, обеспечение возможности строительства и эксплуатации в самых сложных климатических, горно-геологических и сейсмических условиях.

Выявлены закономерности температурных колебаний на прочность клееной древесины. Уже при 30°C прочность падает до 25%. СНиП учитывает падение прочности деревянных конструкций при температуре выше 35 градусов С. Некоторые виды клеев, результаты испытания которых отражены в современных исследованиях, уже широко применяемые для изготовления ограждающих и несущих конструкций, не входят в перечень рекомендуемых СНиП 11-25-80. Например, меламино-мочевино-формальдегидный клей (ММФ) имеет прочность выше рекомендуемого карбамидоформальдегидного клея марки КФ-Ж, а также акрилового и казеинового. Испытания двух- и четырёхслойных образцов при поперечном изгибе, с подбором оптимального давления прессования образцов, показали, что прочность шва меняется с увеличением толщины шва свыше 0,15 мм. При длительных механических испытаниях поперечным изгибом получена зависимость долговечности ( $\tau$ ) образцов из клееной древесины от напряжения ( $\sigma$ ) и температуры ( $T$ ) описывается обобщенным уравнением С.Н. Журкова  $\tau = \tau_m \exp \left[ \frac{U_0 - \gamma \sigma}{RT} \left( 1 - \frac{T}{T_m} \right) \right]$

Где  $\tau_m$  – период колебаний кинетических единиц, с;  $T_m$  предельная температура существования материала,  $U_0$  – максимальная энергия активации разрушения кДж /моль;  $\gamma$  – структурно-механическая константа, кДж/(мольхК)

Термофлуктуационные константы, определяются из экспериментальных зависимостей, значения которых показывают, изменение всех констант для клеендеревянных образцов по сравнению с цельнодеревянными. О влиянии клеевой прослойки на долговечность и прочность клеендеревянных элементов указывает максимальная энергия активации, близкая энергии активации разрушения целлюлозы для трёхслойных образцов с температурой полюса, соответствующей температуре разложения полимерной клеевой прослойки. Рассчитанные значения коэффициентов линейного термического расширения при исследовании влияния количества слоёв в сравнении с цельной древесиной

доказывают, что коэффициент температурного расширения клееной древесины меньше, чем для цельной. Объясняется это взаимным сдерживанием слоями дерева и клея. Это создаёт дополнительные напряжения в материале, на границе клей-древесина, и влияет на несущую способность. А при температуре

80° – 50° разрушение проходит по клеевому шву. Зависимость долговечности от напряжения и температуры при скалывании имеет линейный характер и образует так называемый «обратный пучок», описанный уравнением, предложенным Ярцевым В.П. и объясняется особенностями микро- и макро- структуры древесины.  $\tau =$

$$\tau_m^* \exp\left(\frac{U_\sigma^* - \gamma^* \sigma}{RT} \left(\frac{T_m^*}{T} - 1\right)\right)$$

Где  $\tau_m^*$   $T_m^*$   $U_0^*$   $\gamma^*$  эмпирические константы

При температуре выше 40°С до 50% образцов разрушаются по клею эксперименты по определению модуля упругости и времени достижения заданного прогиба образцов из клееной и цельной древесины при поперечном изгибе подтверждают большую деформативность клееной древесины по сравнению с цельной.

Функция вида:  $\varepsilon = (k_1 + k_2 \sigma + k_3 T) - k_4 (k_5 + k_6 \sigma + k_7 T) e^{k_8 \tau}$

в координатах относительных деформаций от времени ( $\varepsilon - \tau$ )

описывает для цельных и клееных образцов кинетические кривые деформирования изгибом

где  $k_1, \dots, k_5$  – коэффициенты;  $T$  – температура, °С;  $\sigma$  – напряжения, МПа;

$\tau$  – врем, мин.

Определяются значения коэффициентов для функции относительных прогибов цельных и клееных образцов.

Функция относительных деформаций сжатия поперёк волокон для клееных образцов:  $\varepsilon = k_1 + k_2 \sigma^2 + k_3 T + (k_4 + k_5 \sigma + k_6 T + k_7 \sigma T) \ln \tau$

где  $k_1, \dots, k_7$  – коэффициенты;  $T$  – температура, °С;  $\sigma$  – напряжения, МПа;

$\tau$  – врем, мин.

Определяются значения коэффициентов для функции относительных деформаций двух- и четырёхслойных клееных образцов.

Прогнозировать прогибы и деформации сжатия поперёк волокон клееных деревянных элементов можно, применяя уравнения описания для

цельных и клееных образцов кинетических кривых деформирования изгибом и функции относительных деформаций сжатия поперёк волокон для клееных образцов.

Кратковременную прочность изгибаемых клееных элементов снижают температурно- влажностные воздействия. Построенная по формуле

$$\sigma_w = \left( \frac{\sigma_{12}}{1 + \alpha(W - 12)} \right)$$

теоритическая кривая зависимости прочности при изгибе от влажности для цельнодеревянных элементов, не соответствует для образцов из клееной древесины, экспериментальной кривой, описанной другой зависимостью влияния циклических температурно-влажностных воздействий

Меняется кратковременная прочность клееных образцов, подверженных ультрофиолетовому облучению и старению с позиций термофлуктуационной концепции с учётом термофлуктуационных констант, полученных при испытаниях на долговечность. Уже при малых напряжениях образцы разрушались по клею, что связано с термо- и фотодеструкцией клеевой прослойки.

При изучении влияния агрессивных сред на прочность клееных элементов при изгибе В.П.Ярцевым Д.В. Антиповым определены поправки в виде функциональных зависимостей, показывающих значительное падение прочности клееных образцов по сравнению с цельнодеревянными. Для прогноза долговечности клеедеревянных элементов, подверженных действию жидких агрессивных сред уравнение

$$\tau = \tau_m \exp \left[ \frac{U_0 - \gamma \sigma}{RT} \left( 1 - \frac{T}{T_m} \right) \right]$$

Умножают на соответствующую поправку выведенного влияния длительного действия агрессивных сред на прочность клееных образцов.

Влияние нагрузки, длительности её действия и температуры эксплуатации на распределение деформаций по сечению клеедеревянной балки определяется величиной поправок к структурно-механическому фактору  $\gamma$

Коэффициент  $\gamma$  в уравнении

$$\tau = \tau_m \exp \left[ \frac{U_0 - \gamma \sigma}{RT} \left( 1 - \frac{T}{T_m} \right) \right]$$

При расчёте долговечности и длительной прочности клеедеревянных балок отражает чувствительность материала к нагрузке, как было

показано С.Б. Ратнером и В.П. Ярцевым, для поперечного изгиба определяется зависимостью:

$$\gamma = d\gamma_d = \frac{\gamma_d}{2}$$

где  $d=0,5$  – при изгибе;  $\gamma_d$  – компонента, описывающая изменение формы тела при нагружении, отражает нестабильность линейных перемещений под нагрузкой во времени и при изменении температуры.

Компонент  $d$  теоретически вычислен Б.И. паншиным, исходя из постоянства объёма тела при малых нагрузках.

Экспериментальные результаты на моделях клееных восьмислойных балках, пролётом 1000мм и сечением 80x40 показали, что при 18°C эпюры деформаций близки к линейным и симметричны. Значения деформаций не превышают расчётных. С повышением температуры и нагрузки значения фактических деформаций не совпадают с расчётными, а эпюры деформаций в крайних зонах меняют наклон. При повышении температуры нейтральный слой смещается к нижней зоне, а при фиксированной – с увеличением нагрузки меняется незначительно.

Зависимость превышения фактическими деформациями расчётных для сжатой части сечения описывается аналитически функцией:

$$\omega_T = \frac{\epsilon_\phi}{\epsilon_p} = 0,0014T^2 + 0,0052T + 0,4402$$

Где  $T$  – температура °C.

При длительных воздействиях нагрузки происходит перераспределение деформаций по сечению клееной балки. Максимальные деформации сжатия уменьшаются, а растягивающие увеличиваются и превышают сжимающие более чем в 2 раза. Осреднённую кривую для отношения фактических деформаций к расчётным во времени можно описать функцией:

$$\omega_\tau = \frac{\epsilon_\phi}{\epsilon_p} = 0,0003\tau^2 + 0,0089\tau + 0,9798$$

Где  $\tau$  – время, сутки. Полученные зависимости используются для введения поправок к структурно-механическому фактору при вычислении долговечности и длительной прочности клееных деревянных балок

$$\gamma_\tau = \gamma * \omega_\tau$$

Получены экспериментальные зависимости долговечности моделей клееных деревянных балок и образцов от напряжений при 20°С, построены величины разрушающего напряжения при стандартных испытаниях.

Использование этих результатов позволит повысить надёжность проектируемых клееных деревянных конструкций.

#### Литература

1. Наназашвили И. Х, Важнейшая экономическая задача – увеличение объемов глубокой переработки древесины / Наназашвили И.Х. // Строительные материалы. – М. 2003. – № 7. – С. 35-36.
2. Иванов Ю.М. Исследования физических свойств древесины / Иванов Ю.М., Баженов В. А. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 239 с.
3. ГОСТ 21 126-75. Методы ускоренных испытаний на долговечность и сохраняемость в агрессивных средах (общие положения). М.: Госстандарт СССР, 1982 – 74 с.
4. Иванов Ю. М. О методе оценки длительной прочности древесины и фанеры Иванов Ю.М., Лобанов Ю.А. // ИВУЗ: Строительство. – Новосибирск, 1977. № 9.-С 25-30.
5. Иванов Ю.М. Длительная прочность древесины при растяжении поперек волокон /
6. Иванов Ю.М. О физико-механических испытаниях модифицированной древесины / Иванов Ю.М. // Пластификация и модификация древесины. – Рига, 1970. – С. 17-25. УиГ
7. Машкин Н.А. Эксплуатационная стойкость модифицированной древесины в строительных изделиях / Машкин Н.А.// Изд. вузов. Строительство-
8. Хрулев В. М. Оценка старения модифицированной древесины измерением давления набухания / Хрулев В.М., Машкин Н.А.// Изд. вузов. Лесной журнал. – 1983 № 4. – С. 91-96.
9. Цвиковски Т. Композиционные материалы на основе древесины и полиэфирной смолы / Цвиковски Т.// Пластические массы. – М., 1982 № 7-С.50-51.
10. Орловский Ю.И. Пропитка древесины серой / Орловский Ю.И., Панов В.В., Манзий с.л, Манзий В.П. // Изд. вузов. Строительство. – Новосибирск, 1984- Мб- С. 74-76.
11. Комплексная защита древесины // Строительные материалы. – М., 2003. №5.- С. 35.

12. Крашенинникова Н.Н. Эффективные средства био- и огнезащиты древесины/ Крашенинникова Н.Н. // Строительные материалы. – М., 2003. № 5. – С. 44-45.
13. Славик Ю.Ю. Защитно-декоративные лакокрасочные акриловые составы для деревянных конструкций и изделий / Славик Ю.Ю., Гусаров Е.Ф. // Строительные материалы. – М., 2003. № 5. – С. 38-39.
14. Ярцев В.П. Влияние температуры и УФ-облучения на несущую и деформационную способность клееной древесины /Ярцев В.П., Антипов Д.В. Киселёва О.А.// Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. Воронеж 2009. С 7-13.
15. Киселёва О.А. Влияние внешних факторов на механические свойства клееной древесины/ Киселёва О.А., Ярцев В.П., Антипов Д.В.//Сборник материалов V11 Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы строительства и строительной индустрии». – Тула, 2006. – С. 7 – 18.
16. Ярцев В.П. Влияние температуры на напряженно-деформированное состояние и долговечность клееной баки/ Ярцев В.П., Антипов Д.В.//Промышленное и гражданское строительство. – Москва, 2010. – №9. – С.46 – 48.

## Разложение бадделеитового концентрата методом спекания с карбонатами кальция и натрия с применением предварительной механоактивации

Калинкин А. М.<sup>1,2</sup>, Балякин К. В.<sup>1</sup>, Калинкина Е. В.<sup>1,2</sup> (г. Апатиты,<sup>1</sup> Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева Кольского НЦ РАН,<sup>2</sup> АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра химии и строительного материаловедения)

**Аннотация.** Изучено влияние предварительной механоактивации на твердофазный синтез кислоторастворимых цирконатов при спекании бадделеитового концентрата ОАО «Ковдорский ГОК» с карбонатами кальция и натрия. Показано, что предварительная механоактивация позволяет снизить температуру спекания на 200-250°С при обеспечении высокой степени образования цирконатов.

**Abstract.** The influence of preliminary mechanical activation on solid state synthesis of acid-soluble zirconates during sintering of baddeleyite concentrate produced by JSC «Kovdorsky GOK» with calcium and sodium carbonates has been studied. It has been shown that preliminary mechanical activation reduces the sintering temperature by 200-250°С, while ensuring a high degree of zirconates formation.

**Ключевые слова:** бадделеит, карбонаты кальция и натрия, механоактивация, спекание  
**Key words:** baddeleyite, calcium and sodium carbonates, mechanical activation, sintering

Ковдорское месторождение бадделеита (природного диоксида циркония) – единственное промышленно освоенное в нашей стране месторождение циркониевого сырья. В ИХТРЭМС КНЦ РАН предложены способы переработки бадделеита на чистый  $ZrO_2$ , основанные на его спекании с карбонатом кальция при температуре 1150-1200°С с получением растворимого в кислоте цирконата кальция [1,2]. Их недостатком являются жесткие условия перевода бадделеита в цирконат кальция при спекании. Синтез кислоторастворимого цирконата натрия из бадделеитового концентрата (БК) и соды с приемлемой скоростью также протекает при достаточно высоких температурах (не ниже 1100-1200°С). Одним из способов интенсификации физико-химических процессов с участием твердых веществ является механическая активация (МА). Целью данной работы является изучение влияния МА смесей БК с карбонатом

кальция и содой на твердофазный синтез кислоторастворимых цирконатов. МА смесей проводили в центробежно-планетарной мельнице АГО-2 при центробежном факторе 40 g в воздушной атмосфере.

На основе проведенных физико-химических исследований [3] были определены и экспериментально проверены условия получения цирконата кальция из БК: предварительная совместная МА БК с  $\text{CaCO}_3$  в течение 10 мин, спекание при  $900^\circ\text{C}$  продолжительностью до 5 час. На рис. 1 приведены степени превращения для предварительно механоактивированных в течение 10 мин смесей (БК+ $\text{CaCO}_3$ ) и (синтетический бадделеит +  $\text{CaCO}_3$ ) в зависимости от продолжительности нагрева при  $900^\circ\text{C}$ . Мольное отношение  $\text{ZrO}_2:\text{CaCO}_3$  в смесях равнялось 1. Из представленных на рис. 1 данных следует, что МА существенно увеличивает скорость взаимодействия БК с кальцитом. Следует отметить, что для синтетического бадделеита по сравнению с БК степени превращения  $\alpha$  заметно больше, что связано со стабилизацией решетки природного диоксида циркония присутствующими в нем примесями.

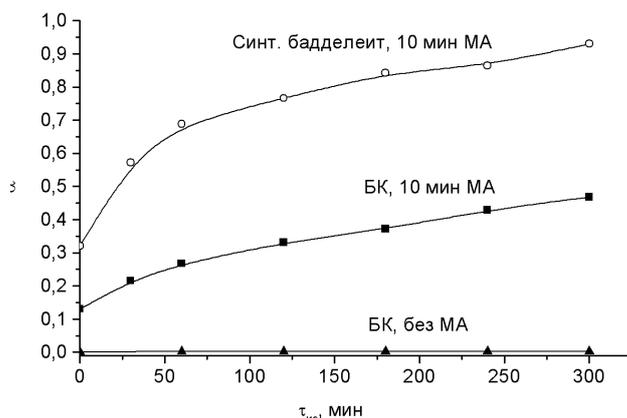


Рис. 1. Влияние МА на степень превращения ( $\alpha$ ) бадделеитового концентрата и синтетического бадделеита в цирконат кальция от продолжительности нагрева при  $900^\circ\text{C}$ .

С учетом полученных данных с целью уменьшения диффузионных затруднений при синтезе цирконата кальция изучено влияние добавки хлорида кальция на степень образования  $\text{CaZrO}_3$ . Исследования, проведенные с применением математического планирования эксперимента, показали, что введение в исходную шихту 0,25 мол. %  $\text{CaCl}_2$ , ее последующая МА в течение 10-12 мин и прокаливание при  $900-950^\circ\text{C}$  в течение 2,5-3 час позволяют диоксид циркония из БК перевести в кислоторастворимый цирконат кальция на 95-98%.

В смесях (БК+Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) соду по отношению к бадделеиту брали с 5% избытком в сравнении со стехиометрическим количеством. По данным термического анализа предварительная МА смеси БК и соды существенно интенсифицирует взаимодействие компонентов при нагревании. Ход термогравиметрических кривых (не приведены) указывает на то, что в случае МА-смеси основная убыль массы в результате разложения соды протекает в интервале, сдвинутом примерно на 150°C в сторону меньших температур по сравнению с исходной смесью. Ускорение разложения соды под влиянием МА и понижение температуры образования Na<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> подтверждаются также данными дифференциальной сканирующей калориметрии: эндоэффекты плавления и разложения соды в случае механоактивированной и исходной смесей расположены в области 650-950°C и 840-1050°C соответственно.

Влияние времени и режима МА, а также продолжительности и температуры прокаливании на степень разложения БК при спекании с содой показано на рис. 2 и 3. Совместная МА БК и соды в течение 10 мин и последующее нагревание при 900°C в течение 2 ч позволяет более чем на 90% перевести бадделеит в Na<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> (рис. 2). Для исходной смеси степень разложения БК при этих условиях составляет около 40%. Наибольшее увеличение интенсивности взаимодействия БК и соды наблюдается в первые 5 мин МА (рис. 3). При увеличении времени МА до 10 мин прирост скорости образования цирконата натрия снижается, по-видимому, вследствие релаксационных процессов.

Согласно полученным результатам совместная МА более предпочтительна по сравнению с отдельной (рис. 2 и 3). Ускорение химической реакции за счет предварительной МА реагентов является результатом действия двух основных факторов: 1) уменьшения размеров частиц, которое сопровождается ростом межфазной поверхности; 2) возникновения дефектов кристаллической решетки, приводящих к накоплению избыточной энергии, уменьшающей эффективную энергию активации химического превращения. При отдельной МА бадделеит подвергается более интенсивной механической обработке по сравнению с совместной МА, что приводит к заметно более выраженным структурным изменениям. Вместе с тем, согласно полученным данным удельная поверхность бадделеита после 10 мин отдельной МА составила 4.3 м<sup>2</sup>/г, а аналогичная величина для минерала выделенного из смеси с содой после

10 мин совместной МА равнялась 11.2 м<sup>2</sup>/г. Более эффективное диспергирование бадделеита в присутствии соды, по-видимому, объясняется уменьшением скорости противоположного процесса – агрегации частиц минерала. Из двух указанных факторов в данном случае, вероятно, первый является преобладающим, что и объясняет повышенную степень разложения БК при совместной МА по сравнению с отдельной.

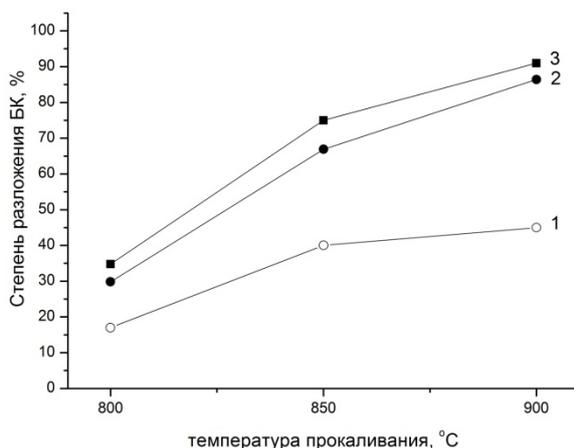


Рис. 2. Степень разложения БК при спекании с содой в зависимости от температуры прокаливания: 1 – без МА, 2 – после 10 мин отдельной МА, 3 – после 10 мин совместной МА. Продолжительность прокаливания – 2 ч.

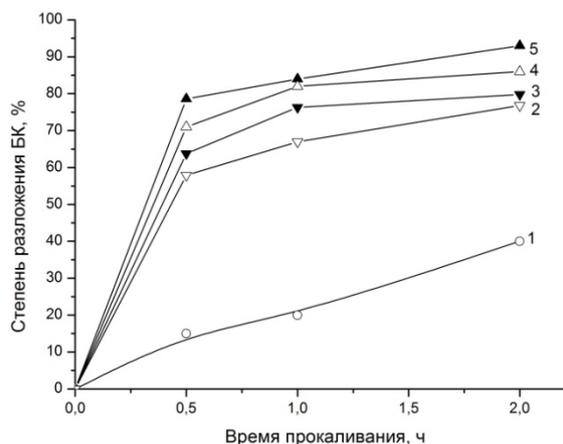


Рис. 3. Степень разложения БК при спекании с содой в зависимости от времени прокаливания при 900°C: 1 – без МА, 2 – после 5 мин отдельной МА, 3 – после 5 мин совместной МА, 4 – после 10 мин отдельной МА, 5 – после 10 мин совместной МА.

Таким образом, определены условия приготовления исходных смесей, содержащих БК, кальцит и соду, а также режимы МА, которые позволяют снизить температуру прокаливания на 200-250°C при обеспечении высокой степени образования цирконатов кальция и натрия для дальнейшей переработки на высокочистый диоксид циркония.

## Литература

1. Воскобойников Н. Б., Скиба Г. С. Получение высокочистого диоксида циркония из бадделеита // ЖПХ. 1994. Т. 69. № 5. С. 723-726.
  2. О возможности комплексной переработки бадделеитового концентрата / В.Н. Лебедев [и др.] // ЖПХ. 2004. Т. 77. № 5. С. 712-714.
- Калинкин А.М., Балякин К.В., Калинкина Е.В. Кинетика двухстадийного механохимического синтеза цирконата кальция в системе CaCO<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub> // ЖОХ. 2013. Т. 83. № 8. С. 1247-1257.

## Применение механоактивации для получения вяжущих из техногенного сырья Кольского региона

Калинкин А.М.<sup>1,2</sup>, Гуревич Б.И.<sup>1</sup>, Калинкина Е.В.<sup>1,2</sup>, Тюкавкина В.В.<sup>1</sup>, Мазухина С.И.<sup>3</sup> (г. Апатиты,<sup>1</sup> – Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского НЦ РАН; <sup>2</sup> – АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра химии и строительного материаловедения; <sup>3</sup> – Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН)

**Аннотация.** С целью разработки бесклинкерных вяжущих изучены процессы твердения геополимерных композиций на основе гранулированного шлака комбината «Печенганикель», нефелинового концентрата и жидкого стекла, а также на основе шлака, кальцита и воды с применением механоактивации.

**Abstract.** Hardening processes of geopolymer compositions based on granulated slag from “Pechenganickel” combine, nepheline concentrate and liquid glass as well as of those based on the slag, calcite and water prepared using mechanical activation have been studied for the purpose of clinker free binding materials development.

**Ключевые слова:** геополимеры, гранулированный шлак, цветная металлургия, нефелин, кальцит, механоактивация.

**Key words:** geopolymers, granulated slag, non-ferrous metallurgy, nepheline, calcite, mechanical activation.

Использование техногенного сырья для получения вяжущих находится в русле актуальной проблемы современного строительного материаловедения – поиска путей снижения потребления портландцемента. Одним из направлений для решения этой задачи является разработка бесклинкерных вяжущих, среди которых большое внимание уделяется геополимерам. Ранее в ИХТРЭМС КНЦ РАН были разработаны геополимеры на основе жидкого стекла (ЖС) и отходов производства меди и никеля – гранулированных магнезиально-железистых шлаков ОАО «Кольская ГМК» [1]. Представляет значительный интерес расширение сырьевых источников для получения геополимеров за счет использования других видов сырья, а также поиск альтернативных активизаторов твердения шлака на основе доступных реагентов и минералов в составе отходов горнорудных предприятий с целью частичной или полной замены дорогостоящего ЖС. В данной работе изучены

процессы твердения геополимерных композиций на основе гранулированного шлака комбината «Печенганикель», нефелинового концентрата (НК) и ЖС, а также на основе шлака, кальцита и воды с применением механоактивации (МА). В предыдущих работах мы показали, что МА шлака в атмосфере углекислого газа приводит к его карбонизации за счет механосорбции  $\text{CO}_2$ . В результате повышается реакционная способность шлака и прочность геополимеров на его основе [2]. В данном исследовании мы провели карбонизацию шлака не через газовую фазу, а ввели  $\text{CO}_3^{2-}$ -ион на стадии МА в составе карбонатного минерала – кальцита. С этой целью была проведена совместная МА шлака с небольшими добавками кальцита и изучены процессы, протекающие при твердении полученных образцов с использованием воды в качестве затворителя.

МА проводили в лабораторной центробежно-планетарной мельнице АГО-2 при центробежном факторе 40 g. В качестве мелющих тел использовали стальные шары диаметром 8 мм. Отношение массы шаров к массе измельчаемого образца составляло 6:1. При получении геополимерных материалов основные параметры – количество и модуль ЖС, водотвердое отношение (В/Т) и др. – задавали, учитывая проведенные ранее исследования [1]. ЖС применяли с модулями 1.5 и 1.59. Содержание ЖС в композиции рассчитывали в процентах  $\text{Na}_2\text{O}$  от массы сухих компонентов. В/Т рассчитывали с учетом воды в составе ЖС. Установлено, что при близких удельных поверхностях НК, значениях В/Т и количествах  $\text{Na}_2\text{O}$  в образцах композиции НК-ЖС атмосфера МА (воздух или  $\text{CO}_2$ ) незначительно влияет на прочность (табл. 1).

Добавка шлака к НК приводит к увеличению прочности. Если для образца №1 она к 360 суткам составляет 4.9 МПа, то для №7 она равна 21.9 МПа, что в 4.7 раза выше. С увеличением количества шлака в композиции более 5 мас.% получено водостойкое вяжущее с коэффициентом водостойкости  $K_p^{28}$ , равным 0.85-91, при высокой воздухоустойкости ( $K_b^{28}=1.4-2.2$ ).

При изучении свойств композиции на основе механоактивированных смесей шлака комбината «Печенганикель» и карбоната кальция в экспериментах использовали  $\text{CaCO}_3$  (кальцит) квалификации «ч». Данные по прочности при сжатии образцов, приготовленных из МА-шлака и его смесей с различным содержанием кальцита для образцов в 7- и 28-сут возрасте

приведены в табл. 2. В согласии с полученными ранее данными шлак после МА в воздушной среде (№2) по сравнению с МА в углекислом газе (№1) проявляет очень слабую способность к гидравлическому твердению. Прочность образцов на основе шлака, механоактивированного в CO<sub>2</sub>, на порядок выше, чем для чистого шлака после МА в воздушной среде (табл. 2).

Таблица 1. Влияние количества шлака в композиции шлак-НК-ЖС на прочность при сжатии геополимерного материала, твердеющего во влажной среде (ЖС: модуль 1.59, Na<sub>2</sub>O – 2.68 мас.%).

Обр., №	Состав, мас.%		Суд, м <sup>2</sup> /кг	В/Т	Rсж через ... сут, МПа			
	НК	шлак			7	28	180	360
Среда МА – CO <sub>2</sub>								
1	100	-	986	0.22	2.3	2.5	4.9	4.9
2	99	1	983	0.30	2.4	2.7	5.8	6.5
3	97	3	975	0.28	3.3	3.5	7.2	7.0
4	95	5	858	0.28	4.2	5.3	9.7	11.6
5	90	10	959	0.27	5.7	9.2	14.0	17.2
6	80	20		0.25	9.2	15.5	16.0	18.6
7	70	30		0.24	13.2	18.5	21.1	21.9
Среда МА – воздух								
8	99	1	1016	0.30	2.7	3.7	5.7	6.7
9	97	3	1007	0.28	3.2	4.2	7.1	7.7
10	95	5	1022	0.28	3.9	5.6	7.6	9.8
11	90	10	996	0.27	5.7	7.4	9.4	11.5

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что существует оптимальное количество добавленного к шлаку кальцита, соответствующее содержанию в нем CO<sub>2</sub> 0.5 мас. % (№4), которое обеспечивает после совместной МА в воздушной среде ощутимый прирост прочности. Прочность образцов состава №4 в 7- и 28-суточном возрасте составила 10.9 и 23.8 МПа соответственно, что сопоставимо с аналогичными значениями для образца на основе чистого шлака после МА в углекислом газе (№1). По сравнению с образцами состава №4 как снижение количества добавленного к шлаку кальцита (№2 и 3), так и его повышение (№5-7) приводит к падению прочности.

С целью лучшего понимания процессов, протекающих при твердении исследованных образцов, было проведено термодинамическое моделирование взаимодействия компонентов изученных композиций

шлак-кальцит-вода при 25°C и стандартном давлении с использованием программного комплекса «Селектор».

Таблица 2. Влияние состава композиций шлак-кальцит на прочность при сжатии (продолжительность МА – 330 с, затворитель – вода)

№ состава	Кальцит (CO <sub>2</sub> ), мас.% по отн. к шлаку	Атмосфера МА	В/Т	Предел прочности при сжатии, МПа через..., сут	
				7	28
1	-	CO <sub>2</sub>	0.24	13.0	15.6
2	-	воздух	0.23	0.6	1.0
3	0.57 (0.25)	воздух	0.21	1.4	8.0
4	1.12 (0.5)	воздух	0.21	10.9	23.8
5	2.22 (1.0)	воздух	0.21	2.2	2.2
6	4.35 (2.0)	воздух	0.21	1.5	2.8
7	6.39 (3.0)	воздух	0.21	1.7	3.6

Моделирование процессов, происходящих при твердении механоактивированных смесей шлака и кальцита проводилось с учетом того, что при МА кальцит разлагается до CO<sub>2</sub> и оксида кальция, который при контакте с водой практически сразу образует портландит Ca(OH)<sub>2</sub>. Согласно расчету это создает при повышенной щелочности благоприятные условия для образования гидросиликатов Ca и Mg, в частности тремолита Ca<sub>2</sub>Mg<sub>5</sub>Si<sub>8</sub>O<sub>22</sub>(OH)<sub>2</sub>, что говорит об усилении вяжущих свойств этой композиции.

Таким образом, показана возможность получения геополимерных вяжущих на основе механоактивированных магнезиально-железистого шлака и НК, затворенных жидким стеклом. Установлено, что кальцит, добавленный в оптимальном отношении, как и углекислый газ, является активизатором твердения магнезиально-железистого шлака при условии применения механоактивации.

#### Литература

1. Гуревич Б.И. Вяжущие вещества из техногенного сырья Кольского полуострова / Апатиты: Изд. Кольского НЦ РАН, 1996. 179 с.
2. Geopolymerisation behavior of Cu-Ni slag mechanically activated in air and in CO<sub>2</sub> atmosphere / Kalinkin A.M. [et al.] // Int. J. Miner. Process. 2012. V. 112-113. P. 101-106.

## Техническое регулирование в строительстве

**Ермакова М. А.** (г. Мурманск, отдел государственного строительного надзора Министерства строительства и территориального развития Мурманской области)

**Аннотация.** Доклад посвящен системе технического регулирования в области строительства. На основе действующего законодательства определяются требования по безопасности зданий, сооружений, применяемых материалов и изделий. Одно из важнейших направлений деятельности по обеспечению безопасности объектов капитального строительства – формирование нормативной базы для выполнения работ по инженерным изысканиям, проектированию и строительству.

**Ключевые слова:** стандарт, нормативная база, технический регламент, свод правил, актуализация нормативных документов.

**Key words:** standard, regulatory framework, technical regulations, set of rules, updating of regulatory documents.

Главная цель Федерального закона РФ «О техническом регулировании» – создание основы единой политики в области стандартизации и сертификации. В результате принятия закона на отечественном правовом поле появилось созвездие новых норм, которые существенно меняют экономическую жизнь страны. Не менее важной целью принятия Федерального закона РФ «О техническом регулировании» является приведение российских процедур стандартизации и сертификации в соответствие с требованиями Всемирной торговой организации (ВТО) – World Trade Organization (WTO), и в первую очередь, с требованиями Соглашения ВТО по техническим барьерам в торговле.

В качестве основных нормативных элементов технического регулирования мировая практика определяет технические регламенты, международные, национальные и региональные стандарты, процедуры подтверждения соответствия, аккредитацию органов сертификации и испытательных лабораторий (центров), контроль и надзор.

Техническое регулирование является разновидностью государственного регулирования, которое предполагает использование юридических инструментов для реализации целей социально-экономической политики государства. В рамках государственного

регулирования происходит принуждение индивидов или организаций к соблюдению определенных обязательных требований под угрозой официальных санкций со стороны специализированных государственных структур и органов.

В соответствии со статьёй 2 ФЗ «О техническом регулировании» техническое регулирование – правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также в области установления и применения на добровольной основе требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг и правовое регулирование отношений в области оценки соответствия.

Один из важных принципов технического регулирования – принцип «независимости органов по аккредитации, органов по сертификации от изготовителей, продавцов, исполнителей и приобретателей» декларирует то, что органы и по аккредитации и сертификации не должны быть связаны ни с изготовителями (продавцами, исполнителями), ни с приобретателями никакими договорными обязательствами за исключением тех, которые предусмотрены действующими правилами.

Персонал этих органов должен быть защищен от попыток незаконного давления или других воздействий, которые могли бы повлиять на принимаемые решения. Руководители этих организаций должны разрабатывать меры, направленные на то, чтобы сотрудники не вступали в незаконные сделки с лицами, заинтересованными в финансовых результатах аккредитации и сертификации.

Единая система и правила аккредитации» означает, что аккредитация органов по сертификации, испытательных лабораторий и центров должна осуществляться в единой системе, а терминология, правила и процедуры аккредитации, применяемые в этой системе, должны быть основаны на единых принципах с учетом международного опыта, отраженного в руководствах международных и европейских стандартах в области аккредитации.

Принцип недопустимости совмещения полномочий органа государственного контроля (надзора) и органа по сертификации разграничивает сферы их деятельности.

В обязанности этих органов входит контроль за сертифицированной продукцией и другими сертифицированными объектами, однако уровень этого контроля различен: орган по сертификации контролирует выполнение его решений, а орган госнадзора контролирует деятельность органа по сертификации, проверяет, насколько точно выполняются его решения.

Принцип недопустимости совмещения одним органом полномочий на аккредитацию и сертификацию вводит запрет на возможность одной и той же организации быть и исполнителем, и контролером своей деятельности.

Согласно статье 2 ФЗ «О техническом регулировании» технический регламент – документ, который принят международным договором Российской Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или федеральным законом, или указом Президента Российской Федерации, или постановлением Правительства Российской Федерации и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации).

Технические регламенты применяются в целях:

- защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;
- охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений;
- предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей.

Технические регламенты содержат минимальные требования для обеспечения безопасности продукции (услуг) по ряду специфических вопросов.

В узком смысле безопасность – отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью нанесения ущерба, в широком – состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз или опасностей.

Проект технического регламента имеет право разработать любое лицо независимо от вида продукции или процесса, формы собственности и юридического статуса разработчика. Это, несомненно, демократично и позволяет полнее использовать интеллектуальный потенциал без ограничений.

Строительное сообщество России еще в 2004 году одним из первых включилось в разработку технических регламентов. Был создан Межотраслевой совет по техническому регулированию и стандартизации в строительной отрасли. Совместно с представителями других отраслей, входящих в состав Российского союза промышленников и предпринимателей, строители добились внесения поправок в Федеральный закон «О техническом регулировании» (Закон № 65-ФЗ от 01.05.2007), позволивших создать условия для интенсификации разработки технических регламентов в строительстве.

Ещё одной из поправок, принципиально изменивших ситуацию в строительстве, стала поправка к статье 5.1 ФЗ № 184, установившая особенности технического регулирования в области обеспечения безопасности зданий и сооружений. Это позволило принять «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (далее – ФЗ № 384), где учтены такие важные особенности регулирования, как необходимость установления обязательных требований к зданиям и сооружениям на всех этапах их жизненного цикла, индивидуальность каждого реализованного строительством проекта даже при его повторном применении, специфика оценки соответствия зданий и сооружений на стадии до и после завершения строительства и др.

Получив законодательную основу, представители общественных профессиональных объединений совместно с органами власти приняли активное участие в реализации ФЗ № 384 и формировании его доказательной базы, осуществляя целый ряд работ по техническому регулированию и стандартизации, а также ее гармонизацию с международными и региональными нормативными документами.

За рубежом в строительстве действуют не только технические нормы добровольного применения. К примеру, в Германии действует более 30% стандартов DIN, обязательных для применения, во Франции – более 300 обязательных стандартов NF, в США – более 12 тысяч стандартов, разработанных органами по стандартизации. Обязательными в международной практике становятся в том числе документы добровольного применения, если на них имеются ссылки в любых директивных (нормативных правовых) документах.

При активной поддержке и софинансировании со стороны национальных объединений изыскателей, проектировщиков и строителей в

сфере технического регулирования за последние три года вновь разработаны и актуализированы более 100 новых сводов и правил, 200 стандартов на строительные материалы и изделия, методы испытания, в том числе 153 межгосударственных стандарта и 30 проектов национальных приложений к еврокодам. В планах – разработка до 2015 года более 70 национальных документов, а также 35 межгосударственных строительных норм и международных сводов правил.

Несмотря на улучшения ситуации в области технического регулирования в строительстве, все еще существуют нерешенные проблемы.

В настоящее время очень остро стоит вопрос обеспечения взаимосвязи и координации принятого технического регламента о безопасности зданий и сооружений и других смежных законодательных и нормативных правовых актов.

В этой сфере действуют Градостроительный кодекс РФ, законы «Об энергосбережении...», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», приняты шесть технических регламентов, напрямую устанавливающих требования к объектам строительства: технический регламент о требованиях пожарной безопасности, о безопасности лифтов и др.

Подводя итоги, можно констатировать, что при активном взаимодействии профессионального сообщества и государства в РФ в целом создана система технического регулирования в строительстве, и активно развивается ее нормативно-техническая база.

Сегодня главная задача – взяв лучшее, что наработано международной и региональной практикой, сохранить принципы технического регулирования в строительстве, уже применяемые на национальном уровне, и совершенствовать национальную и межгосударственную нормативную техническую базу в строительстве.

Необходимо поддерживать и развивать институт саморегулирования в строительстве и с помощью созданных систем стандартизации и оценки соответствия реализовать главную цель саморегулирования – повышение уровня безопасности и качества объектов капитального строительства, снижение рисков для потребителей строительной продукции.

#### Литература

1. Федеральный закон № 184-ФЗ от 27.12.2002 «О техническом регулировании».

2. Федеральный закон № 384-ФЗ от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
3. Аронов И., Версан В., Теркель А. Основные вопросы задания требований безопасности в технических регламентах//Стандарты и качество.
4. Груздов В. Техническое регулирование как механизм обеспечения технологической безопасности Российской Федерации//Стандарты и качество.
5. Обыденов А. Ю. Техническое регулирование: мировой опыт и российское законодательство // Информационно-аналитический бюллетень, № 49.

## **Жесткость железобетонного изгибаемого элемента в процессе образования первой трещины**

**Котов А. А.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра промышленного и гражданского строительства*)

**Аннотация.** Разработана модель податливых опор для свободно опирающейся балки. Подтвержден динамический характер процесса образования первой трещины. Обоснована необходимость специального моделирования зоны сцепления арматуры с бетоном. Выявлено, что жесткость железобетонного элемента в результате образования трещины уменьшается в несколько раз.

**Abstract.** A model of the malleable supports for freely supported beam is developed. The dynamic nature of the process of formation of the first crack is confirmed. The necessity of special modeling of the contact area of reinforcement with concrete is justified. Revealed, that the stiffness of the reinforced concrete element as the result of formation of cracks will be reducing by several times.

**Ключевые слова:** конечный элемент, железобетонный стержень, трещина, жесткость.  
**Key words:** finite element, reinforced concrete element, first crack, stiffness.

В расчете общей деформативности и устойчивости строительных сооружений средствами компьютерных конечноэлементных комплексов [1] железобетон рассматривается как однородный материал с некими усредненными по континууму конструктивного элемента свойствами. В этих условиях очень важным является вопрос о способе усреднения механических свойств этого сложного материала. В рамках этой проблемы здесь рассматривается вопрос о фактической жесткости изгибаемого железобетонного стержня.

Сначала был рассмотрен бетонный элемент без арматуры с целью ответа на вопрос, насколько арматура увеличивает жесткость бетонного стержня. Анализировался стержень длиной 6м, прямоугольного сечения размерами 320х480мм, из бетона класса В25. Бетонное тело стержня было сформировано из восьмиузловых объемных конечных элементов размерами 50х40х40мм. Балка свободно опирается на податливые опоры, смоделированные пластинами на упругом основании с коэффициентами постели, соответствующими одному этажу кирпичной кладки. Податливость опор исключает концентрацию напряжений в опорных зонах, неизбежную при жестких опорах. Горизонтальные связи

установлены в минимально необходимом количестве. На следующем рисунке показана конечноэлементная модель бетонного стержня.

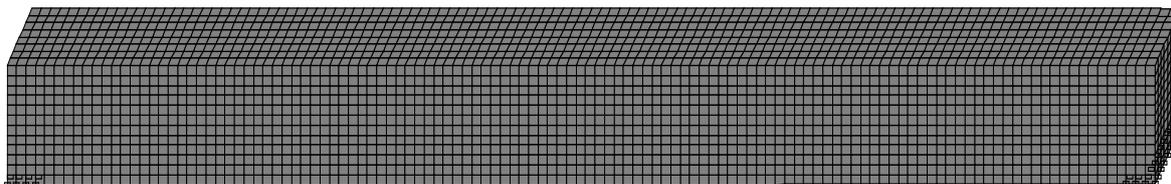


Рис.1 Конечноэлементная модель бетонного стержня

Бетонный стержень загружался до тех пор, пока наибольшие растягивающие напряжения не достигли предельного сопротивления растяжению при изгибе, которое для бетона В25 составило  $269\text{Т/м}^2$  [2]. Характерные его параметры в этом предельном состоянии представлены в первой строке таблицы 1. Числовые значения кривизны в этой таблице находились по формуле  $\square = \frac{2\square}{\Delta^2 + \square^2}$ , составленной в соответствии с расчетной схемой на рис.2.

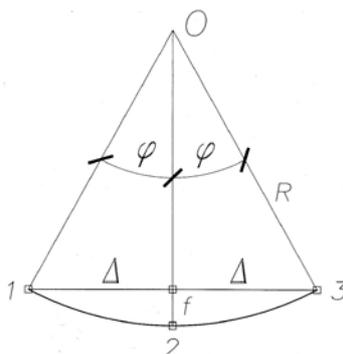


Рис.2. Схема для определения

Армирование бетонного стержня осуществлено пространственным каркасом. Арматура моделировалась стержневыми конечными элементами, связанными с бетоном в узлах его объемных конечных элементов. Во второй строке таблицы 1 представлены параметры состояния железобетонного стержня при нагрузке, соответствующей предельному состоянию аналогичного бетонного элемента.

Далее железобетонная балка догружалась до того состояния, пока наибольшие растягивающие напряжения в бетоне не достигли предельного сопротивления растяжению при изгибе  $269\text{Т/м}^2$ , т.е. до начала трещинообразования в бетоне. Это произошло при нагрузке  $0,600\text{Т/м}$ . Параметры состояния железобетонного стержня при этой нагрузке представлены в третьей строке таблицы 1.

В том поперечном сечении железобетонного стержня, где максимальное растягивающее напряжение в бетоне достигло величины предельного сопротивления  $269\text{Т/м}^2$ , создаем первую вертикальную трещину, дублируя и раздвигая узлы в этом сечении. При постоянной погонной нагрузке  $0,600\text{Т/м}$  трещину увеличиваем вверх, считая процесс развития трещины динамическим. Процесс развития первой трещины вверх при неизменной внешней нагрузке останавливаем в наших расчетах тогда, когда в бетоне над трещиной нормальные напряжения перестают быть растягивающими.

В процессе образования трещины бетон у ее берегов в зоне сцепления с арматурой оказывается в запредельном состоянии, он должен испытывать локальные микроразрушения. Они приводят к местному изменению свойств бетона в сторону уменьшения его жесткости. Это изменение жесткости отражаем в расчетной схеме путем уменьшения модуля упругости элементов, непосредственно связанных с арматурой и находящихся в ближайшей окрестности берегов трещины. Закон уменьшения модуля деформаций бетона для зоны сцепления с арматурой принимаем в виде  $E_{\square} = E / \square^{\square}$  при  $\square = 2$ . Это означает, что на каждом шаге из глубины зоны сцепления к трещине модуль упругости уменьшается вдвое.

В результате реализации такого процесса образования первой трещины состояние железобетонной балки после его завершения выглядит следующим образом.

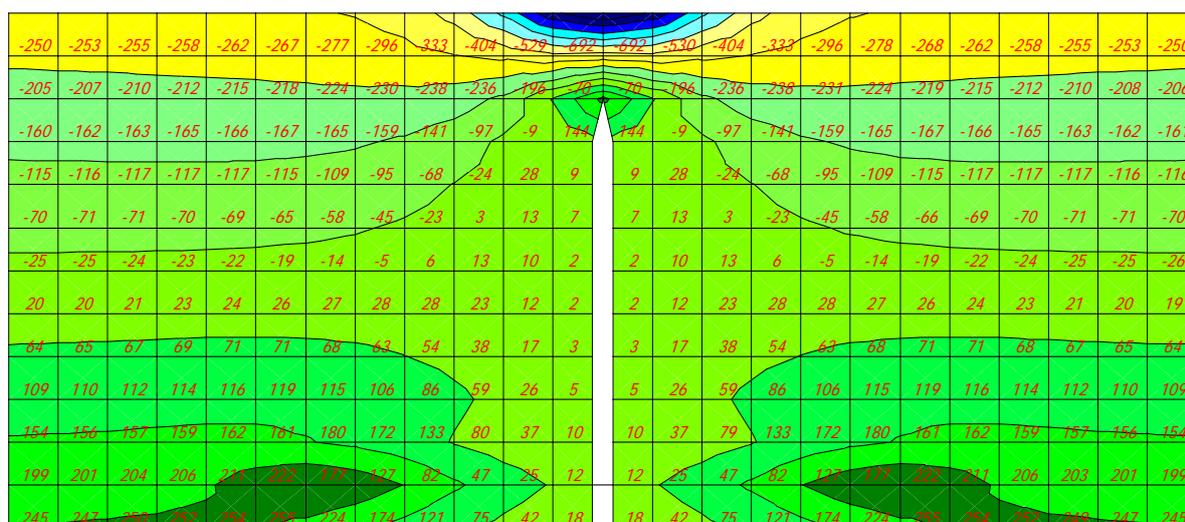


Рис. 3 Нормальные напряжения в бетоне в окрестности трещины

НДС железобетонного стержня после завершения образования первой трещины представлено также в таблице 1 последней строкой. По данным, представленным в этой таблице, построены графики зависимости изгибающего момента от кривизны для бетонного стержня и аналогичной железобетонной балки при загрузении последней до момента завершения образования первой трещины (рис.4). Из таблицы и диаграммы видно, что после армирования бетонного стержня его изгибная жесткость увеличилась незначительно: примерно на 6%. В процессе образования первой трещины локальная кривизна железобетонного элемента в ее окрестности увеличилась скачкообразно более чем в семь раз по сравнению с аналогичной кривизной железобетонного элемента без трещин; соответственно этому, т.е. тоже в семь с лишним раз, уменьшилась изгибная жесткость стержня. Это означает, что в изгибаемых железобетонных элементах при назначении их жесткостей в комплексных расчетных моделях сооружений трещины обязательно должны учитываться.

Таблица 1. Параметры состояния бетонной и железобетонной балок

Погонная нагрузка от собственного веса, Т/м	Полезная погонная нагрузка, Т/м	Полная погонная нагрузка, Т/м	Максимальный изгибающий момент, Тм	Максимальное растягивающее напряжение в бетоне, Т/м <sup>2</sup>	Кривизна $\kappa$ , 10 <sup>7</sup> мм <sup>-1</sup>	Изгибная жесткость $B$ , 10 <sup>-4</sup> Тм <sup>2</sup>
0,369	0,552	0,921	3,87	269	4,04	0,958
0,384	0,552	0,936	3,94	257	3,89	1,010
0,384	0,600	0,984	4,14	270	4,09	1,012
0,384	0,600	0,984	4,14	255	31,3	0,1323

СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО»

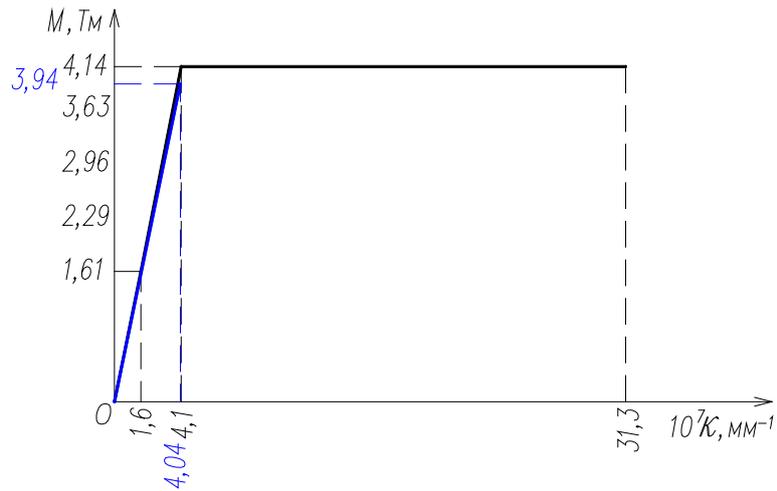


Рис.4 Диаграмма кривизна – момент

Литература

1. Карпиловский, В.С. и др. SCAD OFFICE. Вычислительный комплекс SCAD / В.С.Карпиловский, Э.З.Криксунов, А.А.Маляренко, М.А.Микитаренко, А.В.Перельмутер, М.А.Перельмутер. – М: Издательство СКАД СОФТ, 2007. – 591 с.
2. Безгодов, И.М. О соотношениях прочностных и деформативных характеристик бетона при сжатии, растяжении и растяжении при изгибе. / И.М.Безгодов – «Бетон и железобетон», 2012, №2, с. 2 – 5.

## **Инженерно-геологическая характеристика Ловноозерского медно-никелевого месторождения и оценка вскрышных пород как сырья для производства строительных материалов**

**Лашук В. В.<sup>1</sup>, Горбачева С. А.<sup>2</sup>, Усачева Т. Т.<sup>3</sup>** (<sup>1</sup> – г. Апатиты, АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра химии и строительного материаловедения, <sup>2</sup> – г. Мончегорск, ОАО «ЦКЭ», <sup>3</sup> – г. Апатиты, ИХТРЭМС КНЦ РАН),

**Аннотация.** Проведены комплексные исследования минерального состава, структуры, радиоактивности, физико-механических свойств рудосодержащих и вмещающих горных пород. Установлена пригодность вскрышных гранодиоритов и гнейсодиоритов для производства щебня для строительных работ (ГОСТ 8267) и для балластного слоя железнодорожного пути (ГОСТ 7392).

**Abstract.** A complex research of the mineral composition, structure, radioactivity, and physical-chemical properties of ore-bearing and overburden rock has been carried out. It has been established that overburden granite-diorite and gneiss-diorite can be used in the production of crushed aggregate for construction (State Standard 8267-93) and crushed railroad road-base material (State Standard 7392).

**Ключевые слова:** Ловноозерское медно-никелевое месторождение, рудосодержащие и вмещающие горные породы, гранодиориты, гнейсодиориты, оценка, сырье, строительный щебень.

**Key words:** Lovnoozero copper-nickel deposit, ore-bearing and overburden rock, granite diorite, gneiss-diorite, estimation, raw materials, broken natural stone.

Ловноозерское рудопроявление известно с 1934 года [1, 2]. Исследования, проведенные в послевоенное время (1949-67 г.г.) ведущими геологическими научными и производственными организациями (СЗТГУ, ВИМС, КФАН СССР и др.), позволили установить структуру Ловноозерского рудного района.

В период 1971-1979 г.г. осуществлялись научные тематические исследования и буровые работы на массивах базит-гипербазитов с целью определения перспективности этого района как сырьевой базы для ГМК «Печенганикель». Результаты исследования месторождений полезных ископаемых за послевоенный период приведены в монографии [3].

Детальные исследования вещественного состава руд, петрологические условия формирования Лапландского гранулитового пояса представлены в диссертационных работах и монографиях ученых КНЦ РАН

(Яковлев Ю.Н. и др., 1971,1974, 1979; Орсоев Д.А., 1985; Войтеховский Ю.Л., 1987; Козлов Н.Е., 1995; Нерович Л.И., 1999; и др.) [4].

В конце 90-х годов прошлого века Кольская ГМК проводила поисковые работы, а ОАО «ЦКЭ» совместно с финской компанией «Оутокумпу» осуществляла детальную разведку Ловноозерского медно-никелевого месторождения [5, 6]. Заключительным этапом таких работ является изучение инженерно-геологических условий промышленной отработки месторождения и возможности утилизации вскрышных пород [7]. Настоящая работа и посвящена решению этих задач.

Объектом исследований послужил керновый материал, который включал 114 образцов из 18 скважин и 6 технологических проб вскрышных пород. Опробование разведочных скважин проведено ОАО «ЦКЭ» (главный гидрогеолог Ананьев В.Н), а образцы и пробы комплексно исследованы в Отделе технологии строительных материалов (ОТСМ) ИХТРЭМС КНЦ РАН.

Схематическая геологическая карта Ловноозерского медно-никелевого месторождения приведена на рисунке 1.

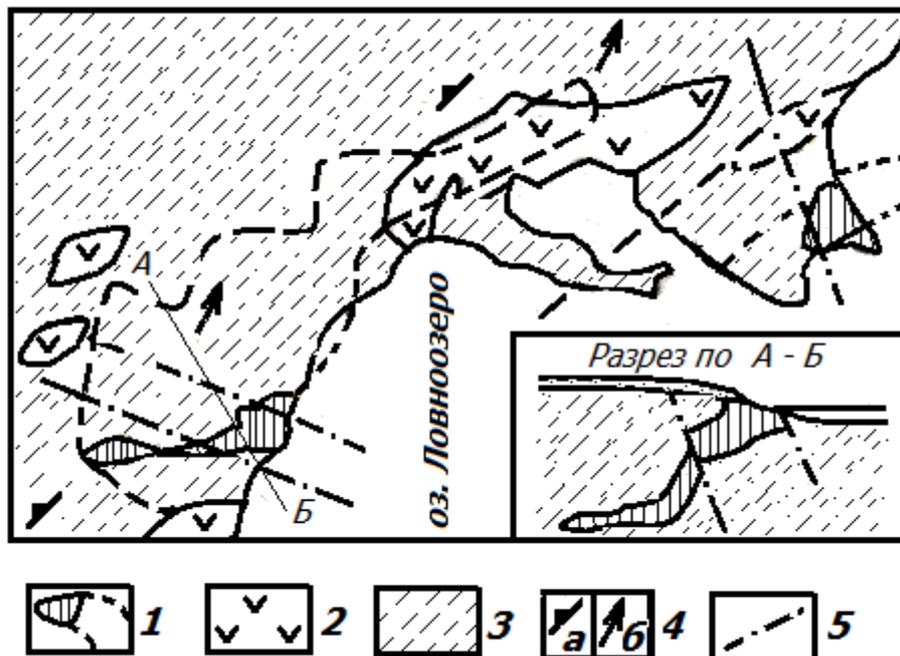


Рис. 1 – Схематическая геологическая карта Ловноозерского медно-никелевого месторождения (по Е.К. Козлову, 1973) [8].

Условные обозначения: 1 – тела рудоносных норитов и габброноритов и их проекции на дневную поверхность; 2 – безрудные нориты и габбронориты; 3 – гиперстеновые

плагиогнейсы; 4 – элементы залегания пород (а) и направление погружения их минеральной линейности (б); 5 – разрывные нарушения.

По результатам бурения (гидрогеологическая скважина ОАО «ЦКЭ» № 514 гр) схема вертикального разреза месторождения имеет следующий вид: кровля сложена биотитовыми гнейсодиоритами (0-29 м), ниже – гранодиоритами (36-46 м), рудная зона представлена норитами (50-112 м) и габброноритами (120-133 м) массива, а подстилающие породы – гранат-биотитовыми гнейсодиоритами (133-148 м).

Гнейсодиориты биотитовые кровли или «висячего бока рудного тела» характеризуются преобладанием плагиоклаза (69.6 об.%), мезократовым обликом, максимальной неоднородностью минералов по размеру зерен ( $K_{нр}=4.77$ ) [9]. По радиоактивности породы признаны не радиоактивными ( $A_{эфф}=56$  Бк/кг). Они отличаются минимальной средней плотностью ( $2780$  кг/м<sup>3</sup>), а остальные физико-механические показатели близки к средним значениям по месторождению.

Гранодиориты биотитовые кровли – розовато-серые породы, отличающиеся максимальными содержаниями калишпата (17.9%), кварца (26.2%) и биотита (11.0 %). Они эпидотизированы, полевые шпаты пелитизированы (эпидот+пелит=2.1%). Вблизи контакта с массивом гранодиорит-норитов эти породы частично разгнейсованы и трещиноваты. Об этом свидетельствуют максимальные значения коэффициента формы минеральных зерен ( $K_{ф}=1.91$ ), а также максимальные значения показателей водопоглощения и пористости, соответственно составляющие 0.10 мас.% и 0.96 %. Гранодиориты, как и гнейсодиориты, характеризуются минимальными значениями плотности. Средняя и истинная плотности составляют соответственно  $2730$  кг/м<sup>3</sup> и  $2.76$  г/см<sup>3</sup>. Радиоактивность минимальная, общая эффективная удельная активность в среднем составляет 52 Бк/кг.

Нориты рудные локализуются в центральной зоне массива. Они отличаются максимальным содержанием пироксена (31.6%), амфибола (14.9%) и рудных минералов (9.6%). Это массивные, среднезернистые ( $D_{ср}=0.40$  мм), однородные ( $K_{нф}=3.47$ ) породы черного цвета. Нориты рудные отличаются максимальной плотностью. Средняя плотность и пористость соответственно составляют  $3150$  кг/м<sup>3</sup> и 0.44 %.

Габбронориты слабо рудные слагают периферию массива и преобладают в его нижней части. Они отличаются мелкозернистой

( $D_{cp}=0.28$  мм) и однородной по размеру минеральных зерен структурой ( $K_{np}=2.60$ ). По-видимому эти структурные особенности обуславливают максимальные значения показателей прочности при растяжении, динамических модулей упругости и сдвига, которые соответственно составляют 16.7 МПа, 71.4 и 26.8 ГПа.

Гнейсодиориты гранат-биотитовые подстилают рудное тело. Они характеризуются наличием граната при среднем его содержании 5.2%, максимальной выдежанностью формы зерен ( $K_{ф}=1.47$ ) и максимальной неоднородностью минеральных зерен по форме и размерам ( $K_{нф}=4.82$  и  $K_{np}=4.28$ ). Средняя плотность этой разновидности как и биотитовых гнейсодиоритов кровли равна 2780 кг/м<sup>3</sup>. Однако в подстилающих гранат-биотитовых гнейсодиоритах отмечено существенное понижение упругих показателей динамических модулей упругости и сдвига до средних значений соответственно 54.1 и 21.0 ГПа. Это можно объяснить неоднородностью структуры горных пород, о чем свидетельствуют повышенные значения коэффициентов вариации средних показателей.

Анализ физико-механических свойств показывает, что как тела рудоносных норитов и габброноритов, так и вмещающие их гнейсодиориты и гранодиориты разупрочнены. Об этом свидетельствует среднее значение прочности горных пород Ловноозерского месторождения, составляющее 100 МПа. Логичным является понижение прочности рудных норитов в среднем на 10%. Как показывают исследования магматических и метаморфических пород Балтийского и Украинского кристаллических щитов прочность не затронутых вторичными процессами пород должна составлять не менее 120 МПа [10]. Понижение прочности пород Лапландского гранулитового пояса объясняется наличием реликтов первично осадочных пород, которые сохранились в пределах российской и финской части Лапландии [11].

Технологические исследования вскрышных и подстилающих пород показали, что они пригодны для производства щебня марки прочности по дробимости «1000-1200» и марки по истираемости «И1-И2» для строительных работ (ГОСТ 8267), щебня марки по сопротивлению удару на копре ПМ «У75» для балластного слоя железнодорожного пути (ГОСТ 7392).

Литература

1. Геология СССР. Том 27. Мурманская область, часть 1. Геологическое описание. – М.: ГНТИ, 1958. – 714 с.
2. Вярюнен Х. Кристаллический фундамент Финляндии. – М.: ИЛ, 1959. – 340 с.
3. Минеральные месторождения Кольского полуострова / Г.И. Горбунов, И.В. Бельков, С.И. Макиевский и др. – Л.: Наука, 1981. – 272 с.
4. Ученые Кольского научного центра (1930-2010) – Апатиты: Изд-во КНЦ РАЦ, 2011. – 410 с.
5. Геология рудных районов Мурманской области / В.И. Пожеленко, Б.В. Гавриленко, Д.В. Жиров, С.В. Жабин. Апатиты, КНЦ РАН, 2002. 359 с.
6. Гавриленко Б.В. Кладовые недр Кольского полуострова. – Апатиты: Изд-во ООО Апатит-Медиа, 2004. – 93 с.
7. Положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям (твердые полезные ископаемые). М., ВИЭМС, 1998. 26 с.
8. Козлов Е.К. Естественные ряды никеленосных интрузий и их металлогения (на примере Кольского полуострова). Л.: Наука, 1973. 286 с.
9. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. Изд. 3-е. М.: Недра, 1978, 390 с.
10. Лащук В.В. Долговечность облицовочного камня Кольского полуострова. – Апатиты, изд. КНЦ РАН, 1996. – 138 с.
11. Козлов Н.Е., Иванов А.А., Нерович Л.И. Лапландский гранулитовый комплекс: первичная природа и развитие. Апатиты, КНЦ РАН, 1990. 170 с.

## Гранулированный теплоизоляционный материал и способы улучшения его физико-технических характеристик

**Манакова Н. К.**<sup>1</sup> **Суворова О. В.**<sup>1,2</sup> (*г. Апатиты, <sup>1</sup>ИХТРЭМС КНЦ РАН, лаборатория минерального сырья и силикатного синтеза; <sup>2</sup>АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра химии и строительного материаловедения*)

**Аннотация.** Показана возможность получения теплоизоляционного гранулированного материала из отходов кислотной переработки нефелина. Материал с улучшенными техническими характеристиками может быть получен путем двухступенчатой термической обработки.

**Abstract.** The work has demonstrated the possibility of obtaining a thermal insulation material from a silica-containing product formed during the acid treatment of nepheline. The performance features of the materials can be improved by a two-stage heat treatment of the granules.

**Ключевые слова:** теплоизоляционный материал, двухступенчатая обработка, кремнеземсодержащие горнопромышленные отходы, микрокремнезем, золошлаковая смесь, апатито-нефелиновые отходы.

**Key words:** thermal insulation material, two-stage heat treatment, silica-containing mining wastes, silica fume, ash-slag mixture, wastes of the apatite-nepheline ore.

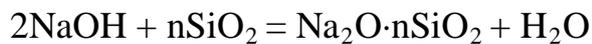
В горнодобывающих районах на поверхность земли выносятся огромные объемы горной массы, пыли, шахтных и рудничных вод, складировается большое количество отходов обогащения руд, что приводит к нарушению сложившегося экологического равновесия. Наиболее неблагоприятные последствия складирования горнопромышленных отходов в районах с экстремальными климатическими условиями, например в Заполярье.

В то же время потребность в минерально-сырьевых ресурсах непрерывно растет. Однако по мере увеличения объемов добычи происходит их истощение, ухудшается качество, возрастает себестоимость и количество отходов. Вовлечение в переработку вторичных ресурсов – наиболее перспективное современное направление, позволяющее решать проблемы более полного комплексного использования ресурсов полезных ископаемых и защиты окружающей среды от загрязнения [1].

При кислотной переработке нефелинового концентрата, проводимой на опытной установке “Глинозем”, действующей на ОАО “Апатит”, и

реализуемой в ОАО “Акрон” в качестве одного из товарных продуктов получают аморфный кремнезем. Вопрос использования кремнезема является одним из основных при оценке экономической эффективности технологии в целом. В связи с этим представляло несомненный интерес исследование возможности применения аморфного кремнезема в качестве зернистого теплоизоляционного материала.

Проведенными ранее исследованиями [2, 3] показана перспективность использования аморфного кремнезема для получения теплоизоляционного материала путем растворения микрокремнезема в щелочи с получением жидкостекольной композиции, ее гранулирования и термообработки при температуре 350-450°C в течение 20-30 минут. Реакция растворения протекает по уравнению:



Техническая характеристика полученного гранулята: насыпная плотность 0.17-0.20 г/см<sup>3</sup>; средняя плотность 0.24-0.33 г/см<sup>3</sup>; объем межзерновых пустот 44%; пористость 85.8%; коэффициент теплопроводности в засыпке 0.075-0.08 Вт/(м·°К); водопоглощение 12%; прочность при сдавливании в цилиндре 0.8-1.3 МПа; морозостойкость (потери массы после 15 циклов) 5 мас. %.

Исследования по улучшению свойств материала проводились с кремнеземсодержащими продуктами, представляющими собой разной степени уплотненности порошки серо-белого цвета с содержанием SiO<sub>2</sub> 77-85 мас. % и удельной поверхностью 120-230 м<sup>2</sup>/г. Отсутствие рефлексов и широко развитое гало на дифрактограммах исследованных проб свидетельствуют о их рентгеноаморфности.

В результате исследований установлено, что одним из важнейших факторов, определяющих свойства материала, является технологический режим их получения, в частности, температурный и временной факторы. В связи с чем, была проведена дополнительная кратковременная термообработка гранул при более высоких температурах, приводящая к их поверхностному оплавлению, способствующему упрочнению и снижению водопоглощения в результате изменения структуры образцов.

Результаты влияния температуры и времени дополнительной термообработки на прочность гранул представлены на рис. 1.

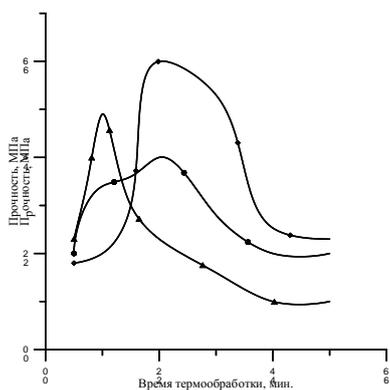


Рис. 1 – Зависимость прочности гранул от времени и температуры обжига: 1 – 800°C; 2 – 850°C; 3 – 900°C.

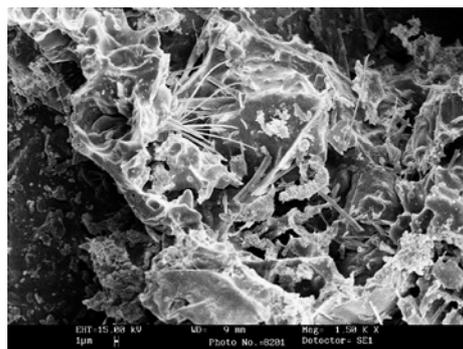


Рис. 2 – Микроморфология среза гранулы пористого материала.

Предварительная термообработка гранул из микрокремнезема ОАО «Апатит» при температуре 450°C и кратковременный обжиг при температурах 800-900°C позволяют получить теплоизоляционный материал с прочностью гранул 5-6 МПа и прочностью при сдавливании в цилиндре 2.2-3 МПа, превышающей в 2-3 раза данное значение для материала с одноступенчатой термообработкой. Водопоглощение полученного материала составляет 5-6%, что в 2 раза меньше, чем у материала, изготовленного без дополнительной термообработки. Незначительно меньшая прочность и несколько повышенное водопоглощение наблюдается у гранул из микрокремнезема ОАО «Акрон». Возможно, это связано с различием физических свойств используемых микрокремнезёмов, что приводит к получению разных по качеству жидкостекольных композиций. Для улучшения свойств гранулированного материала из микрокремнезема ОАО «Акрон» необходима предварительная подготовка сырья перед использованием.

С привлечением сканирующей электронной микроскопии (SEM LEO 420) проведены фрактографические исследования среза гранулы пористого материала (рис.2). Анализ микроструктуры межпоровой перегородки показывает наличие микропористости и аморфной стеклообразной массы, пронизанной кристаллическими минералами. Образование кристаллов тридимита, кристобалита и диопсида (что согласуется с данными РФА) показывает возможность упрочнения вспученного пеносиликата, что позволяет говорить о получении материала с повышенной прочностью.

С целью применения полученного материала во влажных условиях проведены исследования по снижению его водопоглощения. Одним из самых эффективных методов придания используемым при строительстве материалам водостойких свойств является гидрофобизация. После обработки гранулята гидрофобизатором на основе органосилоксанов водопоглощение материала снизилось до 3,4 % без ухудшения основных технических свойств.

Таким образом, проведенными исследованиями показана возможность и способы улучшения технических характеристик гранулированного теплоизоляционного материала из продуктов кислотной переработки нефелинового концентрата с предприятий ОАО «Апатит» и ОАО «Акрон». Полученный пористый материал может быть рекомендован для использования в качестве теплоизоляционных засыпок (утеплителя чердачных перекрытий, стен, кровли), для изоляции трубопроводов.

Работа выполнена в рамках Программы ОХНМ РАН «Создание новых металлических, керамических, стекло-, полимерных и композиционных материалов».

#### Литература

1. Макаров В. Н. Экологические проблемы хранения и утилизация горнопромышленных отходов. – Апатиты, 1998. – 125 С.
2. Манакова Н. К., Мотина А.В., Суворова О.В. Перспективы использования аморфного кремнезема для получения теплоизоляционного стекломатериала и керамики // Материалы международной научно-технической конференции “Наука и образование – 2013”, 4-11 марта 2013 г., г. Мурманск: МГТУ, 2013. С. 1002-1005.
3. Манакова Н. К., Суворова О.В. Теплоизоляционный материал на основе кремнеземсодержащих отходов переработки рудного сырья Кольского полуострова // ЖПХ. – 2012 г. – Том. – 85, – № 11. – С. 1741-1745.

## **Использование метода тепловизионной диагностики при анализе технического состояния здания**

**Мухина С. М., Мухин Е. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», <sup>1</sup> – кафедра промышленного и гражданского строительства; <sup>2</sup> – кафедра электрооборудования судов)

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы определения дефектов и повреждений в зданиях методом тепловизионной диагностики.

**Abstract.** The article deals with the diagnostics of defects buildings, using a method of thermal diagnostics .

**Ключевые слова:** здание, дефект, теплопотери здания, тепловизионное обследование.

**Key words:** building, defect, building heat loss, thermography inspection.

### **1. Введение**

Здания потребляют более 40% всех энергоресурсов в нашей стране. Большинство зданий построено в советское время, когда мало кто предавал значение энергосберегающим технологиям и энергопотреблению вообще [1].

Эксплуатация любого здания связана с расходом необходимой энергии для отопления, вентиляции, нагрева воды, освещения и питания различных бытовых приборов [1]. Оплата за энергию представляет собой основную часть расходов по содержанию здания, причем эта часть расходов имеет постоянную тенденцию к росту цен. Оплата зависит от расхода энергии, а расход может быть низким, если здание защищено от теплопотерь [1], [2], [3].

Причинами теплопотерь являются: недостаточная или плохо выполненная изоляция в конкретном месте; слабые места наружного ограждения (стены, крыша и т.д.), в которых теплопотери больше по сравнению с остальной частью хорошо изолированных конструктивных элементов.

Тепловая утечка провоцирует повышение расхода тепла на отопление здания, тем самым увеличивая стоимость его эксплуатации. При наличии такого явления, внутренняя поверхность наружного ограждения (стены, перекрытия, полы) имеет более низкую температуру по сравнению с остальной частью того же ограждения, что может быть причиной возникновения пятен увлажнения, плесени и даже грибка, что в свою очередь может привести к возникновению трещин и осыпанию штукатурки.

Различные виды ограждающих конструкций имеют свои характерные дефекты и основной задачей их диагностики является выявление температурных аномалий, установление причин их возникновения и определение, является ли та или иная аномальная зона дефектом.

## 2. Тепловизионная диагностика зданий

На сегодняшний день ведущим оперативным методом контроля технического состояния зданий является метод тепловизионной диагностики (ТВД), обладающий высокой информативностью, техническим и нормативным обеспечением [3] – [8]. Результатом проведения ТВД является термограмма. Пример характерной термограммы представлен на рисунке 1.

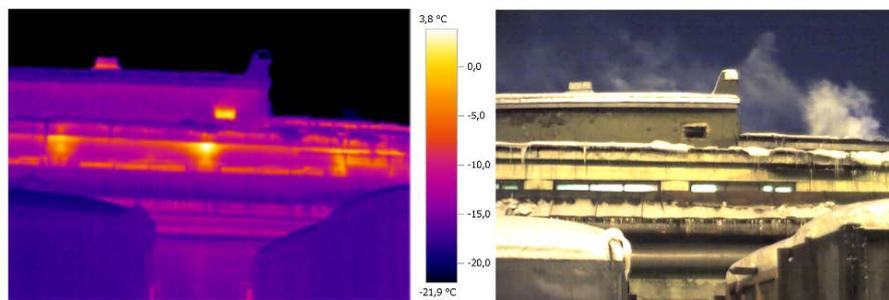


Рис. 1. Термограмма и фотография здания

В результате анализа полученных термограмм определяются дефекты конструкций теплозащиты зданий. От того, насколько правильным будет принятое решение, зависит не только энергосбережение здания в целом, но и долговечность его конструкций, комфортность проживания и т.д.

На рисунке 2 представлены результаты тепловизионного обследования ряда зданий различных серий и различного назначения 1980-х годов постройки. Они показали явное несоответствие теплотехнических характеристик ограждающих конструкций не только современным требованиям, но и требованиям нормативных документов 1980-х годов [1], [4] – [8].

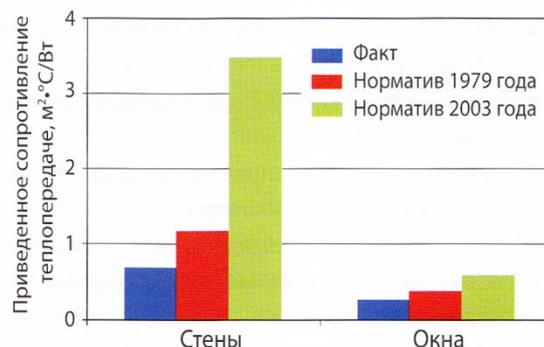


Рис. 2. Типичное состояние ограждающих конструкций зданий 1980-х годов постройки

На термограмме здания, представленной на рисунке 3, видны участки с повышенной температурой, на которых происходит утечка тепла: межпанельные швы, плохо смонтированные окна, входная дверь. В результате анализа полученных данных составляется визуальная «карта теплопотерь».

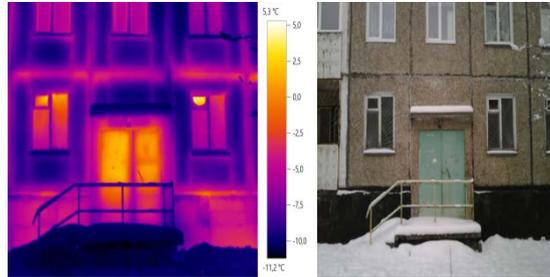


Рис.3. Термограмма и фотография здания

Анализ причин теплопотерь, выявленных в результате ТВД представлен на рисунке 4, на котором показано опирание плиты перекрытия на несущую наружную стену здания. По данному рисунку можно судить об ошибках, допущенных при монтаже здания. На рисунке 4(а) виден слой утеплителя между стеной и торцом плиты, на рисунке 4(б) этого слоя нет. Толщина красной стрелки показывает объем теплопотерь на этом участке стены – на рисунке (а) она существенно тоньше. На термограмме (рис. 4(в)) видны участки потери тепла.

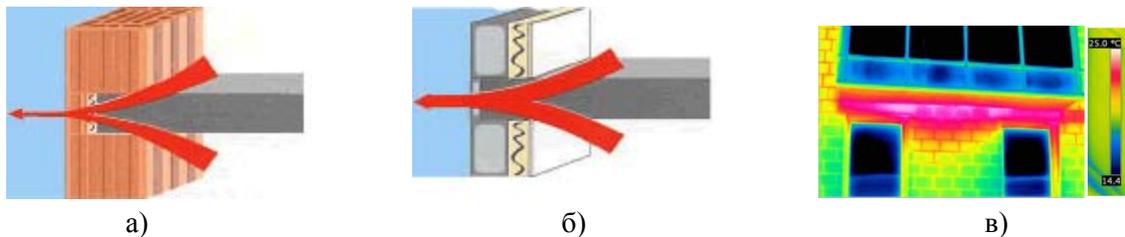


Рис. 4. Опирание плиты перекрытия на несущую наружную стену здания  
а) со слоем утеплителя; б) без слоя утеплителя; в) термограмма

### 3. Заключение

Применение метода ТВД для определения дефектов зданий позволяет:

- определить наличие или отсутствие скрытых конструктивных, строительных или эксплуатационных дефектов теплозащиты зданий;
- оперативно, в течение нескольких часов, провести обследование объекта, организовать периодический или систематический контроль качества теплоизоляции ограждающих конструкций в эксплуатационных условиях;

- по результатам диагностики дать рекомендации по замене или дополнительному применению теплоизоляционных и теплопроводящих материалов;
- проводить контроль качества изоляции и герметичности здания (стыки и рамы);
- проводить испытания ограждающих конструкций зданий, разделяющих помещения с различными температурно-влажностными условиями (наружные стены, чердачные перекрытия, ворота, двери в наружных стенах, оконные и балконные дверные блоки и т.д.);
- проводить обследования в рабочем режиме эксплуатации здания, не нарушая рабочий процесс;
- получить наглядную картину реального состояния здания;
- определить скрытые дефекты конструкций и участки с повышенной теплопотерей.

#### Литература

1. Бегалов, В.А. Потенциал энергосбережения бюджетных организаций / В.А.Бегалов, А.В.Попов, Е.А. Семьнина // Энергосбережения. – 2012. – №5. – с. 20-22
2. Дмитриев, А.Н. Управление энергосберегающими инновациями в строительстве зданий /А.Н. Дмитриев. – Москва: Изд-во АСВ, 2000. – 320 с
3. Власов А.Б. Тепловизионная диагностика объектов электро- и теплоэнергетики (диагностические модели). – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2005. – 265 с.)
4. Вавилов В.П. Тепловые методы неразрушающего контроля: Справочник. – М.: Машиностроение, 1991. – 240 с.
5. ГОСТ 26629-85. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций. – М: Изд-во стандартов, 1986
6. ГОСТ 26253-84. Здания и сооружения. Метод определения теплоустойчивости ограждающих конструкций.- М: Изд-во стандартов, 1984
7. ГОСТ 26254-84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. – М: Изд-во стандартов, 1984
8. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. – М: Изд-во стандартов, 1984

## Преимущества и недостатки ячеистого бетона, пути улучшения его эксплуатационных свойств

**Пак А. А.** (*г. Анапты, ИХТРЭМС КНЦ РАН*)

**Аннотация.** изложен краткий анализ технологии строительных изделий из ячеистого бетона, преимущества и недостатки пено- и газобетона. Приведены особенности технологии и свойств нового композиционного материала, получаемого на основе газобетона и пенополистирола.

**Abstract.** Brief analysis of the cellular concrete building materials technology, advantages and drawbacks of foam and gas concrete have been given. Peculiarities of the technology of a new composite material based on gas concrete and polystyrene foam have been presented.

**Ключевые слова:** ячеистый бетон, газо- и пенобетон, технология, свойства, мелкие стеновые блоки, композиционные материалы, пенополистирол.

**Key words:** cellular concrete, gas and foam concrete, technology, properties, small wall blocks, composite materials, polystyrene foam.

В класс ячеистых бетонов входят две разновидности: пено- и газобетоны, отличающиеся от других видов бетонов пористой структурой, содержащей до 75-85% сферических пор размером 1-3 мм. Между собой они различаются способом образования пор: в пенобетонах поры образуются с помощью технической пены, равномерно распределенной в бетонной смеси в процессе перемешивания в бетоносмесителе, а в газобетонах бетонная смесь поризуется газом – водородом, образующимся в результате химической реакции между газообразователем и известью, содержащейся в бетонной смеси. Основными компонентами бетонной смеси ячеистых бетонов являются минеральные вяжущие вещества (цемент, известь), мелкий кремнеземистый заполнитель (кварцевый песок, отходы обогащения руд, золы и шлаки ТЭС), порообразователь и вода.

По эксплуатационным характеристикам пено- и газобетоны практически равноценны, хотя споры о преимуществах и недостатках того или иного вида ячеистого бетона не прекращаются до сих пор. В общем-то выбор способа поризации и технологии строительных изделий из ячеистого бетона чаще всего определяется экономикой и наличием сырьевых материалов. До середины прошлого столетия у нас в стране отдавали предпочтение пенобетону, а за рубежом – газобетону. И на то

были причины: для газобетона нужен был алюминий – стратегическое сырье, расходуемое, в основном, на авиацию. И это на фоне неограниченных поставок пенообразующего мыльного корня из братского Китая. Благодаря своим высоким эксплуатационным характеристикам – низкая теплопроводность, воздухопроницаемость, пожаробезопасность, долговечность, технологичность, экономичность – ячеистые бетоны являются одним из самых эффективных современных строительных материалов. Физико-механические свойства ячеистых бетонов зависят в большой степени от вида вяжущего и условий твердения. По способу твердения ячеистые бетоны подразделяются на автоклавные и неавтоклавные. Автоклавные бетоны твердеют в специальных устройствах – автоклавах в условиях повышенных температур под воздействием водяного пара при давлении 0,8-1,2 МПа и температурах 175-200°C. Неавтоклавные бетоны обрабатываются при давлении пара менее 1 МПа и температурах в пределах 85-100°C. В настоящее время преобладает газобетонная технология, обеспечивающая получение строительных изделий с лучшими эксплуатационными свойствами, чем пенобетонная. Меры по увеличению прочности одинаковы и для пенобетона и для газобетона. Это – сухая или мокрая активация цемента, тонкий помол кварцсодержащего компонента, добавление микрокремнезема, минеральных или синтетических армирующих волокон, вибровспучивание и др. Очень привлекательной кажется возможность снижения плотности бетона. Но это не должно приводить к существенной потере прочности. Однако известна непреложная физическая закономерность: прочность ячеистого бетона является кубической функцией его плотности, т. е. снижение плотности в 2 раза приводит к восьмикратному падению прочности. В соответствии с этим ячеистый бетон прочностью 2,5 МПа после снижения плотности с 600 до 500 кг/м<sup>3</sup>, будет иметь прочность 1,5 МПа, что недостаточно для возведения наружных стен зданий.

Пока нет идеального во всех отношениях строительного материала, да такого и быть не может. Каждый материал имеет свои особенности, преимущества и недостатки, которые необходимо учитывать при его применении в строительстве. Изделиям из ячеистых бетонов характерны следующие недостатки: повышенная хрупкость (особенно при небольших плотностях), недостаточные теплозащитные свойства (в соответствии с

современными требованиями по теплозащите зданий), высокое водопоглощение, усадочные деформации, гигроскопичность. Тем не менее, при условии соблюдения всех требований производства и строительства зданий, из ячеистого бетона можно возводить не только стены, теплоизоляцию, но и междуэтажные перекрытия, перемычки и др.

Современный этап развития строительной отрасли характеризуется борьбой за экономию топливно-энергетических ресурсов, снижение тепловых потерь через ограждающие конструкции зданий и сооружений, обеспечение требуемых комфортных температурно-влажностных условий проживания. Анализ путей повышения теплозащитных свойств ограждающих конструкций зданий показывает, что наиболее эффективны композиционные многослойные изделия с применением высококачественных теплоизоляционных материалов (так называемые «сэндвич – изделия»), изготавливаемых в заводских условиях на стационарном технологическом оборудовании.

В ИХТРЭМС КНЦ РАН разработана технология мелких стеновых блоков из композиционного материала на основе газобетона и полистирола – полистиролгазобетон (ПГБ). Общим для этих материалов является то, что при определенных температурах они расширяются (увеличиваются в объеме): газобетонная смесь – в 1,3-2 раза, полистирол – до 30 и более раз. Особенность разработанной технологии заключается в том, что в форму послойно укладываются материалы-полуфабрикаты: невспученная газобетонная смесь и невспененный суспензионный полистирол. Затем форма закрывается крышкой и направляется на тепловлажностную обработку в пропарочную камеру. Во время пропаривания изделия в закрытой форме происходят в различной последовательности, без дополнительных внешних воздействий и затраты времени, пять технологических операций: 1 – вспучивание газобетонной смеси; 2 – вспенивание полистирола; 3 – прижатие конструктивных слоев; 4 – окончательное формообразование изделия; 5 – ускорение твердения бетона. Новизна технологии подтверждена патентами РФ №2259272, 2286249, 2472615. В таблице приведены сравнительные показатели свойств традиционного газобетона и полистиролгазобетона, из которой видно, что по всем испытанным свойствам ПГБ значительно превосходит традиционный газобетон.

Таблица 1. Физико-механические свойства полистиролгазобетона и газобетона

Наименование свойств	Полистиролгазобетон расчетной плотностью, кг/м <sup>3</sup>			Газобетон расчетной плотностью, кг/м <sup>3</sup>			
	300	400	500	400	500	700	800
Фактическая плотность, кг/м <sup>3</sup>	302	426	491	384	504	707	851
Водопоглощение, %:							
- по массе	48.7	50.4	55.5	123.	83.7	57.4	48.3
- по объему	11.9	13.5	13.3	8	41.3	37.5	37.8
Капиллярный подсос, %	19.8	15.8	8.9	25.5	14.5	14.4	-
Прочность при сжатии, МПа:							
- фактическая	1.5	2.8	2.6	1.0	2.0	4.7	7.9
- приведенная	1.5	2.5	2.7	1.0	1.9	4.6	6.9
Прочность при изгибе, МПа:							
- фактическая	0.87	1.48	1.77	0.48	0.98	1.55	1.19
- приведенная	0.86	0.83	1.84	0.52	0.96	1.52	1.05
Морозостойкость, циклы	25	50	75	5	25	50	75
Теплопроводность, Вт/(м·°С)	0.058	0.060	0.063	0.088	0.100	0.148	0.175

На рисунке показаны мелкие стеновые блоки размерами 195x198x398 мм из полистиролгазобетона с защитным декоративным слоем для повышения атмосферостойкости и архитектурной выразительности стены. Декоративный слой создавался из цветного цементно-песчаного раствора, укладываемого на дно формы слоем 3-4 см перед заливкой газобетонной смеси.

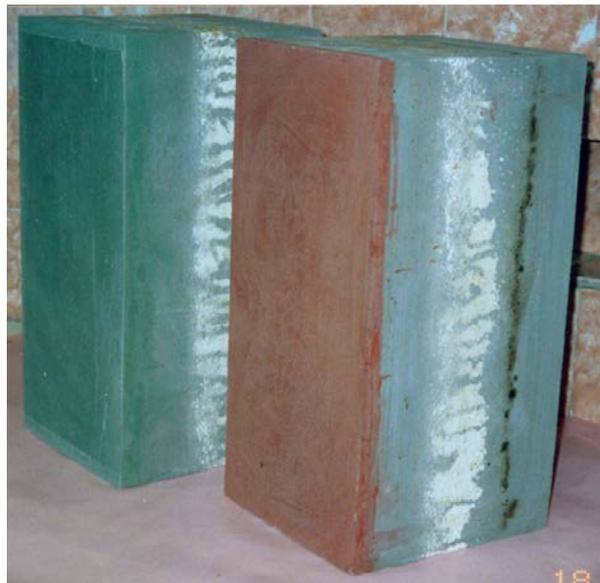


Рис. 1. Трехслойные мелкие стеновые блоки из ПГБ с цветным защитным слоем

## Спутниковые технологии в геодезических работах

**Рипачева Е. Н.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра промышленного и гражданского строительства)

**Аннотация.** в статье изложены основные принципы выполнения съемок с использованием спутниковой геодезической аппаратуры. Основное внимание уделено вопросам практического использования систем спутникового позиционирования в строительстве промышленных и гражданских сооружений.

**Abstract:** the article describes the main principles of execution of survey with the use of satellite geodetic equipment. Main attention is given to questions of practical use of satellite positioning systems in construction of industrial and civil constructions.

**Ключевые слова:** геодезия, позиционирование, спутник, приемник.

**Key words:** geodesy, positioning, satellite, receiver

За последние несколько лет системы высокоточного спутникового позиционирования стали неотъемлемой частью геодезических работ. Эти системы используются при создании опорного геодезического обоснования, детальных топографических съемок, выносе проекта в натуру и т.д.

Применение систем спутникового позиционирования (GNSS) позволяет существенно повысить точность и производительность полевых и камеральных геодезических работ, что значительно улучшает качество геодезического обеспечения предприятий. Определение пространственных координат в режиме реального времени предоставляет дополнительные возможности по автоматизации таких процессов, как разбивка строительных сеток, геодезический мониторинг инженерных сооружений (высотные здания, мосты, плотины и т.п.), наблюдения за пространственным положением больших промышленных механизмов.

Наиболее удобным инструментом сбора информации о пространственном положении объектов являются приёмники глобальных навигационных спутниковых систем (GNSS).

Сущность измерений комплексами спутниковой геодезии состоит в измерении расстоянии до навигационных спутников. Точные координаты для места на поверхности Земли могут быть вычислены по измеренным расстояниям от группы спутников. В этом случае спутники являются пунктами с известными координатами. Расстояние до

радионавигационных спутников определяется по измерениям времени прохождения радиосигнала от космического аппарата до приёмника [1].

Однако точность измерений ухудшают ряд факторов, возникающих из-за влияния атмосферных явлений и солнечной радиации на параметры спутниковых сигналов, ухода часов спутников и т.п. Другой важный источник ошибок – это избирательный доступ GPS и искусственное снижение точности спутникового сигнала вводимое МО США [2].

Такие ошибки можно значительно уменьшить, применив дифференциальную коррекцию с использованием стационарного GPS приёмника, установленного в точке с заранее определёнными координатами. Такой приёмник называют базовым. С помощью этого приёмника можно вычислять корректирующие значения погрешностей, возникающих в дальномерных спутниковых сигналах.

Метод дифференциальной коррекции предусматривает использование приёмника, расположенного в точке с известными координатами (базовая станция), второй приёмник собирает данные в точках с неизвестными координатами (передвижной приёмник). Данные, полученные в точке с известными координатами, используются для определения ошибок содержащихся в спутниковом сигнале. Затем информация с базовой станции совместно обрабатывается с данными передвижного приёмника, что позволяет устранить ошибки в координатах, полученных на передвижном приёмнике. Координаты базовой станции необходимо знать как можно точнее, так как точность напрямую зависит от точности координат базовой станции [3].

Существуют несколько технологий, используемых в геодезической GPS сети. Эти методы сбора данных со спутников различны по точности определения координат пунктов, времени наблюдений и производительности [4]. Однако существует несколько условий, соблюдение которых необходимо для успешного выполнения любого вида GPS съёмки:

1. Для выполнения геодезических GPS наблюдений векторов необходимо обеспечить одновременную работу как минимум двух GPS приемников, с последующим объединением накопленных ими данных.

2. Одновременный прием спутникового радиосигнала как минимум от четырех спутников, что бывает иногда затруднительно обеспечить в застроенных и заселенных районах.

3. Отсутствие в районе выполнения GPS измерений мощных работающих теле- и радиотрансляционных устройств, особенно с перископической схемой усиления радиосигнала, которые могут заглушать или искажать принимаемый со спутников радиосигнал [5].

Базовые станции могут быть как одиночными, так и объединенными в сеть. Каждый из этих вариантов использования характеризуется кругом решаемых задач.

Среди преимуществ использования сетей базовых станций можно выделить следующие:

- **Сокращение расходов**, таких как транспортные, фонд заработной платы, сокращение затрат на приобретение нового оборудования;

- **Сокращение использования людских ресурсов** за счет сокращения дополнительного персонала для охраны полевых базовых станций, управление сетью может осуществляться одним человеком;

- **Сокращение ошибок** за счет выполнения измерений относительно одних и тех же исходных пунктов, положение которых контролируется в режиме реального времени и автоматизации процессов.

Одиночные базовые станции могут быть установлены государственными, муниципальными или частными компаниями для предоставления своим сотрудникам или зарегистрированным пользователям сторонних организаций.

Если одиночные базовые станции объединить в сеть и управлять ею из единого вычислительного центра, то это позволит покрыть большую территорию корректирующей информацией, а также осуществлять оценку качества данных сети. Принимая сигнал GNSS, каждая станция производит его обработку и отправляет информацию в вычислительный центр, где эта информация со всех станций обрабатывается совместно, в результате чего получается «сетевое» решение. В «сетевом» решении приемник передает в вычислительный центр информацию о своем местоположении на основе навигационного решения, а сервер автоматически переключает пользователя на ближайшую базовую станцию для приема поправок [6].

Несмотря на очевидные преимущества, съемка только спутниковыми приемниками имеет свои недостатки: длина базовых линий при измерении в режиме «кинематика» не должна превышать 15–20 км; должны отсутствовать препятствия для прохождения сигналов, необходимо

достаточное количество спутников и их благоприятное расположение на небосводе.

Заключение. Создание и расширение сетей базовых станций GNSS необходимо для развития строительства и промышленности Мурманской области. Работа по созданию таких сетей станет не только рациональным вложением средств, но и будет иметь множество направлений применения, а именно: геодезия, землеустройство, ГИС и картография, управление строительной и горнодобывающей техникой др.

#### Литература

1. Руководящий технический материал. РТМ 68-14-01. Спутниковая технология геодезических работ. Термины и определения.
2. Применение спутниковых систем в маркшейдерском деле. А.А. Панжин, Б.П. Голубко// Журнал "Известия Уральской государственной горно-геологической академии", Вып. 11, Серия: Горное дело, 2000.
3. Использование данных постоянно действующих GPS станций для диагностики геодинамической активности массива на больших базах. Панжин А.А., Панжина Н.А. // Материалы Пятой Уральской молодежной научной школы по геофизике, Екатеринбург, -2004.
4. ГОСТ Р 53606-2009 Глобальная навигационная спутниковая система. Методы и технологии выполнения геодезических и землеустроительных работ. Метрологическое обеспечение. Основные положения
5. ГОСТ Р 52457-2005 Глобальная навигационная спутниковая система. Аппаратура потребителей. Классификация.
6. Панжин А.А. Результаты наблюдений за деформациями породных массивов методами спутниковой геодезии //Сборник трудов международной конференции "Геодинамика и напряженное состояние недр Земли". – Новосибирск: ИГД СО РАН, 2001.

## Моделирование организации и технологии строительного процесса цеха из облегчённых металлоконструкций

**Ханзин Г. Л.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра промышленного и гражданского строительства)

**Аннотация.** В работе рассматривается модель организации и технологии строительства цеха из облегчённых металлоконструкций. Конструкции имеют прямоугольный профиль по ГОСТ 8645-68 используемый для изготовления колонн, связей, ферм, прогонов.

**Abstract.** The model of the organization and technology of construction of shop from the facilitated metal designs is considered in work. Designs have a rectangular structure in accordance with GOST 8645-68 columns used for manufacturing, communications, farms, runs.

**Ключевые слова:** модель, организация, технология, строительство, конструкции.

**Key words:** Model, the organization, technology, construction, designs.

В данной работе будет рассматриваться вариант организации технологического процесса при строительстве цеха из облегчённых металлоконструкций за счёт применения инновационных технологий.

Организационная схема производства представляет собой следующий обязательный порядок:

1. Получение заказчиком рабочей документации, изготовленной проектной организацией, имеющей Законодательное право на выполнение проектных работ.

2. Проектная документация должна пройти экспертизу проверки в целях установления её технической достаточности для использования в строительстве.

3. Градостроительный комитет, после обращения заказчика, принимает соответствующее решение о согласовании проекта.

4. Заказчик, после получения от Градостроительного комитета пакета необходимых согласительных документов, принимает личное участие в процедурах их предварительных согласований с рядом заинтересованных организаций (водоканал, ТЭЦ и т.п.) безопасных и обязательных специальных технических решений, на основании рабочего проекта.

5. По завершении работы по предварительным согласованиям Градостроительный комитет выдаёт разрешение на право выполнения

строительных работ по мере исполнения конструктивов (земляные работы, «работы нулевого цикла» и т.п.), регламентируя их сроками производства.

6. Проект производства работ на период исполнения отдельных видов работ (земляных, фундамента и т.п.) выполняется проектной группой подрядной организации или по договору привлечённой проектной структурой.

7. После выполнения установленных ППР мероприятий на основании соответствующих разделов проекта в первую очередь производятся работы по сносу-переносу надземных нетитульных построек.

8. поэтапное выполнение предусмотренных проектом видов работ осуществляется согласно разработанному графику [Градостроительный кодекс РФ, 2004].

В рассматриваемом докладе представлен вниманию комплексный монтаж облегчённых металлоконструкций цеха на территории действующего предприятия. Монтаж металлоконструкций является безвыверочной технологией, т.е. не требует проверки поэлементно собираемых конструкций по вертикали и соблюдение требуемых допусков. Однако для исполнения обозначенной монтажной специфики требуется выполнение следующих обязательных условий:

1. Заводское изготовление колонн, связевых конструкций, ферм, прогонов.

Для этого процесса заводская территория по изготовлению должна иметь в своём составе: зону разгрузки металла-сырца; линию резки и рубки металла механическим способом; сборочные стенды; сварочный участок; окрасочный участок; линию отгрузки готовой продукции; склад хранения продукции под навесом; организацию транспортной схемы доставки транспортом и оборудованием изготовителя.

2. Для обеспечения технологии безвыверочного монтажа металлоконструкций с отметки нижней плоскости опорной пластины базы колонны и всех последующих выше располагаемых металлоконструкций, необходимо произвести монтаж опорных анкерных листов толщиной до трёх сантиметров каждый из которых может иметь допуск +/- 3 миллиметра.

Монтаж металлоконструкций цеха с условными параметрами в плане 24х60 метров и полной высотой 11 метров может обеспечить автомобильный кран грузоподъёмностью 25-30 тонн и длиной стрелы до 25 метров, как наиболее мобильное грузоподъёмное средство.

Качество работ и всестороннее применение монтажной оснастки достигается при условии предварительного устройства бетонного покрытия пола цеха.

Наиболее эффективным в данной ситуации является отдельный способ монтажа, суть которого заключается в первоначальной установке всех колонн периметра с монтажом вертикальных связей, горизонтальных распорных элементов и монтажных балок, устанавливаемыми между ветвями колонн, для крепления ограждающих стеновых панелей «СЭНДВИЧ».

Однопролётное строение после выполнения первого периода монтажа, связанного с установкой колонн, представляет собой внутреннюю монтажно-сборочную площадку с бетонным основанием, на котором должна производиться приёмка со склада, временное складирование и парная сборка блок-ферм в вертикальном предмонтажном положении с помощью автокрана, с раскреплением блок-ферм по постоянной схеме, горизонтальными связями, распорками, растяжками и устройством опорных балок по верхнему поясу ферм для последующего крепления к ним, после монтажа ферм в штатное положение, панелей покрытия «СЭНДВИЧ».

Полуфермы длиной по 12 метров собираются на сборочной объектной площадке в вертикальных кондукторах за счёт болтового соединения через сопрягаемые фланцы по линии средней вертикальной стойки полуферм на пересечении верхнего и нижнего поясов. Суммарная длина одной фермы после сборки-24 метра.

Монтаж двух заблокированных ферм, шаг которых шесть метров, что соответствует сетке колонн с аналогичным шагом, осуществляет автокран грузоподъёмностью до 30 тонн по первым двум поперечным осям с использованием диагональных оттяжек.

После сборки второй пары ферм по аналогичной схеме её монтаж производится соответственно по третьей и четвёртой осям одновременно. Монтаж производится «из середины».

В качестве средств подмащивания при монтаже колонн, балок и связей колонн, связей и прогонов промежуточных между блок – фермами участков, используются катучие вышки и автовышка с шарнирными стрелами. Все комплектуемые изделия имеют «именные» маркировки соответствующие аналогичным на монтажных планах. Крепления всех узлов металлоконструкций осуществляется за счёт болтовых соединений.

До начала монтажа ограждающих конструкций для целей защиты панелей «СЭНДВИЧ» от атмосферных воздействий выполняется бетонная стенка на высоту до 30 сантиметров от уровня верха бетонного пола на ширину стеновой панели по периметру цеха.

Согласно проектной схеме раскладки стеновых и кровельных панелей «СЭНДВИЧ», стеновые панели при ширине один метр и длине шесть метров монтируются по продольной стороне панели. Их крепления к каркасным элементам осуществляется при помощи саморезов длиной 135 миллиметров с режущей кромкой. Монтаж панелей стен производится в два приёма: первый, до линии подоконной части ленточного остекления на высоту от трёх до четырёх метров от нулевой отметки; второй, продолжение монтажа участка стены от верхней границы светового заполнения, с последующим пролётным заполнением кровельными панелями «СЭНДВИЧ» примыкающей части в виде  $\frac{1}{2}$  длины блок – фермы. Данный монтаж осуществляется с одной внешней стоянки. Весь процесс монтажа стеновых конструкций и участков  $\frac{1}{2}$  длины примыкающих блок – ферм производится с внешней стороны цеха.

После завершения сборочных операций стен и кровли выполняется установка элементов ленточного остекления, оконных сливов и нащельников по стеновым панелям, с герметизацией мест стыков. Работы производятся с приставных лестниц и подмостей.

### **Выводы.**

Весь полносборочный процесс за счёт применения несущих блок – ферм, использования комбинированных средств подмащивания, универсального «захвата» для монтажа стеновых конструкций, рамных и струбцинных приспособлений для сборочного монтажа кровельных панелей «СЭНДВИЧ», чёткой организации производства при регулярных оперативных взаимоотношениях с заводом – изготовителем металлоконструкций, дают возможность значительно сократить сроки производства работ.

### **Литература**

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации. № 190-ФЗ от 29 декабря 2004 года, Принят Государственной Думой 22 декабря 2004 года, одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года.

**Экспериментальные исследования деформирования поверхности  
песчаного основания переменной жесткости, нагруженного круглым  
штампом**

**Худяков А. В.<sup>1</sup>, Куницын И. С.<sup>2</sup>** (<sup>1</sup> г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ»,  
кафедра промышленного и гражданского строительства; <sup>2</sup> г. Тамбов,  
ФГБОУ ВПО ТГТУ, кафедра КЗиС)

**Аннотация.** Приведены результаты лабораторных опытов с круглыми моделями фундаментов на песчаном основании переменной жесткости.

**Abstract.** The results of laboratory experiments with round-ing the fundamental models on sand variable stiffness.

**Ключевые слова:** основания, фундаменты, разрушающие нагрузки, осадки.

**Key words:** foundation, foundations, destroying load rainfall.

В практике строительства встречаются основания с наклонными слоями. На границе слоев наблюдается зона повышенной влажности и пониженных прочностных характеристик.

При изучении архивного материала г. Тамбова с выяснением мест расположения засыпных оврагов, ручьев, свалок и т. д. выяснилось, что таких мест очень много. При недостаточной изученности инженерно геологических условий и отсутствия надлежащих рекомендаций по проектированию возникают значительные повреждения зданий. В момент потери несущей способности основания фундамент получает большие перемещения. В связи с этим возникает необходимость изучения не только деформирования основания, но и кинетической картины его разрушения. Для изучения формирования осадочной воронки на основании переменной жесткости в лаборатории механики грунтов ТГТУ в пространственном лотке размером 1000x680x640 (h) мм (рис. 1) была проведена серия экспериментов. В качестве модели фундамента использована абсолютно жесткая по методике М.И. Горбунова – Посадова шероховатый круглый штамп диаметром  $d=100$  мм. Для создания шероховатости нижняя поверхность штампа покрывалась тонким слоем клея, а затем песком. Ступенчатую нагрузку (приблизительно 10 % от предлагаемой

разрушающей) на штамп передавали рычагом с 7,5 кратным увеличением. Каждую ступень выдерживали до условной стабилизации (0,1 мм за 1 час наблюдений). Вертикальные и горизонтальные перемещения модели контролировались индикаторами часового типа ИЧ-10 с точностью измерения 0,1 мм. Крен определяется по разности осадок.

В качестве основания использовался мелкозернистый песок в маловлажном состоянии ( $\omega=0,05$ ;  $S=1,65 \text{ г/см}^3$ ). Зерновой состав определялся ситовым методом. Песок укладывался слоями по 5 мм с уплотнением ручной трамбовкой массой 5 кг. Число ударов трамбовки по одному месту было постоянным. Начальную плотность контролировали режущими кольцами. После каждого проведенного эксперимента песок убирали до жесткого основания и укладывали заново. Переменная жесткость создавалась установкой стальной пластины толщиной  $\delta=6\text{мм}$  под углом  $18^\circ$  к горизонту.

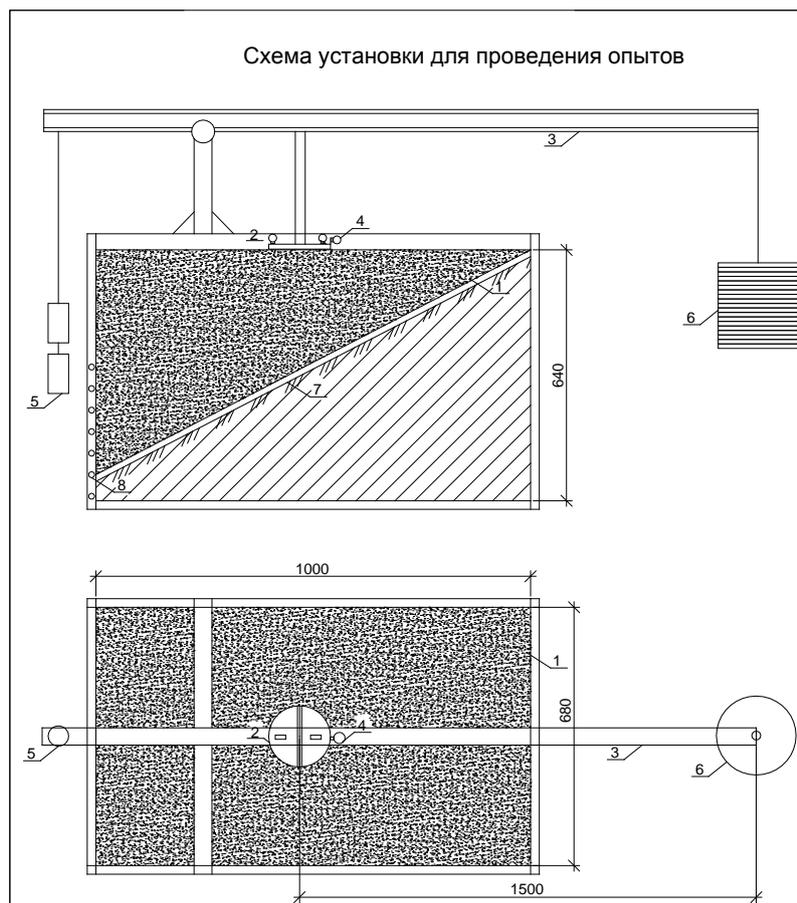


Рис. 1 Схема лабораторной установки: 1 – уплотнённое основание; 2 – штамп; 3 – рычаг; 4 – индикаторы; 5 – противовес; 6 – прикладываемый груз; 7 – Пластина для создания переменной жёсткости основания; 8 – отверстия с шагом 5 см для закрепления пластины

Вертикальную нагрузку прикладывали с относительным эксцентриситетом  $e = \frac{e_0}{d} = 0; \pm 0,1; \pm 0,2; \pm 0,3$ . Относительное заглубление (расстояние от поверхности до жесткого основания)  $\lambda = 0,5d; d$ . Одна серия опытов проведена при отсутствии жесткого наклонного слоя. Каждый эксперимент доводили до разрушения основания или опрокидывания модели. Картину разрушения фотографировали, зарисовывали, измеряли (рис. 2, табл. 1).

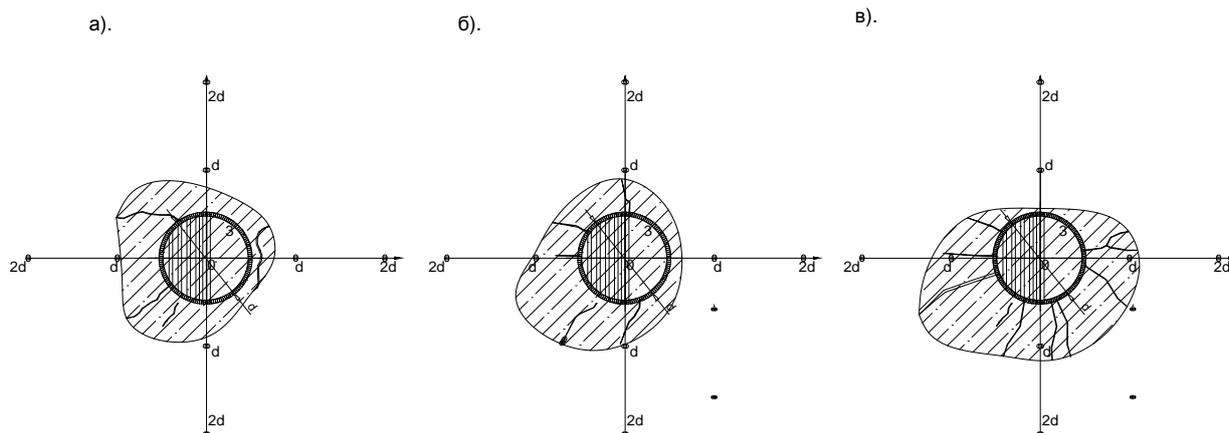


Рис. 2 Проекция областей выпора грунта на поверхности, при  $e=0$  (и  $\lambda$ : а) при отсутствии жесткого подстилающего слоя; б)  $\lambda=0,5d$ ; в)  $\lambda=d$ .

Таблица 1

Площадь горизонтальной проекции выпора грунта и разрушающие нагрузки

$\lambda$	$e$	$A_{\text{см}^2}$	$\eta$	$F_{u_{\text{кН}}}$	$\bar{\eta}$	$\lambda$	$e$	$A_{\text{см}^2}$	$\eta$	$F_{u_{\text{кН}}}$	$\bar{\eta}$	$\lambda$	$e$	$A_{\text{см}^2}$	$\eta$	$F_{u_{\text{кН}}}$	$\bar{\eta}$
ПРИ ОТСУТСТВИИ ЖЕСТКОГО ОСНОВАНИЯ	0,3	197,0	2,50	1,2	0,31	d/2	0,3	359,0	4,57	0,67	0,17	d	0,3	222,6	2,83	1,35	0,35
	0,2	227,4	2,89	2,1	0,54		0,2	329,0	4,19	1,35	0,35		0,2	228,0	2,90	1,57	0,40
	0,1	246,0	3,13	2,4	0,62		0,1	260,4	3,31	2	0,51		0,1	237,0	3,02	2,47	0,63
	0	252,2	3,21	3,9	1		0	158,2	2,01	3,8	0,97		0	248,0	3,16	3,82	0,98
	-	-	-	-	-		-0,1	247,0	3,14	1,8	0,46		-0,1	261,2	3,32	1,80	0,46
	-	-	-	-	-		-0,2	323,0	4,11	1,12	0,29		-0,2	203,0	2,58	1,80	0,46
	-	-	-	-	-		-0,3	407,6	5,30	0,9	0,23		-0,3	178,0	2,26	0,90	0,23

где  $\eta = A/A_{\text{ш}}$ ,  $A$ -проекция площади выпора грунта,  $A_{\text{ш}}$ -площадь штампа,  
 $\bar{\eta} = F_{u1}/F_{u0}$ ,  $F_{u0}$ -разрушающая нагрузка при отсутствии жесткого слоя и  $e=0$ ,  
 $F_{u1}$ -то же для остальных экспериментов.

По результатам проведенных экспериментов отмечено следующее:

- площадь выпора грунта и разрушающие нагрузки на наклонном жестком основании
- меньше, чем на основании постоянной жесткости.

- выпор грунта при внецентренном приложении силы происходит в сторону её действия. При наличии жесткого подстилающего слоя площадь выпора в сторону увеличения глубины верхнего слоя больше, чем в противоположную.
- горизонтальное перемещение штампа при внецентренном приложении силы происходит в сторону её действия. Скорость горизонтального перемещения в сторону уменьшения глубины верхнего слоя меньше, чем в противоположную.
- жесткий подстилающий слой влияет на глубину деформирования основания до одного диаметра модели.

#### Литература

1. Вялов С. С., Бугров А. К., Цеева А. Н. Напряженно-деформированное состояние неоднородных оснований с наклонными слабыми слоями// Основания, фундаменты и механика грунтов.-1980.-№6.- с.5-8.
2. Гельфандбейн А. М., Шелест Л.А. Натурные исследования осадок поверхности сварного грунтового основания, нагруженного штампом// Основания, фундаменты и механика грунтов.-1975.-№5.- с.27-29.
3. Швец В. Б., Халаф Хамис, Сальха Заяд, Горлач С.Н. Экспериментальные исследования осадочной воронки в основании для различных видов фундаментов// Основания , фундаменты и механика грунтов.-2003.-№6.- с.14-17

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ  
ПЕРЕРАБОТКИ  
ГИДРОБИОНТОВ  
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО  
СЫРЬЯ**

## **О возможности использования малоценных видов рыб для изготовления солено-сушеных формованных фаршевых изделий**

**Барышников А. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологии пищевых производств)

**Аннотация:** статья посвящена возможности разработки технологии использования малоценного сырья для изготовления солено-сушеной фаршевой пищевой продукции.

**Abstract:** The article is devoted to the possibility of development a technology with using low-value raw materials for producing of salted and dried minced food products.

**Ключевые слова:** рыбный фарш, высушивание, структурированный продукт

**Key words:** minced fish, drying, structured food

Структурированные фаршевые изделия хотя и имеют незначительную долю на рынке рыбной продукции в России, но в последнее время всё больше привлекают интерес российских потребителей. Главным образом на прилавках продуктовых магазинов можно встретить сушеные фаршевые изделия из мышечной ткани лососевых видов рыб, в то время как аналогичная продукция из рыб семейства тресковых представлена сравнительно мало. Исследованию возможности использования малоценных видов рыб для изготовления фарша посвящено ряд научных работ [1], где, в частности, предложен способ изготовления формованной фаршевой продукции, но к сожалению исследования не были завершены. В данной работе сделана попытка продолжения исследований по разработке технологии структурированных фаршевых изделий: изготовлена пробная партия солено-сушеной продукции и проведена оценка его качества по ряду показателей.

Для изготовления фарша использовали белковое сырье водного происхождения: промысловые виды рыб Северного бассейна семейства тресковых (путассу, пикша, треска, сайда).

Технология изготовления продукта основана на изготовлении фарша из предварительно размороженного сырья, его последующего формования (фаршу придавали форму пластины или иной формы) и высушивании при температуре не выше 30 °С.

Было проведено несколько экспериментов, в которых изготавливали фарш с различным соотношением компонентов:

- охлажденная пикша (мышечная ткань, кожа, кости, плавники, голова, внутренности удалены), поваренная соль, коптильный препарат «Жидкий дым».
- филе сайды, крупно измельченный соленый фарш трески, ржаной хлеб и ржаные сухари (в качестве структурообразователя).
- крупно измельченный соленый фарш трески, мышечная ткань путассу, пряности.

Фаршу придавали форму пластины толщиной 6 мм и размерами 10x10 см и высушивали в течении суток в универсальной сушильно-коптильной установке [2] при комнатной температуре воздуха, затем высушенный полуфабрикат нарезали на ломтики размером 6x0,5 см.

Готовую продукцию исследовали с целью оценки её органолептических свойств. Результаты исследований свидетельствуют о том, что продукт обладает приятным вялено-копченым вкусом с кислым привкусом (в случае использования ароматизатора) или вяленой продукции; коричневым цветом поверхности; волокнистой текстурой (волокна мышечной ткани видно невооруженным глазом) и ароматом вяленой рыбы. Ломтики при изгибе не ломаются, сохраняют гибкость, хорошо разжевываются. В готовой продукции была измерена стандартным методом массовая доля воды, которая составила около 11 %. Также были проведены исследования полученного продукта на безопасность: по микробиологическим показателям выявлено соответствие требованиям СанПин 2.3.2.1078-01.

Комплекс предварительных экспериментов показывает возможность изготовления солено-сушеных фаршевых изделий для пищевых целей.

#### Литература

1. Толсторебров, И. Н. Способ получения фарша заданных характеристик из мелкой рыбы / И. Н. Толсторебров, А. М. Ершов // Вестник МГТУ : труды Мурманск. гос. техн. ун-та. – Мурманск, 2006. – Т. 9, № 4. – С. 714–716.
2. Пат. 111985 Российская Федерация, МПК9 А 23 В 4/044 . Универсальная коптильно-сушильная установка / Ершов А.М., Ершов М.А., Похольченко В.А. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУВПО «Мурм.гос.техн.ун-т». - № 2011128055/13 ; заявл. 07.07.2011 ; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.

## **Исследование биологической ценности рыбных кулинарных изделий с использованием дикорастущего сырья Кольского полуострова**

**Бражная И. Э., Недашковская А. Ю., Быкова А. Е.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологий пищевых производств)

**Аннотация.** Работа посвящена изучению биологической ценности новых кулинарных изделий с использованием малорентабельного сырья Северного бассейна (такого как сайка и путассу) и дикорастущих объектов Кольского полуострова (ягоды брусники, грибы подосиновики).

**Abstract.** This paper studies the biological value of new food products using raw marginal North Basin (such as Arctic cod and whiting) and wild objects Kola Peninsula (lingonberry berries, mushrooms aspen).

**Ключевые слова:** биологическая ценность, кулинарные изделия, малорентабельное сырье, дикорастущее сырье Кольского полуострова

**Key words:** biological value, culinary products, also marginal raw, wild raw Kola Peninsula

В настоящее время в мире существует дефицит пищевого белка, и недостаток его в ближайшие десятилетия будет сохраняться. Основным источником белков для человека являются продукты животного происхождения и некоторые бобовые культуры. Биологическая ценность белков существенно зависит от вида сырья, что является определяющим фактором при составлении суточного рациона питания и обоснования норм потребления животных и растительных белков. Средняя суточная физиологическая потребность в белках систематически исследуется и анализируется в решениях ФАО/ВОЗ и национальных организаций различных стран, в том числе Российской Федерации.

Рекомендуемые нормы потребления для основных групп населения, предложенные российской научной школой питания, составляют 73-120 г белка в сутки для мужчин и 60-90 г – для женщин, в том числе, белки животного происхождения 43-65 и 43-49г. Нижняя граница норм относится к людям, чья деятельность не связана с физическим трудом, верхняя – к людям, испытывающим тяжелые физические нагрузки.

Недостаточное обеспечение населения продуктами, содержащими полноценные белки, может привести к тяжелым специфическим заболеваниям, особенно среди детей в возрасте от 1 до 4 лет.

СЕКЦИЯ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ  
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ»

В таблице 2 приведены данные по содержанию заменимых и незаменимых аминокислот в готовой кулинарной продукции «Кальмар фаршированный» с использованием дикорастущего сырья Кольского полуострова.

Таблица 2. Содержание аминокислот

Аминокислоты	Кальмар фаршированный (с грибами)		Кальмар фаршированный (с брусникой)	
	В белке, %	мг/100г продукта	В белке, %	мг/100г продукта
Незаменимые АК, мг/100г	41,8	7533	43,12	9390
Валин	4,98	898	5,69	1238
Изолейцин	5,19	935	5,51	1200
Лейцин	7,84	1413	8,08	1760
Лизин	8,25	1487	8,50	1851
Метионин+цистеин	5,37	967	5,0	1089
Треонин+глюкозамин	4,61	830	4,86	1058
Триптофан	0,71	128	0,46	100
Фенилаланин + тирозин	4,85	875	5,02	1094
Заменимые АК, мг/100г	48,61	8759	48,77	10616
Аспарагиновая	8,94	1610	8,24	1793
Глутаминовая	16,50	2973	18,08	3935
Серин	4,31	776	5,08	1105
Гистидин	2,53	456	2,68	584
Глицин	4,31	777	3,70	805
Аргинин	6,06	1092	6,03	1314
Аланин+глюкозамин	5,86	1057	4,89	1065
Таурин	0,10	18	0,07	15
Общее количество АК, мг/100г	90,41	16292	91,89	20006

В работе рассчитан аминокислотный скор (АКС) каждой незаменимой кислоты по стандартной методике. Для оценки сбалансированности незаменимых аминокислот относительно эталонного

СЕКЦИЯ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ  
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ»

белка был использованы коэффициенты рациональности  $R_c$  и утилитарности  $K_i$ . Результаты представлены в таблицах 3, 4.

Таблица 3. Результаты расчёта биологической ценности белка готовой кулинарной продукции «Кальмар фаршированный» с использованием дикорастущего сырья Кольского полуострова (грибы подосиновики)

Аминокислота	Эталонные значения, мг/г белка	Содержание НАК ( $A_i$ ), мг/г белка	АКС, %	Коэффициент утилитарности ( $K_i$ )
валин	39	49,8	127,6923	0,926704217
лейцин	59	78,4	132,8814	0,890516199
изолейцин	30	51,9	173	0,68400578
лизин	45	82,5	183,3333	0,645452727
метионин+цистеин	22	53,7	244,0909	0,484790689
фенилаланин+тирозин	38	84,4	222,1053	0,53277891
триптофан	6	7,1	118,3333	1
треонин	23	46,1	200,4348	0,590381562
Всего	262	453,9		

Коэффициент рациональности белков готовой кулинарной продукции «Кальмар фаршированный» с использованием дикорастущего сырья Кольского полуострова (грибы подосиновики) составляет 0,68.

Таблица 4. Результаты расчёта биологической ценности белка готовой кулинарной продукции «Кальмар фаршированный» с использованием дикорастущего сырья Кольского полуострова (ягоды брусники)

Аминокислота	Эталонные значения, мг/г белка	Содержание НАК ( $A_i$ ), мг/г белка	АКС, %	Коэффициент утилитарности ( $K_i$ )
валин	39	56,9	145,8974	0,525482847
лейцин	59	80,8	136,9492	0,559817995
изолейцин	30	55,1	183,6667	0,417422505
лизин	45	85	188,8889	0,405882
метионин+цистеин	22	50	227,2727	0,33733304
фенилаланин+тирозин	38	89,4	235,2632	0,325875928
триптофан	6	4,6	76,66667	1
треонин	23	48,6	211,3043	0,362825473
Всего	262	470,4		

Коэффициент рациональности белков готовой кулинарной продукции «Кальмар фаршированный» с использованием дикорастущего сырья Кольского полуострова (грибы подосиновики) составляет 0,43.

Таким образом. Биологическая ценность белков готовой кулинарной продукции «Кальмар фаршированный» с использованием дикорастущего сырья Кольского полуострова характеризуется высоким их содержанием, сбалансированностью по семи незаменимым аминокислотам и наличием одной лимитирующей аминокислоты – триптофана.

#### Литература

1. Антипова, Л. В. Функциональные продукты на основе рыбного фарша и овощей / Л. В. Антипова, И. Н. Толпыгина, В. В. Батищев // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2003. – № 1. – С. 32-34.
2. Быкова, А. Е. Разработка технологии фаршированных рыбных блюд с дикорастущим сырьем Мурманской области / И. Э. Бражная, А. Е. Быкова // Научные достижения молодежи в решении актуальных проблем производства и переработки сырья, стандартизации и безопасности продовольствия : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Киев, 19-20 апреля 2012 г. / Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины. – Киев, 2012. – С. 201-202.
3. МР 2.3.1.19150-04. Рациональное питание. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. – Введ. 02.07.2004.
4. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. – Введ. 18.12.2008.

## **Направления комплексного использования печени трески для производства комбинированных пищевых продуктов**

**Волченко В. И., Несвященко С. С., Швейкина К.С., Петрова М. О.,  
Яцук К. А.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра  
технологического и холодильного оборудования*)

**Аннотация.** Рассмотрены направления комплексного использования печени трески на пищевые цели, разработанные на кафедре ТПП. Они включают использование как печени трески, подвергшейся СВЧ-обработке, так и жира, выделенного при такой обработке. Рассматриваются технологии стерилизованных консервов, колбасных изделий, хлеба.

**Abstract.** The directions of the cod liver complex usage for foodstuff developed on the Food Industries Technologies dept. of MSTU are observed. They includes the usage of both the cod liver after microwave treatment and cod liver oil obtained after such treatment. The technologies of sterilized canned food, sausages and bread are observed.

**Ключевые слова:** печень трески, СВЧ-обработка, хлебопекарный улучшитель, консервы, колбасные изделия.

**Key words:** cod liver, microwave treatment, bakery agent, canned food, sausages.

Печень рыб условно относится к пищевым рыбным отходам. В зависимости от вида рыбы, она может представлять большую или меньшую ценность. Наибольшей ценностью обладает печень тресковых рыб, традиционно направляемая на производство консервов, а также медицинского жира. Её заготавливают в больших количествах, частично перерабатывая на судах, а частично – транспортируя на берег в охлаждённом или мороженом виде. Ранее печень подразделяли на марки «К» и «Ж» – соответственно «консервная» и «жировая», причём первую использовали для производства консервов «Печень трески натуральная», а вторую – только на производство медицинского жира. К сожалению, в настоящее время спрос на жировую продукцию значительно снизился, в связи с чем производство жиров рыб в России минимально. Использование же всей печени трески, вне зависимости от сортности и состояния, только для производства натуральных консервов может оказаться нецелесообразным, поскольку в случае повреждённого сырья, печени с большой массовой долей жира или замороженной печени будут получены

консервы с малой долей плотной части и большим количеством свободного жира, что негативно воспринимается потребителями.

В связи с этим, целесообразно использовать такие технологии, которые позволят отделить излишний жир и использовать его на другие цели, сохранив оставшуюся плотную часть для производства как консервов, близких к традиционным, так и другой ценной пищевой продукции. Следует особо отметить, что продукция, включающая в себя как плотную часть печени, так и отделённый жир, будет богата полиненасыщенными жирными кислотами группы  $\omega$ -3, обладающими высокой биологической ценностью и даже лечебно-профилактическими свойствами.

В 2001-2004 годах на кафедре ТПП была разработана технология производства консервов «Печень трески бланшированная», предполагающая СВЧ-обработку печёночного полуфабриката с отделением излишнего жира [1]. Дальнейшие исследования показали целесообразность изготовления не только консервов, близких к натуральным, но и консервов в томатном и томатно-сметанном соусах, а также паштетов на основе бланшированной печени трески [2]. После этого были проведены исследования по изготовлению овощных, грибных и мясных консервов с использованием жира печени трески [3]. Для всех направлений была проведена оптимизация рецептур.

Однако производство стерилизованных консервов – не единственное направление использования печени трески и её жира. Были разработаны технологии изготовления колбасных изделий с использованием жира печени трески; проведены первичные исследования по использованию плотной части в рецептуре колбасных изделий. Кроме того, выделенный жир предложено использовать в технологии хлеба и хлебобулочных изделий в качестве улучшителя окислительного действия в комбинации с улучшителем восстановительного действия (тиосульфат натрия или мёртвые дрожжевые клетки) [4].

#### Литература

1. Пат. № 2246879 РФ МПК<sup>7</sup> А23L1/325, А23В4/00. Способ производства консервов из печени рыб / В.А. Гроховский, В.И. Волченко, П.Б. Василевский (РФ), заявка № 2002129180/13; Заявл. 31.10.2002; Опубл. 27.02.2005; Бюл.№ 6. – 4 с.

2. Разработка паштетных многокомпонентных консервов с использованием бланшированной печени трески и её жира / В.А.Гроховский, Л.К. Куранова, К.С. Швейкина, Ю.Т. Глазунов, Н.Н. Морозов // Вестник МГТУ, Т. 15, №1, 2012 г. – с. 21-25
3. Пат. № 2469543 РФ МПК<sup>7</sup> А23В4/00. Способ производства консервов, богатых омега-3-полиненасыщенными жирными кислотами / В.И. Волченко, В.А. Гроховский, Е.С. Володченкова, К.В. Черненко (РФ), заявка № 2011140130/13; Заявл. 03.10.2011; Оpubл. 20.12.2012; Бюл. № 35. – 4 с.
4. Волченко, В.И. Возможность использования рыбьего жира в качестве улучшителя в хлебопечении / В.И. Волченко, О.А. Несвященко, С.С. Несвященко // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте ‘2012». – Выпуск 2. Том 6. – Одесса: КУПРИЕНКО, 2012. – с. 21-23.

## Основные проблемы и направления совершенствования процесса сушки гидробионтов

**Вотинов М. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра автоматике и вычислительной техники)

**Аннотация.** Статья рассматривает направления совершенствования процесса сушки гидробионтов. Приведены основные проблемы, связанные с определением температуры поверхности гидробионта, подверженного сушке.

**Abstract.** The article examines ways of improving the drying process of aquatic organisms. The main problems associated with the definition of the surface temperature of aquatic organism exposed to drying.

**Ключевые слова:** сушка, гидробионты, контроль температуры поверхности.

**Key words:** drying, aquatic organism, control surface temperature.

Рыбное хозяйство в Российской Федерации является комплексным сектором экономики, включающим широкий спектр видов деятельности – от прогнозирования сырьевой базы отрасли до организации торговли рыбной продукцией в стране и за рубежом.

Одним из направлений развития пищевой рыбной продукции является сушка гидробионтов. Не маловажное значение в развитии рыбного производства отводится производству сушёной рыбы. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года прогнозирует рост объёмов производства сушено-вяленых рыбных товаров в 2020 г. по сравнению с 2007 г. в 5 раз [1].

В настоящее время большое внимание уделяется совершенствованию процессов сушки гидробионтов. Среди основных направлений совершенствования можно считать:

- интенсификацию процесса сушки гидробионтов;
- снижение энергоёмкости процесса сушки гидробионтов;
- выбор рациональных режимов тепловой обработки гидробионтов.

Безусловно, добиться интенсификации процесса сушки гидробионтов при снижении энергоёмкости возможно только с поиском и выбором рациональных режимов тепловой обработки гидробионтов. Как показывает анализ накопленного опыта, наиболее перспективной с точки зрения оптимизации, является именно смешенная по типу конвективно-

радиационная сушка. Именно рациональное комбинирование конвективной сушки с элементами радиационной должно положительно сказаться на эффективности технологического процесса сушки рыбы.

Стоит отметить, что качественное совершенствование сушки возможно только с наличием достоверной, практической информации об изменениях, происходящих в гидробионте непосредственно в процессе суше. Это постоянный контроль массы, влажности, внутренней температуры, а также температуры поверхности гидробионта.

Если определение первых параметров не вызывает обычно вопросов, то определение температуры поверхности гидробионтов весьма затруднительно. Большинство используемых в промышленности датчиков температуры представляют собой термопары или термосопротивления, относящиеся к классу контактных датчиков. Определение температуры поверхности ими будет весьма затруднительно с точки зрения позиционирования датчика. Будет отсутствовать должный контакт между поверхностью исследуемого гидробионта и щупом датчика.

Вместе с тем, использование контактных датчиков температуры будет сопровождаться постоянным налипанием измеряемого продукта на датчик в зоне измерения, что в свою очередь приводит к ошибкам в измерении, к снижению скорости управления технологическим процессом.

Определение температуры поверхности гидробионтов с использованием эмпирических расчётных методик также сопряжено с риском возникновения ошибок.

Однозначное определение температуры поверхности гидробионта в ходе технологического процесса целесообразно. Так как неконтролируемое повышение данного параметра, как было описано ранее, может привести к «спеканию» полуфабриката. «Спекание» полуфабриката будет препятствовать внутренней диффузии влаги, что, в свою очередь, приведёт к затягиванию технологического процесса сушки рыбы и как следствие к удорожанию себестоимости готовой продукции.

Ещё одним последствием спекания является порча поверхностных слоёв гидробионтов, которая приводит к снижению органолептических характеристик готового продукта.

Оперативный контроль температуры поверхности гидробионта в технологических процессах рыбного производства может быть обеспечен применением неконтактных инфракрасных датчиков.

Инфракрасные датчики температуры обычно выполняются в виде переносных пирометров или стационарных конструкций. Сама технология использования бесконтактных датчиков температуры позволяет уйти от погрешностей измерения, связанных с контактными датчиками температуры.

Инфракрасные датчики температуры практически безинерционны, так время реакции датчиков немецкой фирмы Opttris и российской фирмы Кельвин менее 0,33 секунды, при этом погрешность измерения температуры не превышает 1%. Контактные же датчики температуры, например, термопреобразователь сопротивления ДТС045 типа ТСП фирмы «ОВЕН», имеют показатели тепловой инерции порядка 15 секунд.

Таким образом, рассмотренные направления совершенствования процесса сушки гидробионтов возможны только с контролем изменений, происходящих в гидробионте непосредственно в процессе суше.

Качественно новый подход к определению температуры поверхности рыбы, подверженной процессу сушки, с использованием стационарных инфракрасных датчиков температуры, работающих в реальном масштабе времени, позволит неконтактно измерять температуры непосредственно в процессе производства. Оперативный бесконтактный контроль температуры исключает появление таких нежелательных браков производства, как «спекание» полуфабриката и порча его поверхностных слоёв.

Литературы:

1. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 30 марта 2009 г. №246 «Об утверждении стратегии развития рыбохозяйственного комплекса российской федерации на период до 2020 года»

## Проблема кризиса теплообмена I рода при выпаривании молока и её устранение

Голубева О. А., Федышена О. М. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологического и холодильного оборудования)

**Аннотация.** В данной работе рассматривается актуальность устранения кризиса теплообмена I рода и условия его исследования при производстве молочных продуктов с применением выпаривания.

**Abstract.** In this paper we consider the relevance resolve the crisis by exchanger-MENA I the kind and conditions of its research in the manufacture of dairy products with the prima discharge evaporation.

**Ключевые слова:** кризис теплообмена, выпаривание, гетерокомпонентные смеси, парогенерирующая труба

**Key words:** heat transfer crisis, evaporation, heterogeneity mix, steam pipe

Главной целью исследования является расширение границы применения эмпирической формулы для определения первой критической плотности теплового потока при выпаривании многокомпонентных пищевых смесей

$$\frac{q_{кр1см}}{w \cdot v_{см}} = A \cdot \left[ \frac{w_p^2 \cdot l}{\sigma_{см} \cdot \rho_{см}} \right]^b \cdot \left[ \frac{\rho''}{\rho_{см}} \right]^e \cdot \left[ \frac{l}{d_{вн}} \right]^n$$

где  $q_{кр1см}$  – первая критическая плотность теплового потока;

$l, d_{вн}$  – геометрические размеры парогенерирующей трубы;

$\sigma_{см}, \rho_{см}, v_{см}, w_p$  – параметры выпариваемой смеси, где ( $w_p = v_{см} \cdot \rho_{см}$ );

$\rho''$  – плотность вторичного пара;

A, b, e, n – постоянные.

Общий вид формулы определён в ходе предварительных исследований одного из авторов [1, с.85].

Актуальность работы заключается в увеличении глубины исследований явления кризиса теплообмена I рода при выпаривании гетерогенных пищевых смесей, что позволит расширить ряд практических рекомендаций по поддержанию оптимальных режимов работы выпарных аппаратов с вертикальной трубчатой поверхностью теплообмена, которые повысят их производительность и эффективность.

Устранение кризиса теплообмена в выпарных аппаратах приводит к:

- увеличению КПД установок;
- повышению качества производимой продукции;
- удешевлению производства;
- предотвращению поломок оборудования и увеличению его срока эксплуатации;
- снижению энергозатрат.

В качестве многокомпонентной пищевой смеси рассмотрено молоко жирностью 1,5; 2,5; 3,2 и 4%, как наиболее часто используемое в пищевой промышленности при производстве сухого молока, молочных и молокосодержащих консервов.

В ходе предварительных исследований были определены режимы обогрева парогенерирующей трубы. Плотность обогрева изменялась от 8922,83 до 11479,10 Вт/м<sup>2</sup>.

Для определения необходимых параметров кризиса теплообмена первого рода по молоку проведено 9 серий экспериментов, по 3 серии на молоко определённой жирности в условиях свободной конвекции при рабочем давлении равном нормальному атмосферному давлению. Длительность одной серии составляла порядка 1,5 часов.

Поскольку проводить эксперимент в реальных производственных условиях не представляется возможным из-за огромных габаритов выпарных аппаратов (минимальная высота парогенерирующей трубы от 20 м) и больших расходов сырья, то проведено моделирование процесса выпаривания с соблюдением геометрического, гидравлического и теплового подобия процесса.

Исследования выполнялись на экспериментальной установке, имитирующей промышленную однокорпусную выпарную установку с трубчатой поверхностью теплообмена и вертикальной греющей камерой, обеспечивался электрообогрев парогенерирующих труб.

В ходе экспериментов измерялись: температура пищевой смеси ; температуры стенки трубы и наружной поверхности изоляции по высоте; массовый и объёмный расход исходной смеси и упаренного продукта; количество полученного конденсата; сила тока и напряжение в цепи нагревательной спирали. Следует отметить, что напряжение в ходе экспериментов регулировалось автотрансформатором в зависимости от режима обогрева.

Для измерения температуры поверхности трубы по всей её высоте с равномерным шагом расположено 6 термопар.

При проведении литературного обзора установлен недостаток данных значений температуры кипения молока при нормальном атмосферном давлении в зависимости от его жирности.

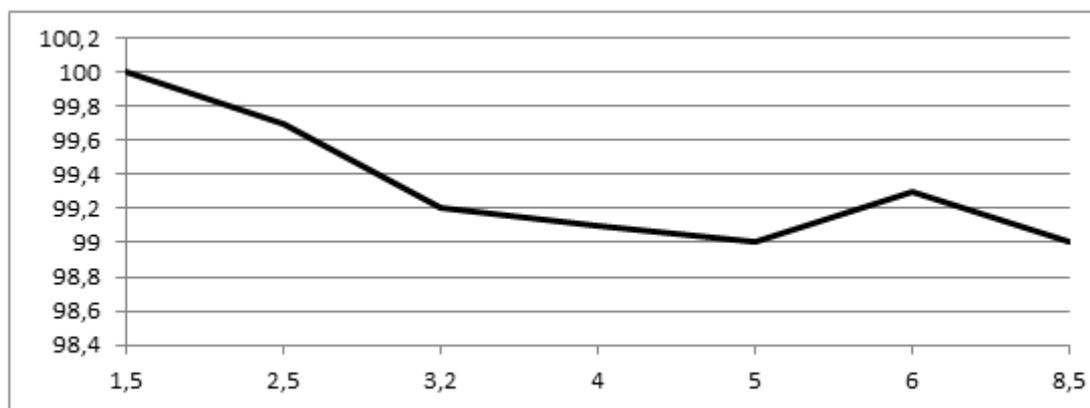


Рис.1. Зависимость температуры кипения молока от жирности при нормальном атмосферном давлении

Выводы:

При проведении анализа результатов экспериментов установлено:

1. кризис теплообмена первого рода при выпаривании молока в указанных условиях наблюдается в основном в нижней третьей части парогенерирующей трубы;

2. увеличение жирности молока приводит к перемещению точки кризиса в сторону выхода из парогенерирующей трубы. Кризис может одновременно наблюдаться в зоне входа и в зоне выхода из парогенерирующей трубы;

3. увеличение критической температуры при одинаковом режиме обогрева наблюдается только при значительном увеличении жирности. Увеличение жирности в два раза вызывает рост критической температуры на  $5 - 13^{\circ}\text{C}$ ;

4. с увеличением жирности молока при одинаковом режиме обогрева критическая разность температур увеличивается;

5. при увеличении плотности обогрева не выявлено четких закономерностей изменения критической разности температур для молока одинаковой жирности.

На основании полученных результатов можно предсказать наиболее опасный участок парогенерирующей трубы, который требует

максимального внимания при монтаже системы регулирования и контроля, а так же при эксплуатации выпарного аппарата.

#### Литература

1. Голубева О.А. Повышение эффективности работы выпарных аппаратов в условиях критических тепловых потоков (диссертация на соискание степени канд.техн.наук). – Мурманск, МГТУ, 1998. – 147 с.
2. Катто Ю. Критические тепловые потоки при кипении. // Перевод с англ. – Сан –Франциско, США, 1986. – 36 с.

## **Перспективы использования пищевых отходов, отделяемых при изготовлении клипфискной продукции из тресковых видов рыб**

**Карачёва Д. А., Гроховский В. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологий пищевых производств)

**Аннотация.** На предприятии при изготовлении солёно-сушёной рыбной продукции образуются ценные пищевые отходы, направляемые на техническую утилизацию и составляющие от 0,25 до 1,5 % от общих объёмов производства клипфиска. Экспериментами и теоретическим анализом установлена целесообразность изготовления из них широкого спектра разнообразной пищевой продукции.

**Abstract.** A series of valuable food offals occurs during producing of salted and dried fish production in a factory. These offals are directed for the technical utilization. Their amount is from 0.25 to 1.5 % of total clipfish production. The experiments and the theoretical analysis have proved the practicability of producing a wide range of different food production from these offals.

**Ключевые слова:** тресковые виды рыб, клипфиск, пищевые отходы, химический состав, разнообразная пищевая продукция

**Key words:** cod species, clipfish, food offals, chemical composition, different food production

На одном из рыбообрабатывающих предприятий, расположенных на правой стороне Кольского залива, организовано производство в больших объёмах клипфискной продукции из тресковых видов рыб (трески, пикши) для последующего экспорта её в Испанию, Португалию и другие европейские страны.

В процессе производственной деятельности его при изготовлении солёно-сушёной рыбной продукции происходит образование специфических пищевых отходов, которые смешиваются с отработанной солью и вывозятся за пределы предприятия на техническую утилизацию в соответствии с действующими нормативными документами.

Так, например, при изготовлении солёно-сушеного пласта и полупласта из трески работники специальными ножницами отделяют кусочки рыбы (срезки), которые образуются при механизированной разделке рыбы в виде выхватов, бахромки и др. и ухудшают внешний вид готового продукта. Таких пищевых отходов образуется от 0,25 % до 0,3 % и при больших объёмах производства, достигающих, к примеру, до 1000 тонн, количество отделяемых и выбрасываемых пищевых отходов составит 2500 – 3000 кг.

Кроме того, это рыбообрабатывающее предприятие изготавливает солёно-сушёную щипку – кусочки филе трески произвольной формы размерами не более 5 x 5 см без костей и кожи. При изготовлении данного вида продукции отделяют 1,3 -1,5 % пищевых отходов, что при объёме производства, к примеру, 100 тонн, количественно составит 1300 – 1500 кг.

Химический состав образуемых пищевых отходов представлен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав пищевых отходов – кусочков солёно-сушёной трески, %

Белковые вещества (N x 6,25)	Вода	Липиды	Хлорид натрия (NaCl)	Минеральные вещества (не включая NaCl)
24,7±0,6	52,3±0,8	0,9±0,1	18,6±0,5	2,1±0,1

Анализ табл. 1 свидетельствует о том, что, практически, при производстве солёно-сушёной продукции из тресковых видов рыб из-за неоправданных потерь достаточно больших объёмов рыбных отходов не используется в пищевых целях до 25 % полноценных белковых веществ.

На основании поисковых экспериментов и научного теоретического анализа из отделяемых пищевых отходов в виде кусочков крепкосолёного филе трески установлена целесообразность изготовления следующих видов рыбной продукции:

- фарша высоких кондиций типа сурими для изготовления крабовых палочек;
- рыбного «теста» и на основе его крекеры, рыбные чипсы или «крипсы», рыбные хлебцы, сушёные рыбные палочки и ещё целый ряд сушёной продукции с различными пищевыми ингредиентами и добавками;
- рыбных колбас;
- различной подкопчённой продукцией или продукции холодного копчения в виде подпрессованных брикетов;
- различной формованной кулинарной продукции: рыбных котлет, пельменей, пончиков, рыбных фрикаделек и др.;
- при производстве рыбных консервов – в качестве очень ценного и существенного ингредиента.

### Выводы

1. Проведённым анализом производства солёно-сушёной рыбной продукции установлено количество неиспользуемых пищевых отходов, составляющих от 0,25 до 1,5 % от общих объёмов изготавливаемого экспортного продукта.

2. Поисковыми экспериментами и теоретическим анализом установлена целесообразность изготовления из отделяемых пищевых отходов клипфисского производства широкого спектра разнообразной пищевой продукции.

## **Разработка ресурсосберегающей технологии переработки отходов рыбообработывающих производств**

**Дровнева Е. А., Васильева Ж. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ»,  
кафедра экологии и защиты окружающей среды)

**Аннотация.** Разработана ресурсосберегающая технология переработки отходов рыбообработывающих производств. В статье представлена технология переработки рыбных отходов с получением ферментативных препаратов, а также качественные характеристики полученных ферментных препаратов.

**Abstract.** The resource – saving technology of refining of waste of fish – processing productions has been worked out. In the paper technologie of processing of fish waste with receiving fermentable preparations and the qualitative characteristics of the received fermentable preparations are presented.

**Ключевые слова:** технология переработки рыбных отходов, ферментативные препараты, утилизация.

**Key words:** technology of processing of fish waste, fermentable preparations, recycling.

Неполноценное использование отходов рыбообработывающих производств является распространенной проблемой рыбной отрасли. Ежедневно в процессе переработки рыбных ресурсов производятся тонны отходов при производстве рыбного филе, фаршей, консервов и других видов рыбной продукции. Самой распространенной технологией для переработки отходов до сих пор остается производство кормовой рыбной муки, в то время, как большая часть отходов оказывается на свалках промышленного мусора [1]. Необходимость решения проблемы комплексного использования водных ресурсов очевидна, это не только снизит затраты на производство традиционных видов рыбной продукции, но и позволит заметно расширить ассортимент.

В последних работах по проблеме недоиспользования водных ресурсов, отходами принято называть конечный продукт, который не имеет дальнейшего использования. Всё то, что подлежит дальнейшей переработке, является сырьем [2]. Состав такого сырья варьируется в зависимости от вида рыбы, из которого оно произведено, сезона и других факторов. В качестве сырья могут служить рыбные головы, части тканей рыбы, отделенные в ходе филетирования, кости, кожа, внутренние органы

рыб. Головы и кости достаточно целесообразно перерабатывать по имеющейся технологии производства рыбной муки, в то время, как мягкие ткани и внутренние органы, содержащие ценные липидную и белковую фракции, остаются крайне недоиспользованными. Это свидетельствует о том, что в России отсутствует организованная система обращения с отходами.

В современном производстве рыбных продуктов все большую актуальность приобретает применение ферментных препаратов, позволяющих существенно ускорить процесс созревания мяса рыб и, тем самым, повысить эффективность и экономичность производства. Кроме того, ферментативные препараты из внутренностей рыб, богатых протеолитическими ферментами, перспективно использовать в пищевой, медицинской, кожевенной, химической и других видах отечественной промышленности.

Это решит проблему нерационального использования ценных компонентов рыбных отходов, снизит антропогенную нагрузку на окружающую природную среду, а так же сократит дефицит российского рынка в ферментных препаратах.

Цель проведенной работы состояла в разработке комплексной технологии получения ферментативного препарата из отходов переработки традиционного сырья Баренцевоморского региона.

В качестве сырья для проведения исследований использованы отходы разделки сельди. Изучение протеолитической активности (ПА) полученных ферментных препаратов проводили по методу Вильштеттера и Вальдшмидта-Лейтца в модификации. Определение выхода ФП, влаги и минеральных веществ (зола) во внутренних органах осуществляли стандартными методами по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа». Содержание общего азота определяли по методу Кьельдаля по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа», ГОСТ 26889-86 «Продукты пищевые и вкусовые. Общие указания по определению содержания азота методом Кьельдаля».

Эксперименты по получению ферментного препарата (ФП) проводили следующим образом. После размораживания отходы (внутренности) сельди измельчали до частиц размерами от 8 до 10 мм,

затем производили взвешивание и разделение на равные по массе пробы. Ферменты – водорастворимые белки и лучшим экстрагентом для них является вода, поэтому к измельченному сырью добавляли  $H_2O$  с различными гидромодулями. Выбор экстрагента, в данном случае воды с различными значениями гидромодуля, а также осадителя для выпадения ферментов в осадок с заданными значениями рН (с использованием этилового спирта) обусловлен задачей установления оптимальных режимов выделения ФП. Экспериментально доказано, что использование этилового спирта способствует увеличению выхода и повышению протеолитической активности ферментного препарата, а при рН от  $6,2 \pm 0,2$  активируются все группы протеолитических ферментов внутренних органов [3]. Этиловый спирт является пищевым, экологичным продуктом, в отличие от других осадителей не имеет «грубого» запаха. Параметры процесса гидролиза и экстрагирования установлены путем предварительных опытов, которые позволили определить температурный оптимум для проведения извлечения ФП. В диапазоне исследуемых температур от  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  наибольшую активность ферменты проявляли при  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Поэтому процесс гидролиза и экстракции вели при постоянном перемешивании в течение 2 часов при температуре  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Далее исследуемые отходы подвергали грубому фильтрованию через сетчатый фильтр и помещали на горизонтальную центрифугу со скоростью вращения ротора 2500 об/мин в течение 20 минут, после чего отделяли жидкую фракцию (ферментный препарат) и проводили осаждение ферментов этиловым спиртом с заданными значениями рН. Затем экстракт выдерживали в течение 30 минут для выпадения ферментов в осадок, центрифугировали со скоростью вращения ротора 2500 об/мин в течение 20 минут для отделения осадка (ферментного комплекса). После процесса центрифугирования определяли качественные характеристики полученных ФП.

Параметры, использованные при проведении опытов по получению ферментных препаратов, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры, использованные при проведении опытов по  
получению ферментных препаратов

№ опыта		1	2	3	4	5	6	7	8	9
гидромодуль		1:1	2:1	1:2	1:2	1:1	2:1	1:2	2:1	1:1
количе- ство осадителя	по рН	6,5	7,5	8,5	7,5	8,5	6,5	6,5	8,5	7,5
	по отношению к экстрагируемой массе, М	2:1	1:1	1:2	1:1	1:2	2:1	2:1	1:2	1:1

Данные по определяемым качественным характеристикам представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Качественные характеристики ферментного препарата

№ опыта	Гидро- модуль	Количество осадителя, по рН/отношению к экстрагируемой массе, М	ПА, Е/г	Общий азот, %	Выход, %	Золь- ность, %	Влага, %
1	1:1	6,5/2:1	7,14	1,19	40,09	2	9
2	2:1	7,5/1:1	2,86	1,11	41,76	2	12
3	1:2	8,5/1:2	1,12	0,20	50,24	4	18
4	1:2	7,5/1:1	3,57	0,17	48,15	3	14
5	1:1	8,5/1:2	1,36	1,01	45,22	2	10
6	2:1	6,5/2:1	8,42	1,25	41,27	2	11
7	1:2	6,5/2:1	4,10	0,63	45,05	3	17
8	2:1	8,5/1:2	1,50	0,75	38,34	1,5	11
9	1:1	7,5/1:1	2,32	1,09	44,80	1,5	11

Данные таблицы 2 показывают, что ферментные препараты незначительно отличаются по выходу (от 38,34 до 50,24 %), зольности (от 1,5 до 4 %), содержанию общего азота (от 0,17 до 1,25 %), влаги (от 9 до 18 %).

Качество ферментного препарата оценивали по важнейшему параметру, за который принята протеолитическая активность (ПА).

В результате анализа результатов эксперимента установлены оптимальные значения факторов, влияющих на качество ферментного препарата: гидромодуль- 2:1, количество осадителя по рН- 6,5, по отношению к экстрагируемой массе – 2:1.

При помощи математической обработки данных в программе Microsoft Excel 2010 выявлена тенденция роста ПА с уменьшением рН

(рисунок 1), а также тенденция уменьшения ПА с увеличением гидромодуля к массе внутренностей до 1:2. Максимальное значение ПА наблюдается при кислотном значении рН, отношении к экстрагируемой массе 2:1 и гидромодуле 2:1, минимальное при щелочном значении рН, отношении к экстрагируемой массе 1:2 и гидромодуле 1:2. Увеличение гидромодуля до 1:2 снижает скорость расщепления белка, что обуславливает уменьшение скорости образования фермент – субстратного комплекса [4]. Поэтому гидромодуль 2:1 является оптимальным для выделения ферментного препарата из отходов (внутренностей) сельди.

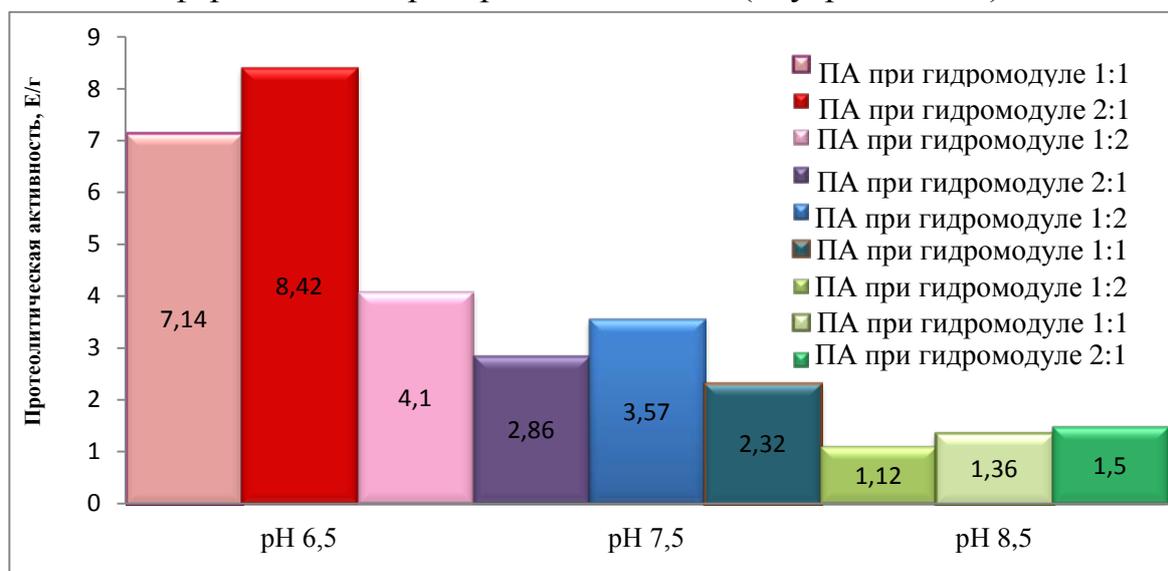


Рис. 1. Динамика ПА ферментного препарата из отходов (внутренностей) сельди в зависимости от рН

Таким образом, наилучшими условиями для извлечения ферментного препарата из отходов (внутренностей) сельди являются соотношение гидромодуля к массе отходов 2:1, количество осадителя по рН 6,5, количество осадителя по отношению к экстрагируемой массе 2:1.

#### Литература

1. Петрова И.Б. Комплексная переработка отходов рыбоперерабатывающих производств: обзор [Текст] / И. Б. Петрова, А. И. Клименко // Молодой ученый. — 2012. — №9. — С. 61.
2. Rustad T. Utilisation of marine by-products. Electronic Journal of Environmental / T. Rustad // Agricultural and Food Chemistry. – 2003. – № 2. – С. 458-463.

3. Слободяник, В.С., Пискова, И.А., Кухарева, Н.К. Протеолитическая активность ферментных препаратов из внутренностей прудовых рыб [Электронный ресурс] / В.С. Слободяник, И.А. Пискова, Н.К. Кухарева. – Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2013/15/6147>.
4. Кислухина, О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов [Текст]: учебник для вузов/ О.В. Кислухина.- М.: Дели принт, 2002. – С. 336.

## Исследование процесса тузлучного посола мелкой рыбы во взвешенном слое

Дьяков А. В., Глазунов Е. А. (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра Технологического и холодильного оборудования*)

**Abstract.** The study of hydrodynamics of the flow at ambassador of fish in circulating solution of water with salt.

Важным направлением развития технологии производства рыбной продукции является производство соленой рыбы и слабосоленых полуфабрикатов для производства копченной продукции. Таким образом, совершенствование процесса посола для получения соленой рыбы и слабосоленого полуфабриката, однородных по содержанию соли в заданных пределах является весьма актуальной задачей.

Целью данного исследования является разработка посольной установки, позволяющей интенсифицировать процесс просаливания рыбы.

Задача: проведение экспериментов по исследованию гидродинамики при посоле мелкой рыбы и установление влияния скорости циркуляции тузлука на технико-экономические показатели процесса просаливания рыбы.

Научные эксперименты проводились, на собранной на кафедре Технологического и холодильного оборудования, установке для посола рыбы в циркулирующем тузлуке. Технические характеристики установки представлены в таблице 1

Таблица 1 – Технические характеристики установки для посола рыбы

Показатель	Значение
Вместимость по тузлуку, дм <sup>3</sup>	40
Скорость циркуляции тузлука, м/с	0,2
Потребляемая мощность, кВт	1,0
Габаритные размеры, мм:	
длина	560
ширина	540
высота	600
Масса, кг	20

Для проведения экспериментов использовалась беломорская сельдь. Перед проведением посола неразделанную рыбу размораживали на воздухе при

СЕКЦИЯ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ  
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ»

температуре окружающей среды 20 °С. Далее в посольную емкость загружали сырье в виде неразделанной дефростированной рыбы, масса опытной партии составляла 1500 г. Заливали в установку тузлук определенной плотности. В ходе проведения опытов мы использовали тузлук с плотностью 1,200 г/см<sup>3</sup> и 1,090 г/см<sup>3</sup>. Скорость циркуляции тузлука в установке постоянна и составляет 0,2 м/с. Время посола 60 минут. Посол проводился при двух температурных режимах : 22 °С и 10 °С. После посола в ЦИС проводилось определение солености аргентометрическим способом исследуемых образцов. Средняя масса исследуемых образцов: -21,5 г. Средняя толщина исследуемых образцов: 10 мм. Результаты экспериментов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты экспериментов

Номер опыта	параметры				
	Плотность тузлука, кг/м <sup>3</sup>	Температура тузлука, °С	Скорость циркуляции, м/с	Удельная поверхность образцов(среднее),см <sup>2</sup> /г	Конечная соленость образца, %
1	1200	22	0	4,14	7,1
2	1200	22	0,2	4,18	9,0
3	1200	22	0	4,11	5,8
4	1200	22	0,2	3,90	8,4
5	1200	22	0	3,96	5,9
6	1200	22	0,2	4,05	8,2
7	1090	22	0	3,89	4,5
8	1090	22	0,2	3,83	6,1
9	1090	22	0	4,05	4,3
10	1090	22	0,2	3,92	7,2
11	1090	22	0	3,98	4,6
12	1090	22	0,2	3,77	6,5
13	1200	10	0	3,79	5,4
14	1200	10	0,2	3,86	7,3
15	1200	10	0	4,07	6,0
16	1200	10	0,2	4,06	7,5
17	1200	10	0	3,98	5,6
18	1200	10	0,2	3,92	7,8
19	1090	10	0	4,07	3,0
20	1090	10	0,2	3,92	4,8
21	1090	10	0	3,89	3,2
22	1090	10	0,2	3,79	4,9
23	1090	10	0	3,98	3,4

СЕКЦИЯ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ  
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ»

Номер опыта	параметры				
	Плотность тузлука, кг/м <sup>3</sup>	Температура тузлука, °С	Скорость циркуляции, м/с	Удельная поверхность образцов(среднее),см <sup>2</sup> /г	Конечная соленость образца, %
24	1090	10	0,2	4,03	5,1

Результаты экспериментов позволили сделать вывод о возможности интенсификации посола рыбы во взвешенном слое. Установление выявленной закономерности позволит, интенсифицировать или замедлять (регулировать) процесс посола рыбы на рыбообрабатывающих производствах. Для уточнения зависимости требуется проведение дополнительных исследований.

### Литература

1. Аношин А.М. Теоретические основы массообменных. процессов пищевых производств. М.: Пищевая пром-сть, 1999. 284 с
2. Карпов В.И. Технологическое оборудование рыбообрабатывающих предприятий: Учеб.пособие для ВУЗов по спец. 1706 "Машины и аппараты пищевых производств". М.: Колос, 1993. 18 с.
3. Леванидов Н.П., Ионас Г.П., Слуцкая Т.Н. Технология соленых, копченых и вяленых рыбных продуктов, М., ВО «Агропромиздат»,1987 – 159с.

## Моделирование процессов обезвоживания с фазами релаксации влаги при вялении и холодном копчении рыбы

**Ершов М. А., Ершов А. М.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологий пищевых производств)

**Аннотация.** В статье рассматривается ресурсо- и энергосберегающая технология конвективного обезвоживания рыбы. Технология имеет прерывистый характер, связанный с последовательностью протекания циклов, состоящих из сушки и выдержки объекта обезвоживания без воздействия теплоносителя. Предложен способ моделирования данных процессов с использованием численных методов решения дифференциальных уравнений (метод конечных разностей).

**Abstract.** In this article the resource and energy saving technology of convective fish dehydration is considered. The technology is intermittent, which is connected with the sequence of cycles flow, that consist of drying and excerpt of the object of dehydration without influence of heating agent. The method of modeling processes with the usage of numerical methods of solving differential equations (the method of finite differences) is suggested.

**Ключевые слова:** вяление, копчение рыбы, коэффициент диффузии влаги, ресурсо- и энергосберегающая технология.

**Key words:** dry-curing, fish smoking, coefficient of moisture diffusion, resource and energy solving technology.

Разработана технология обезвоживания рыбы, состоящая из последовательных циклов сушки и релаксации влаги по толщине объекта обезвоживания. Данная ресурсо- и энергосберегающая технология ориентирована на процессы обезвоживания при вялении и холодном копчении рыбы. Ресурсо- и энергосберегающий эффект наблюдается за счет восстановления диффузионных свойств сырья и экономии электроэнергии во время релаксации влаги по толщине рыбы. Применение данного способа наиболее рационально в период падающей скорости обезвоживания [1].

Экспериментальные исследования по поиску рациональных режимов обезвоживания рыбы с применением различной длительности и периодичности релаксации влаги могут быть ускорены при создании расчетных методик данных процессов.

Предложен расчетный метод построения кривых кинетики и

динамики обезвоживания для циклических процессов сушки и релаксации рыбы. Способ моделирования данных процессов основан на использовании численных методов решения дифференциальных уравнений (метод конечных разностей).

Метод позволяет, не проводя экспериментальных работ, воспроизводить кривые кинетики обезвоживания с различной длительностью периодов обезвоживания и релаксации. Это дает возможность выбирать рациональные режимы обезвоживания с точки зрения ресурсо- и энергосбережения и сравнивать их традиционной технологией.

Основной движущей силой процесса обезвоживания является градиент влагосодержания. При холодном копчении и вялении рыбы температурный градиент невелик, поэтому его влиянием можно пренебречь.

Уравнение диффузии влаги тогда может быть представлено в виде:

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left( a \frac{\partial \vartheta}{\partial x} \right), \quad (1)$$

где  $\vartheta$  – влагосодержание рыбы, кг<sub>вл.</sub>/кг<sub>с.в.</sub>;

$\tau$  – продолжительность обезвоживания, с;

$x$  – пространственная координата, м;

$a$  – коэффициент теплопроводности влагопереноса или коэффициент диффузии влаги (м<sup>2</sup>/с).

Задача состоит в сравнении общего времени обезвоживания рыбы в условиях непрерывного обезвоживания и с применением релаксации влаги по толщине объекта обработки. Поэтому вначале краевые условия следует принять в форме, отвечающей непрерывному характеру обезвоживания. В этом случае они имеют следующий вид:

граничные условия:

$$\vartheta(x, \tau)|_n = \vartheta_n, \quad \frac{\partial \vartheta}{\partial x}(0, \tau) = 0; \quad (2)$$

начальные условия

$$\vartheta(x, 0) = \vartheta_0. \quad (3)$$

Здесь индексы „п” и „0” здесь относятся к поверхности рыбы и к нулевому моменту времени, отвечающему началу процесса.

Для построения поля влагосодержания в период обезвоживания используем приближенное решение  $\vartheta(x, \tau)$  дифференциального уравнения диффузии влаги (1), для тел по форме приближающихся к пластине:

$$\vartheta_A = \left(1 - \frac{2al}{h^2}\right)\vartheta_0 + \frac{al}{h^2}(\vartheta_1 + \vartheta_2), \quad (4)$$

где  $l$  – шаг на оси ординат;  $h$  – шаг на оси абсцисс;  $\vartheta_A; \vartheta_0; \vartheta_1; \vartheta_2$  – влагосодержание в узлах сетки, кг<sub>вл.</sub>/кг<sub>с.в.</sub>

Построение расчетных кривых кинетики обезвоживания, влажности на поверхности рыбы, методика расчета коэффициентов диффузии влаги в зависимости от влажности рыбы изложена ранее в работе [2]. В начале расчета методом сеток находим распределение влажности по толщине рыбы через момент времени  $\tau_{\text{рел}}$ , который приближено равен моменту времени  $\tau_{k2}$ , когда на кривой кинетики обезвоживания возникает критическая точка  $K_2$  [3], [4].

Момент времени  $\tau_{\text{рел}}$  – это начальные условия для расчета первого периода релаксации влаги по толщине рыбы. При  $\tau_{\text{рел}}$  известны граничные условия из предположения, что массообмена между теплоносителем и объектом обезвоживания не происходит и влагосодержание рыбы остается постоянным в течение всего этого процесса.

На поверхности продукта граничные условия представляются в следующей форме:

$$\left. \frac{\partial \vartheta}{\partial x} \right|_{\text{п}} = 0, \quad (5)$$

Влажность на поверхности рыбы в период релаксации  $\omega_{\text{п}\cdot\text{рел}}$  рассчитывается для каждого шага сетки  $l$  по формуле:

$$\omega_{\text{п}\cdot\text{рел}} = 2(\omega_{\text{рел}} \cdot n - \omega_1 - \omega_2 - \dots - \omega_{n-1} - \omega_n/2), \quad (6)$$

где  $n$  – число отрезков на которые разбивается полутолщина рыбы;  $\omega_{\text{рел}}$  – среднеобъемная влажность рыбы на момент релаксации, %;  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_{n-1}, \omega_n$  – значения влажности рыбы в узлах сетки для данного шага  $l$ .

Уменьшение коэффициентов диффузии влаги  $a$  в основном происходит из-за уменьшения микрокапилляров, это уменьшение наиболее значимо в приповерхностном слое. Поэтому, зная, какая в период релаксации влажность на поверхности рыбы, можно найти значение коэффициента диффузии влаги  $a$  для этого момента времени. Значения влажности в узлах сетки находятся по формуле (4).

На рисунке 1 представлены кривые кинетики обезвоживания путассу для непрерывного и комбинированных режимов без учета времени на релаксацию, полученные с помощью предлагаемого метода расчета, также приведена экспериментальная кривая кинетики. Наблюдается хорошо совпадение экспериментальных и расчетных значений. Из данных, представленных на рисунке 1, видно, что применение режимов релаксации влаги сокращает общее время воздействия теплоносителя на объект обезвоживания. При этом снижаются затраты электроэнергии на 8 – 12 % по сравнению с традиционной технологией, но общая продолжительность процесса остается неизменной.

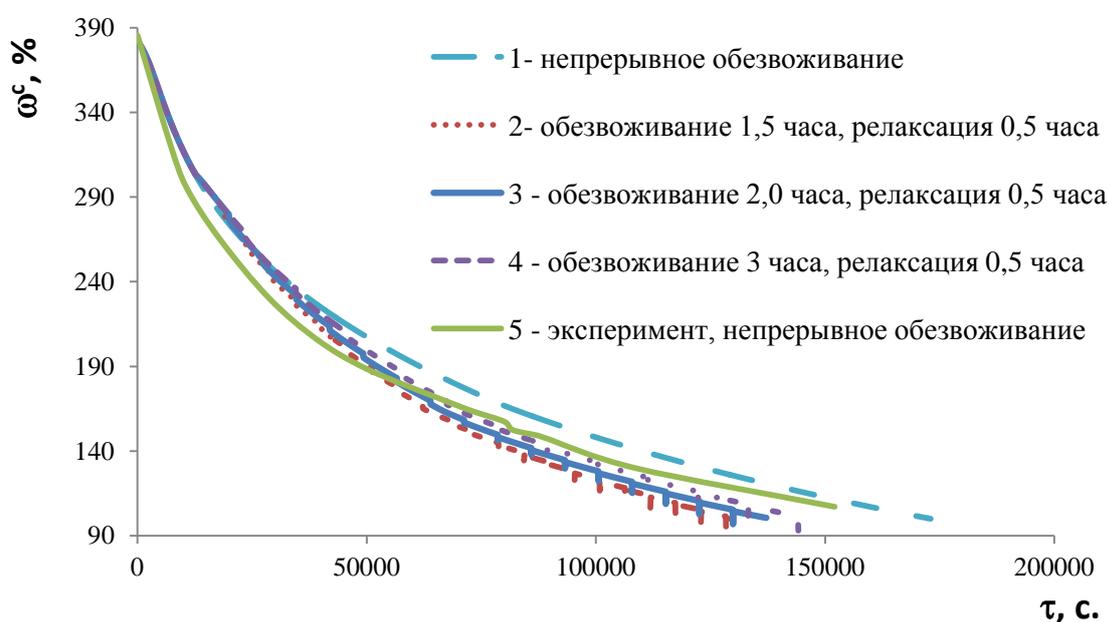


Рис. 1. Кривые кинетики обезвоживания путассу для непрерывного и комбинированных режимов без учета времени на релаксацию влаги.

Таким образом, предлагаемая методика позволяет, не проводя экспериментальных работ, строить кривые кинетики непрерывного и циклического обезвоживания рыбы. Находить поля распределения влаги по толщине рыбы на этапах обезвоживания и релаксации объекта обработки. Это дает возможность выбирать рациональные режимы обезвоживания с точки зрения ресурсо- и энергосбережения. Сравнить разрабатываемые режимы с традиционной технологией.

### Литература

1. Элементы теории «пунктирного» обезвоживания в процессах холодного копчения и вяления рыбы / Ю. Т. Глазунов [и др.] // Вестник МГТУ : труды Мурман. гос. техн. ун-та. – Мурманск, 2012. – Т. 15, № 1. – С. 15–20.
2. Ершов, М. А. Совершенствование методов расчета обезвоживания в процессах холодного копчения и вяления рыбы : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12 / Ершов Михаил Александрович ; Мурман. гос. техн. ун-т. – Мурманск : МГТУ, 2007. – 160 с.
3. Ершов, А. М. Развитие и совершенствование процессов холодного копчения на основе интенсификации массопереноса влаги и коптильных компонентов : дис. ... д-ра. техн. наук / А. М. Ершов ; МГАРФ. – Мурманск, 1992. – 250 с.
4. Смышляева, Е. А. Разработка энергоэффективных режимов обезвоживания процессов вяления и холодного копчения рыбы : дис. ... магистра : 260100.68 / Смышляева Екатерина Александровна ; Мурман. гос. техн. ун-т. – Мурманск , 2012. – 64 с.

## Подбор параметров режимов стерилизации консервной продукции с использованием средств вычислительной техники

**Кайченев А. В.**<sup>1</sup>, **Власов А. В.**<sup>1</sup>, **Маслов А. А.**<sup>1</sup>, **Селяков И.Ю.**<sup>1</sup>, **Гроховский В.А.**<sup>2</sup>, **Куранова Л.К.**<sup>2</sup> (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ»,<sup>1</sup> – кафедра автоматике и вычислительной техники; <sup>2</sup> – кафедра технологий пищевых производств).*

**Аннотация.** В статье описывается программа подбора параметров режима стерилизации консервной продукции. Программа позволяет определять параметры энергоэффективных режимов стерилизации в автоматическом режиме. Показано, что с применением программного средства PRSC возможно сократить количество пробных варок при подборе режима стерилизации за счет использования результатов численного моделирования.

**Abstract.** This article describes a program for canned food' sterilization regime development. This program allows to develop sterilization regimes with the high level of energy efficiency. The required number of test sterilization processes can be reduced using the PRSC.

**Ключевые слова:** Режим стерилизации, параметры, консервная продукция, оптимизация.

**Key words:** Sterilization regime, parameters, canned food, optimization.

Разработка режима стерилизации зачастую требует применения значительных энергетических, материальных и временных ресурсов. Трудоёмкость обусловлена проведением большого количества автоклавоварок, необходимых для научного обоснования и утверждения режимов стерилизации, при этом существенную роль играют квалификация и опыт разработчика.

Одним из решений указанной проблемы является замена большого числа автоклавоварок, необходимых для сбора теплофизических данных в процессе стерилизации, на результаты численного моделирования с использованием средств вычислительной техники. Применение ЭВМ позволит настроить параметры режима под возможности стерилизационной установки. Также становится возможным оперативная оценка влияния изменения того или иного параметра на ход процесса. Основное преимущество использования численного моделирования – сравнительно невысокие затраты на процесс подбора параметров режима стерилизации консервов.

Научно-исследовательская группа кафедры автоматике и вычислительной техники (АиВТ) МГТУ совместно с сотрудниками

кафедры технологий пищевых производств (ТПП) ведет разработку и исследование энергоэффективных способов проведения технологических процессов. В 2011 г. сотрудниками кафедры АиВТ разработано программное обеспечение Modern\_Optim, позволяющее разрабатывать оптимальные режимы водной стерилизации консервов "Печень трески натуральная" в банке Impress для автоклава АВК-30М [1]. В настоящее время на кафедре АиВТ разработано программное обеспечение PRSC, осуществляющее подбор оптимального режима стерилизации консервов для определенного вида продукции и стерилизационного оборудования. Аналогичной разработкой является программа для ЭВМ OPT-PROx, разработанная Абакаровым А. Ш., осуществляющая подбор параметров уравнения теплопроводности, а также расчет оптимального режима стерилизации консервов по выбранному критерию (минимального времени, наилучшей кулинарной готовности) [2]. Таким образом, разработка программного средства для ЭВМ, обеспечивающего подбор оптимального режима стерилизации консервов, является актуальной задачей.

Программа PRSC предназначена для повышения энергоэффективности процесса стерилизации консервной продукции. Согласно инструкции по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и рыбных продуктов, при выборе значений параметров предварительного режима стерилизации консервов ориентируются на аналогичные по рецептуре и прогреваемости консервы [3]. При изменении температуры стерилизации, а также при разработке новых видов консервов, как правило, проводят пробные автоклавоварки.

При разработке режима стерилизации с использованием PRSC возможно сократить количество пробных автоклавоварок за счет замещения их результатами численного моделирования в программе. В программу вводятся характеристики автоклава, параметры модели продукта (передаточные функции тепловых процессов, проходящих в банке) (рис. 1) и начальные условия (температуры автоклава на моменты начала и конца процесса стерилизации, а также температура продукта при закладке в банку).

После введения параметров моделей по заданным параметрам режима стерилизации (продолжительность этапов термообработки, температура греющей среды, давление в автоклаве при стерилизации, при

СЕКЦИЯ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ  
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ»

охлаждении, нормативная летальность  $F_T^Z$ ) и начальным условиям программа строит кривую температуры в аппарате. На основании этой зависимости и моделей тепловых процессов, проходящих в банке с продуктом, строятся временные зависимости температур в банках. Основываясь на этих данных, программой PRSC рассчитывается фактическая летальность  $L_T^Z$ , а также временные и энергетические затраты на процесс.

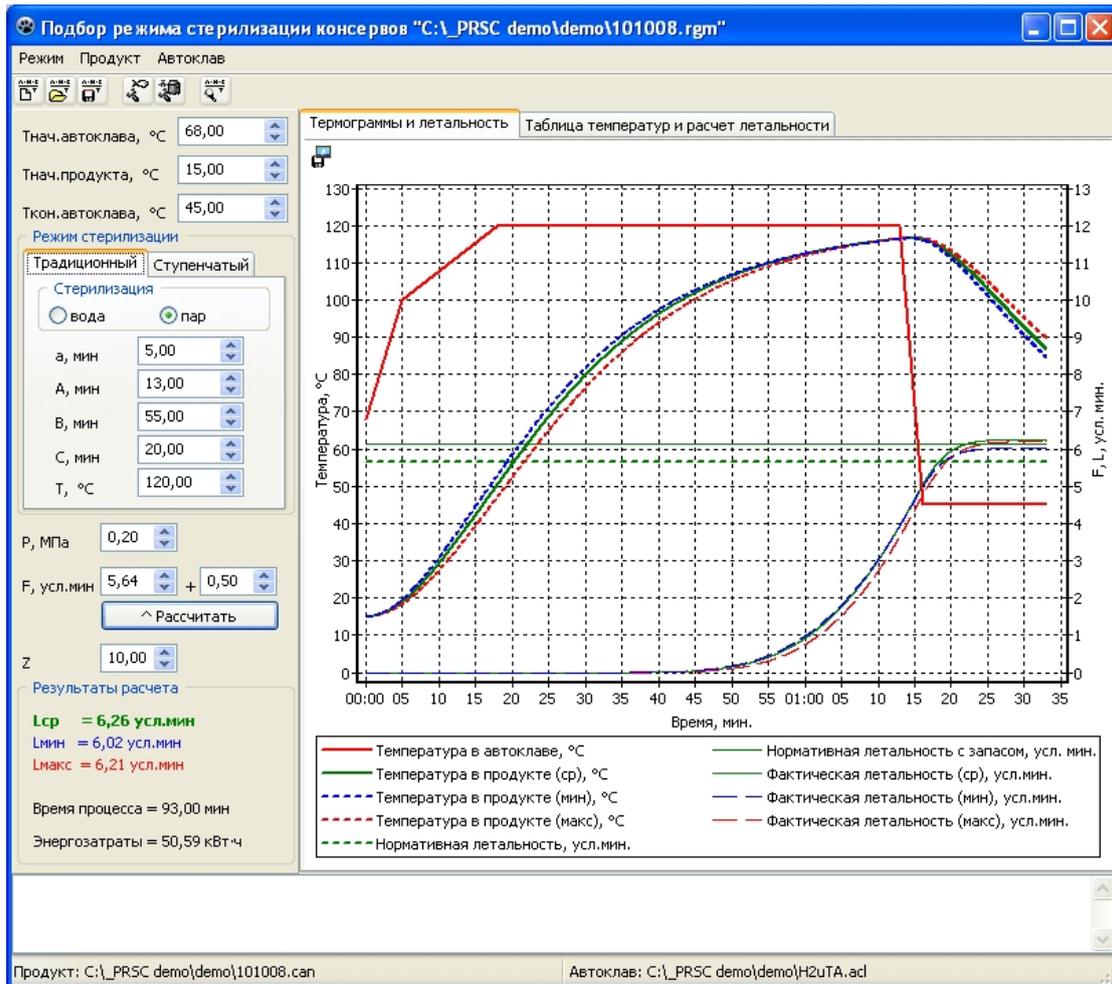


Рис. 1. Основное окно программы PRSC

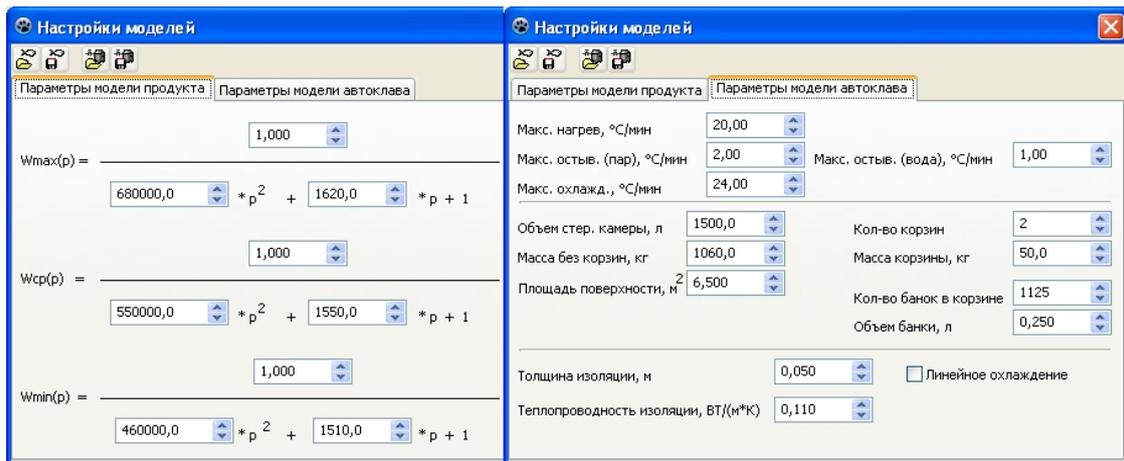


Рис. 2. Окно настройки моделей стерилизационной установки и продукта программы PRSC

В соответствии с инструкцией по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов [3], подобранный режим должен обеспечить выполнение неравенства  $L_T^Z \geq F_T^Z$ . В программе PRSC имеется возможность задать запас по фактическому стерилизующему эффекту, учитывающему максимально допустимые отклонения температурно-временных параметров процесса в меньшую сторону.

Программа PRSC позволяет работать со сложными многоступенчатыми режимами стерилизации консервов (Variable Retort Temperature (VRT)), в том числе с повышенными температурами стерилизации (High Temperature Short Time (HTST)). Также в программе реализован алгоритм, позволяющий подбирать оптимальные параметры режима стерилизации в автоматическом режиме по заданным критериям (с использованием адаптивного симплекс-метода) для минимального по фактической летальности и энергозатратам процесса стерилизации.

Сравнение результатов расчетов в программе PRSC с реальными процессами стерилизации показало, что получаемые в ходе моделирования значения фактической летальности мало отличаются от полученных экспериментально (относительная погрешность не превышает 3 %).

#### Вывод

Использование программы PRSC позволит существенно уменьшить затраты на разработку научно обоснованных режимов стерилизации новых видов консервов, что в конечном счете приведет к сокращению продолжительности и объемов необходимых экспериментальных работ, снижению себестоимости консервированной пищевой продукции.

Литература

1. Кайченев А.В., Маслов А.А., Власов А.В. и др. Оптимизация процесса стерилизации консервов в водной среде в автоклаве АВК-30М. Вестник МГТУ, т. 15, № 1, с. 49-53, 2012.
2. Abakarov A., Nunez M. Thermal food processing optimization: Algorithms and software. Journal of Food Engineering, doi: 10.1016/j.foodeng.2012.02.013, 2012.
3. Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов. Утв. Ком. Рос. Федерации по рыболовству. СПб., Гипрорыбфлот, 42 с., 1996.

## Оптимизация режимов стерилизации новых видов многокомпонентных консервов с использованием жира печени трески

Куранова Л. К., Швейкина К. С. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ»,  
кафедра технологии пищевых производств)

На основании проведенных исследований было предложено смягчить существующие режимы стерилизации, экспериментально уточнив  $F_T^z$  для каждого вида консервов, так как фактический стерилизующий эффект значительно превышал нормативный.

При подборе режима стерилизации варьировали длительность непосредственно стадии стерилизации от 30 до 50 мин. (рисунок 1). Согласно проведенным теплофизическим измерениям нормативный стерилизующий эффект достигается уже на 54–55 минуте процесса стерилизации, еще 1,7 усл. мин добирается при охлаждении. Таким образом,  $L_T^z$  больше  $F_T^z$  на 29 %. Разработан окончательный режим стерилизации консервов в банке № 3:  $\frac{5-15-35-20}{120\text{ }^\circ\text{C}} 0,2\text{ МПа}$ .

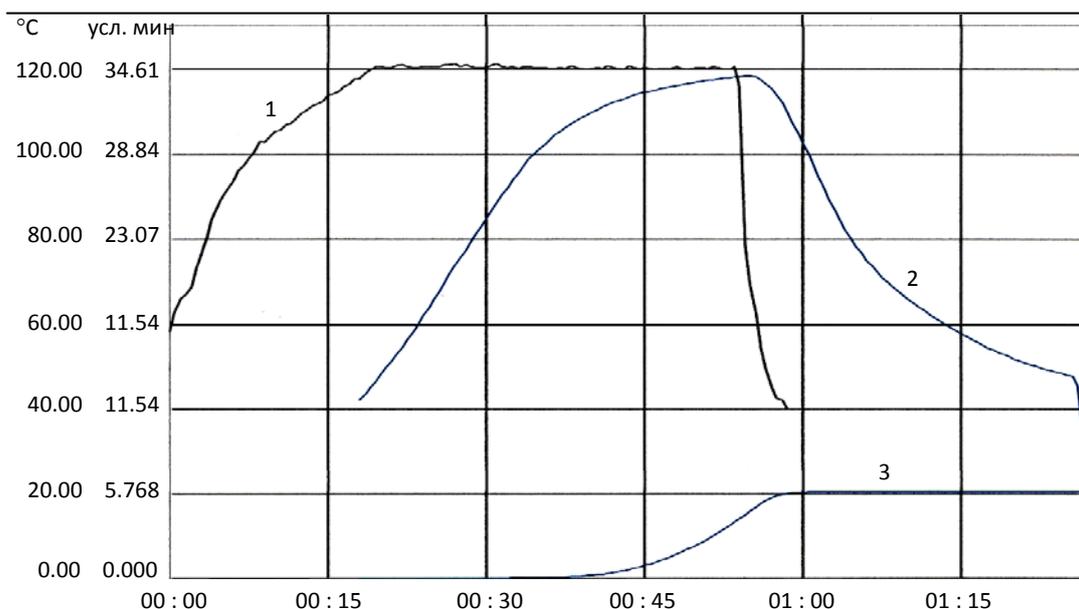


Рис.1. Изменение температуры продукта и греющей среды при стерилизации консервов: 1 – в автоклаве; 2 – в банке; 3 – фактический стерилизующий эффект консервов

Для консервов на основе жира печени трески теплофизические

эксперименты не проводились, поэтому данные носят рекомендательный характер (таблица 1).

Таблица 1. Уточненные режимы стерилизации

Наименование консервов	Номер банки	Формула стерилизации	$D_{121,1}$ °C, мин	Содержание спор в 1 г консервов до стерилизации	$F_T^z$ , усл. мин	$L_T^z$ , усл. мин
Паштет овоще-грибной (с жиром печени тресковых рыб)	3	$\frac{5-15-45-20}{120}$	0,50	0,33	3,9	4,5
Паштет морковно-грибной (с жиром печени тресковых рыб)	3	$\frac{5-15-45-20}{120}$	0,50	0,33	3,9	4,9

Для подтверждения надежности уточненных режимов для каждого вида консервов была проведена лабораторная проверка путем экспериментального инокулирования спорами тест-культуры *Cl. sporogenes* шт. 25. Стерилизации подвергались 30 инокулированных и 5 неинокулированных банок. В результате анализа готовых консервов тест-культура не обнаружена ни в одной из банок. Микробиологические анализы доказали промышленную стерильность консервов.

Органолептическая оценка консервов, стерилизованных по смягченному режиму, подтвердила их высокое качество. Изучение физико-химических, органолептических и микробиологических характеристик консервов в процессе хранения показывает, что они устойчивы в хранении (остаточная микрофлора не обнаружена, органолептические характеристики соответствуют требованиям технических условий, кислотное число не выше 3 мг КОН/г).

## **Использование жира, полученного методом СВЧ-обработки печени трески, для расширения ассортиментного ряда консервов**

**Куранова Л. К., Швейкина К. С., Волченко В. И.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологии пищевых производств)

Консервы из печени трески занимают ведущее место в списке выпускаемых предприятиями Северного бассейна консервов. Так, в 2013 году в нашем регионе выпуск консервов составил 13,6 Муб (миллионов учётных банок), в том числе консервов «Печень трески» выпущено 11,6 Муб. В последние десятилетия всё чаще консервы выпускают из мороженой печени, этот вид продукции обладает по сравнению с консервами, изготавливаемыми из печени-сырца, значительно худшими органолептическими и товарными свойствами. На кафедре ТПП решён вопрос повышения качества консервов из мороженого полуфабриката (Гроховский и др., Пат. 2246879 РФ) путём использования бланширования печени методом СВЧ-обработки. Бланшированный полуфабрикат используется для производства консервов, аналогичных натуральным («Печень трески бланшированная»). Выделившийся при термической обработке жир является ценным пищевым сырьём, содержащим полиненасыщенные жирные кислоты группы  $\omega$ -3 и жирорастворимые витамины, которые являются незаменимыми факторами питания человека. Использование этого побочного продукта в пищевых целях – актуальная задача.

Авторами были разработаны паштетные многокомпонентные растительные (на основе моркови, капусты и шампиньонов) консервы с добавлением жира печени. Особенностью таких консервов является использование растительного сырья, что приближает продукт к требованиям рационального питания за счёт обогащения продукции белками, углеводами и пищевыми волокнами. Использование жира печени трески повышает, как отмечалось выше, пищевую ценность и калорийность продукта.

Цель данной работы: исследование возможности расширения ассортимента консервов с добавлением жира печени трески, выделившегося при её СВЧ-обработке.

С этой целью были разработаны новые виды натуральных и паштетных консервов с условным наименованием «лоцманские».

При разработке новых ассортиментов натуральных консервов из тресковых видов рыб Северного бассейна (трески, пикши, сайды) использована классическая технологическая схема изготовления натуральных консервов с добавлением масла без предварительной тепловой обработки, в которой взамен растительного масла использован жир печени трески, выделившийся при её СВЧ-обработке. Методом органолептической оценки консервов установлено оптимальное количество вводимого жирового компонента – 9,0 % к массе рыбы.

В процессе поисковых экспериментов по изготовлению нового вида овощных и овоще-рыбных консервов-паштетов использовалась базовая технология многокомпонентных консервов-паштетов с жиром тресковой печени (Волченко и др., Пат. 2469543 РФ).

В составе консервов «Икра овоще-грибная «Лоцманская» использовано растительное сырье (вареная фасоль, обжаренные на растительном масле грибы, морковь, лук), жир печени трески, выделившийся при её СВЧ-обработке, а также томатная паста, соль, специи. Основу консервов «Паштет рыбный «Лоцманский» составляют измельченное и бланшированное на пару филе пикши и овощи (сырые морковь и лук), а также жир печени трески, соль. Для придания паштету более плотной структуры и предотвращения отделения жидкой части введён загуститель – сухое соевое молоко. Дозировка жира в паштетных консервах была одинаковой – 5 % к массе продукта.

Определены показатели качества консервов с использованием стандартных методов исследования, рассчитана энергетическая ценность продукции (таблица 1).

Таблица 1. Показатели качества консервов.

Ассортимент консервов	Органолептические характеристики	Массовая доля, %				Калорийность, ккал
		липидов	сырого протеина	углеводов	поваренной соли	
«Сайда филе натуральная по-лоцмански»	Вкус и запах приятные, соответствующие консервам данного вида. Консистенция мяса рыбы сочная. Бульон жидкий с наличием жира трески на поверхности. Посторонние примеси отсутствуют.	8,5	17,3	-	1,8	146
Икра овоще-грибная	Продукт представляет однородную измельчённую массу красновато-	15,1	18,5	43,1	1,7	382

СЕКЦИЯ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ  
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ»

«Лоцманская»	коричневого цвета, имеющую приятные вкус (без привкуса горечи) и аромат (с лёгким ароматом томата и жира печени), свойственные добавленным овощам, фасоли и грибам. Консистенция – мягкая, разваренная, несколько суховатая. Посторонние примеси отсутствуют.					
Паштет рыбный «Лоцманский»	Однородный продукт жёлто-оранжевого цвета, имеет приятный рыбно-овощной вкус и аромат (с лёгким ароматом жира печени и пряностей), консистенция сочная, нежная. Посторонние примеси отсутствуют.	20,0	27,3	12,7	1,5	340

Качество консервов по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям соответствует требованиям, предъявляемым к консервам. «Икра овоще-грибная «Лоцманская» получилась более сухой за счет значительного количества овощных компонентов (фасоли) с уменьшенным содержанием воды. В дальнейшем предполагается оптимизировать рецептуру вновь разработанных паштетных консервов за счёт увеличения дозировки жира.

Образцы новых видов консервов получили высокую оценку на различных международных выставках. В частности, консервы «Пикша филе натуральная по-лоцмански» удостоены серебряной медали на 14-ой Российской агропромышленной выставке «Золотая осень - 2012» (Москва), консервы «Паштет рыбный «Лоцманский», «Икра овоще-грибная «Лоцманская» стали победителями дегустационного смотра-конкурса на XV Международной рыбохозяйственной выставке «Море. Ресурсы. Технологии -2014» (Мурманск).

Вывод.

Установлена возможность расширения ассортимента консервов с использованием жира печени трески, выделившегося при её СВЧ-обработке, за счёт изготовления новых видов натуральных и паштетных консервов: «Треска натуральная по-лоцмански», «Пикша натуральная по-лоцмански», «Сайда натуральная по-лоцмански», «Паштет рыбный «Лоцманский», «Икра овоще-грибная «Лоцманская».

## Переработка сельскохозяйственного сырья на функциональные продукты

**Мезенова О. Я., Байдалинова Л. С., Землякова Е. С., Мельникова В. А., Потапова В. А., Роина А. С., Радкевич О. А.** (г. Калининград, ФГБОУ ВПО «КГТУ», кафедра пищевой биотехнологии)

**Аннотация.** Рассмотрена возможность использования растительного сырья Калининградской области в качестве основы для производства функциональных продуктов питания: чайного напитка, заменителя кофе, плодово-ягодного вина, обогащающей биодобавки.

**Abstract.** The possibility of using plant materials Kaliningrad region as a basis for the production of functional foods: tea beverage, coffee substitute, fruit and berry wines, enriching Supplements

В современной науке здорового питания важное значение придается натуральным веществам (БАВам) растительного происхождения, среди которых особой популярностью пользуется топинамбур и лимонник китайский, а также компонентам вторичного молочного сырья.

Учитывая широкое распространение так называемых нутриентно-зависимых заболеваний у населения, в том числе артериальной гипертензии (АГ) и диабета, а также недостаточное производство функциональных продуктов, предназначенных для профилактики заболеваний, актуальным является создание продуктов повышенной биологической ценности, употребление которых способствует оздоровлению населения. При этом возрастает комплексность и рентабельность использования сельхозсырья.

В работе обоснована технология заменителя кофе в виде порошкообразного продукта из клубней топинамбура (*Helianthus tuberosus* – подсолнечник клубненосный), широко распространенного многолетнего крупнотравянистого инулиносного растения.

Топинамбур характеризуется наличием всех ценных незаменимых аминокислот, углеводов (инулина, фруктозы), пищевых волокон, макроэлементов (калий, натрий, кальций, фосфор, магний) и микроэлементов (кремний, железо, цинк, селен, медь, марганец, йод и др.), витаминов (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>7</sub>, С, РР, каротин), органических кислот (лимонная, яблочная, фумаровая, янтарная), что обуславливает актуальность изготовления из него функциональных продуктов,

предназначенных для широких слоев населения, в том числе, детей, вегетарианцев, людей пожилого возраста.

Ценным свойством топинамбура является наличие углевода инулина, который улучшает утилизацию глюкозы в крови, инулин способствует синтезу гликогена, обеспечивая более высокий уровень энергетического обмена, и стимулирует процессы синтеза белка в организме. Формирование свойств кофейного напитка происходит в процессах сушки и обжаривания инулина при температуре от 90 до 150°C, что позволяет сохранить ценные питательные вещества топинамбура. Сравнительные исследования вкуса, запаха, цвета, а также интенсивности проявления различных оттенков аромата нового заменителя кофе (кофейный, мягкий, сладкий, травянистый, горький, приятный, тонкий, утонченный и др.) показали, что по данным показателям он практически не уступает натуральному кофе и имеющимся его заменителям (из ячменя, цикория, каштанов).

Отсутствие кофеина в исходном сырье гарантирует его отсутствие в готовом продукте. Это позволяет рекомендовать заменитель кофе людям, страдающим заболеваниями нервной системы, гипертонией, бессонницей, повышенной возбудимостью, а также работникам, испытывающим повышенные психоэмоциональные нагрузки в сфере своей деятельности.

Предложена также использование топинамбура в составе рыборастворительных солено-сушеных снеков, изготавливаемых на основе вторичного фарша лососевых рыб (из хребтов), остающихся после разделки семги. Продукт имеет стратегическое значение, поскольку он соединяет ценные растительные вещества клубней с незаменимыми белково-жировыми компонентами рыбы. Из-за специфических свойств традиционная технология переработки топинамбура на чипсы (подобно картофельным) проблематична. При измельчении топинамбур теряет влагу и растворимые в ней питательные вещества, быстро темнеет, имеет специфический привкус, который не всем нравится. При введении 10-30% свежее измельченного топинамбура в состав рыбного фарша, полученного из хребтов семги, свойства композиции улучшаются. В составе поликомпонентной смеси в сочетании со структурообразующими добавками, которые повышают влагоудерживающую функцию топинамбура и рыбного фарша, цветообразующая функция топинамбура усиливает его красный оттенок цвета. Компоненты белково-липидного характера существенно повышают

пищевую ценность готовой продукции. Обогащенный топинамбуром фарш раскатывается и направляется на сушку с последующей нарезкой на «соломку». Готовые сушеные снеки с содержанием соли 4-5% гастрономически привлекательны и имеют высокую пищевую ценность, в них отсутствует специфический привкус топинамбура. Последний полностью замаскирован рыбным привкусом, а присутствие топинамбура фиксируется только в приятном сладковатом оттенке. Данный продукт рекомендован в диетическом питании всем любителям быстрой закуски, он полезен детям и взрослым, а также людям, страдающим диабетом и ожирением.

Актуальной проблемой жителей крупных городов становится кислородная недостаточность – гипоксия. Среди средств кислородной терапии наиболее доступными являются кислородные коктейли – напитки, насыщенный кислородом до состояния пены. Их употребление компенсирует недостаток кислорода в организме, т.е. устраняет гипоксию. Основные проблемы при создании кислородных коктейлей связаны с заменой традиционной пенообразующей основы – яичного белка, желатина или сиропа корня солодки – на аллергически безопасные пенообразователи.

В работе обоснована технология кислородного коктейля функционального назначения на основе нежирного молочного сырья (молочной сыворотки) с применением пищевого полисахарида – пектина. В состав молочной сыворотки входят сывороточные белки (альбумины, глобулины, протеозы, пептоны).  $\beta$ -лактоглобулин наиболее важен в количественном (около 50% сывороточных белков) и качественном отношении, так как способствует увеличению объема при взбивании пены. Сывороточные белки являются стабилизаторами межфазных пенных пленок. Это связано с наличием на поверхности пленок сывороточных белков заряженных функциональных групп с определенным гидрофильно-липофильным балансом. Известно, что сывороточные белки при насыщении газом более интенсивно флотируют в межфазную поверхность и удерживаются пленками, что связано с их поверхностно-активными свойствами. В качестве стабилизатора пены выступает пектин, добавление которого также повышает органолептические и пищевые свойства готового напитка.

В последнее время для поднятия физического и интеллектуального тонуса стали использовать так называемые энергетические напитки, способные держать человека в тонусе 3 – 4 ч. Основным стимулирующим компонентом энергетических напитков является кофеин, содержание которого достигает в среднем 320 мг/л. при допустимом суточном потреблении 150 мг. Физиологами установлено, что кофеин усиливает процессы возбуждения в коре головного мозга. Однако к числу неприятных последствий, связанных с использованием кофеина (кроме повышения артериального давления и увеличения частоты пульса), относят эффект привыкания. Внезапное прекращение приема кофеина может привести к усилению торможения, сопровождаемому утомлением, сонливостью, депрессией и другими аналогичными проявлениями. Именно с наличием кофеина критиками энергетических напитков связывается большинство сопряженных с их регулярным потреблением негативных последствий. В качестве других стимуляторов организма используются также растения: кока (в Южной Америке), эфедрa и ката (в Азии), женьшень и элеутерококк (в Монголии и Сибири), а также другие растения, содержащие натуральные стимуляторы.

Предложена технология поликомпонентного натурального энергетического напитка на основе лимонника китайского, одного из лучших натуральных энергетиков, который произрастает на территории Калининградской области. Среди адаптогенов лимонник занимает второе место после знаменитого женьшеня. В лимоннике содержатся водорастворимые схизандрины и схизандрол, представляющие собой метиловые эфиры фенольных лигнановых соединений, обладающие тонизирующими и адаптогенными свойствами. Бодрящий эффект после употребления лимонника нарастает постепенно (через 35-40 минут), но продолжительность его действия выше, чем у других подобных продуктов (до 5 ч). В технологии нового энергетического напитка экстракт лимонника является базовой основой, которую дополнительно обогащают вкусом-ароматическими компонентами.

Предложенные технологии переработки сельскохозяйственного сырья позволяют получать функциональные пищевые продукты повышенной гастрономической привлекательности и биологической ценности.

## Технология переработки вторичного рыбного сырья на пищевые и биологически активные продукты

Мезенова О. Я., Байдалинова Л. С., Ключко Н. Ю., Ташина Е. В.,  
Андропова С. В., Мезенова Н. Ю., Потапова В. А. (г. Калининград,  
ФГБОУ ВПО «КГТУ», кафедра пищевой биотехнологии)

**Аннотация.** Рассмотрены технологии получения из рыбных отходов биологически активных добавок, концентратов полиненасыщенных жирных кислот, солено-сушеных снеков и обогащенных плавленых сыров

**Abstract.** Investigated fish waste processing technology of biologically active additives, concentrates of polyunsaturated fatty acids, dried snacks and enriched processed cheese

Вторичное рыбное сырье (кости, головы, чешуя, кожа рыб и др.) представляют собой ценный источник натуральных биологически активных веществ, рациональных для введения в состав пищевых концентратов и биологически активных добавок (БАД), которые могут употребляться самостоятельно либо использоваться в качестве обогащающих добавок.

Белковые вторичные ткани рыб представляются перспективными для использования в технологии БАД спортивного питания [1]. У спортсменов, активно физически нагружающих мышечные ткани, налицо дефицит пептидов, недополучение которых существенно ускоряет износ тканей, ослабляет весь организм. Целью разработки технологии БАД спортивного питания являлось получение активных пептидов, т.е. фрагментов аминокислотных цепочек с молекулярной массой менее 50 кДа. Сырьем являлась чешуя сардины, удаляемая при производстве консервов. Чешую переводили в усвояемую форму при помощи гидролиза ее природных белков двумя путями – ферментативным и гидротермическим. В первом случае исследовали действие на коллаген чешуи трех ферментов – коллагеназы, кислой и нейтральной протеаз, добавляемых в количестве 2 % к массе чешуи при гидромодуле 11,5. Наибольшей активностью обладала коллагеназа, при рациональной продолжительности гидролиза 48 ч содержание аминного азота в реакционной смеси с компонентами мяты достигло 81,2 мг/100 г.

Анализ фракционного состава гидролизованного термическим путем белка чешуи показал, что данные смеси в основном представлены пептидами средней и низкой молекулярной массы. Так, при «среднем» режиме гидролиза фракционный состав пептидов имел следующее распределение по длине молекул: 20-50 кДа (24,6%); 10-20 кДа (22,8%); 5-10кДа (18,2%) и 1-5кДа (13,8%). В случае «сильного» режима гидротермолиза получали смесь пептидов с преимущественным содержанием мелких фракций пептидов: 1-5 кДа (36,3%), 5-10 кДа (31,4%), 10-20 кДа (17,9%), 20-50 кДа (6,5%). Содержание оксипролина, как индикатора глубины гидролиза, в смесях составило во всех случаях 8,64-9,20% массы. Высушенные сублимационно пептидные концентраты были использованы в составе БАД белково-углеводного состава (гейнеры) на желатиновой основе.

Из жиросодержащих отходов, образующихся при разделке семги (хребтов, голов, срезков), разработана технология концентрата полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), названного «Эссенциейл Фито». Он предназначен для использования в качестве обогащающей добавки в пищевых продуктах. Для обеспечения стабильности и предотвращения окисления ПНЖК в концентрат входит СО<sub>2</sub>-экстракт розмарина в количестве 0,2 % к массе. По значениям показателей качества и безопасности «Эссенциейл Фито» соответствует требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 по группе 1.7.8. «Жир пищевой из рыбы...» и может быть рекомендован в качестве диетической добавки: кислотное число – не более 4 мг КОН / г, перекисное число – не более 10 ммоль активного кислорода / г.

В качестве обогащающего продукта, в который рационально вводить полученный концентрата ПНЖК с целью получения функционального уровня, был выбран пшеничный хлеб. В его базовой рецептуре было заменено 20, 30 и 40 % подсолнечного масла на концентрат ПНЖК, что составило соответственно 1; 1,5 и 2 % к массе готового изделия (табл. 1).

Таблица 1 – Рецептура пшеничного хлеба, кг на 100 кг продукта

Ингредиент	Номера рецептур		
	1	2	3
Мука пшеничная высшего сорта	73,03	73,03	73,03
Вода питьевая	41,50	41,50	41,50
Масло подсолнечное рафинированное	3,74	3,28	2,81

СЕКЦИЯ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ  
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ»

Концентрат «Эссенциойл фито»	0,94	1,40	1,87
Соль поваренная пищевая сорта «Экстра»	1,26	1,26	1,26
Сахар-песок	4,87	4,87	4,87
Дрожжи хлебопекарные сухие	0,80	0,80	0,80
Итого:	126,14 кг	126,14 кг	126,14 кг

Органолептическая оценка обогащенного хлеба, полученная с применением профильно-дескриптивного метода, была максимальной при дозировке «Эссенциойл Фито» 1,5 % к массе готового продукта [2]. Расчеты показывают, что употребление 150 г хлеба с добавлением даже 1% концентрата «Эссенциойл Фито» удовлетворяет суточную потребность человека в жирных кислотах класса омега-3 на 30 %. Регулярное употребление такого функционального хлеба способствует оздоровлению организма, способствуя профилактике нарушений работы сердечно-сосудистой системы.

Обоснована технология обогащенного плавленого сыра, в рецептуру которого дополнительно были введены икра и молоки рыб Балтийского моря. Для этого смешивали икру и/или молоки салаки (*Clupea harengus membras*) с традиционными компонентами – творогом, сыром твердых сортов жирностью 45%, коровьим молоком жирностью 2,5 % и солью-плавителем «Фанакон». Для облагораживания вкуса и повышения стойкости в хранении добавляли коптильный препарат «Фито». Полученную сырную массу плавил при температуре 85<sup>0</sup>С, вводили сливочное масло, разливали в формы и охлаждали. С использованием математического планирования эксперимента установлены оптимальные массы добавляемой в сыр (в %): икры – 15; молоко – 7; икры и молоко – соответственно 10 и 5.

Для оценки биологической ценности нового продукта проводились исследования состава жирных кислот (ЖК) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Установлено, что при введении 15% икры в плавленый сыр увеличивается количество  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6 ЖК соответственно на 75,0 и 31,1%, при этом содержание  $\alpha$ -линолевой ( $\omega$ -3) и  $\gamma$ -линолевой ( $\omega$ -6) кислот повышается в 1,4 и 2,9 раза, эйкозопентаеновой ( $\omega$ -3) и докозогексаеновой ( $\omega$ -3) кислот – в 2 и 6 раз. Аналогичная ситуация наблюдается и при введении 10% икры и 5% молока. Так, количество  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6

ЖК увеличивается соответственно на 93,8 и 44,4%, при этом содержание  $\alpha$ -линолевой ( $w-3$ ) и  $\gamma$ -линолевой ( $w-6$ ) кислот повышается в 1,5 и 3,0 раза, эйкозопентаеновой ( $w-3$ ) и докозогексаеновой ( $w-3$ ) кислот – в 3 и 7 раз.

Полученные данные подтверждают факт роста биологической ценности плавленого сыра при обогащении его икрой и молоками салаки.

С применением фарша вторичного филетирования семги, полученного из хребтов рыб, обоснована технология функциональных сушено-вяленых снеков, обогащенных топинамбуром. Технологическая схема снеков включает мойку, чистку и варку топинамбура, отделение мяса с хребтов, составление смеси, измельчение, формование фарша с добавлением структурообразующих и вкусо-ароматических добавок, раскатывание «теста» на «блины» толщиной 4-5 см и их сушку в специальных пленках, разрезание сушеного полуфабриката на «соломку», фасование и упаковывание. «Тесто» имеет пластическую и упруго-эластичную консистенцию. Высушенные блины представляют собой монолиты оранжево-красного цвета, имеют жировой блеск, обладают приятный ароматом вяленой рыбы без посторонних оттенков, отличаются упругой консистенцией, посторонних оттенков вкуса не наблюдается. Аромат и вкус отличаются сбалансированностью и приятностью. Методами планирования экспериментов получена математическая модель процесса, на основе которой рассчитаны значения оптимальных факторов технологии: продолжительность сушки при температуре 19-22°C  $\tau_{\text{суш}}$  – 9,9 ч; массовая доля топинамбура в смеси  $\omega_{\text{топ}}$  – 27,7%. Исследован химический состав снеков, приготовленных с учетом оптимальных факторов. В готовом продукте содержание белка составило 31,5%, жира – 17,3%, углеводов -22,2% (в том числе инулина – 14,3%), воды-21%, зола -8% (в том числе поваренной соли 5,3%). Внесение топинамбура делает продукт функциональным за счет содержания инулина, очень полезного для больных сахарным диабетом или ожирением. Благодаря высокому содержанию ценных белка, липидов и углеводов рыбо-растительные снеки рекомендованы к употреблению диабетикам, а также школьникам и студентам, ведущим активный умственный и физический образ жизни.

Результаты исследований показывают, что переработка рыбного вторичного сырья с применением современных методов биотехнологии, научного комбинирования и проектирования является перспективной.

Литература

1. Биотехнология морепродуктов: учебник под ред Мезеновой О.Я. /Л.С.Байдалинова, О.Я.Мезенова, Н.Т.Сергеева и др. – М.: Мир. – 2006. – 560 с.
2. Андропова С.В., Байдалинова Л.С. Использование растительных антиоксидантов в технологии концентратов ненасыщенных кислот семги // 4-я научно-практическая конференция молодых ученых «Современные проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса»: материалы, Москва, ВНИРО – 2013 г. – С. 133-136.

## **Разработка безглютеновых панированных полуфабрикатов на рыбной основе**

**Науменко Е. А., Анохина О. Н** (г. Калининград, ФГБОУ ВПО «КГТУ»,  
кафедра ТПП)

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена проблема непереносимости глютена. Представлена целесообразность использования растительного сырья для получения безглютеновых продуктов питания как профилактика целиакии. Проведена органолептическая оценка полуфабрикатов.

**Abstract.** In this article the problem of gluten intolerance. Presented the feasibility of using plant materials to produce gluten-free foods as prevention of celiac disease. Organoleptic assessment conducted semis.

**Ключевые слова:** глютен, рыбный полуфабрикат, безглютеновые продукты, органолептическая оценка.

**Key words:** gluten, fish products, gluten-free products, organoleptic assessment.

Интеграция России в мировую экономику сделала доступным для обывателя такие полезные новшества, как супермаркеты и фастфуды. А вместе с ними россияне начали узнавать о модифицированных продуктах, гормональном мясе, ожирении, аллергии и целиакии.

Проблема непереносимости глютена стала активно изучаться медиками в течение последних 50 лет, так как именно в 1950 году была установлена несомненная связь развития такого заболевания, как целиакия, с употреблением глютен-содержащих продуктов. Симптомы целиакии были известны очень давно, однако способов лечения не существовало.

Глютен – белковое вещество хлебных зерен, нерастворимое в воде. В некоторых злаковых – ржи, ячмене и овсе – также содержатся похожие на пшеничный глютен белки; они имеют другие названия, но обычно именно эти четыре злака объединяют как глютен-содержащие.

Было установлено, что у больных глютен пшеницы и глютенopodobные белки ржи, ячменя и овса вызывают атрофию ворсинок слизистой оболочки тонкой кишки с формированием синдрома нарушенного кишечного всасывания. Исключение же глютен-содержащих злаков из рациона приводит к клиническому выздоровлению и

восстановлению структуры слизистой оболочки кишки. Заболевание является врожденным.

Единственным способом лечения этого заболевания и профилактики всех его тяжелейших осложнений является строгое и пожизненное соблюдение безглютеновой диеты, то есть надо только исключить из рациона хлеб, хлебобулочные, кондитерские, макаронные изделия, каши из пшеничной, ржаной, ячменной и овсяной крупы. Однако их нужно чем-то заменить. Такой заменой для больных целиакией являются рис, гречка, кукуруза, картофель, бобовые, рыба, мясо, яйца.

Существует проблема соблюдения безглютеновой диеты – примеси «скрытого» глютена в продуктах промышленного производства. Пшеничная мука и ее компоненты часто используются как связующий элемент и стабилизатор в колбасах и сосисках, мясных и рыбных консервах, молочных продуктах (йогуртах, творожках, сырках), майонезах, кетчупах, соусах, «крабовых» палочках, продуктах быстрого приготовления – бульонных кубиках и инстантных супах, растворимом кофе, даже в кукурузных хлопьях, которые обычно врачи рекомендуют больным целиакией.

Для больных целиакией во многих странах разработаны и выпускаются безглютеновые заменители хлеба, макаронных изделий, печенья, мука для выпечки и т.п.

Являясь водонерастворимым белком, пшеничный глютен в процессе гидратации образует волокна. Сухая клейковина используется также для панировки и глазировки некоторых пищевых продуктов, т.к. применение жидкой и сухой панировки для жареных продуктов связано с рядом трудностей, особенно в случае выработки замороженных продуктов. Введение клейковины в состав смесей для обсыпки таких продуктов значительно повышает прилипание, уменьшает потери при приготовлении и улучшает внешний вид. При добавлении клейковины в жидкую панировку образуется пленка, уменьшающая потери жидкости и способствующая созданию хрустящей вкусовой поверхности. Сухая клейковина используется и для глазировки жареных орехов с солью и другими приправами.

В соответствии с международными стандартами, регламентирующими качество продуктов питания [1,2], к безглютеновым

продуктам могут быть отнесены продукты, содержащие не более, чем 200 мг глютена на кг продукта в пересчете на сухой образец.

Основной задачей являлось разработка безглютеновых полуфабрикатов. Для этого использовалось филе рыбы, панированное в растительном сырье, не содержащем глютен, а вместо пшеничной муки, применяемой как классический вариант, было решено использовать рисовую муку. В таблице 1 приведено содержание глютена в сырье, используемом для панирования классическим вариантом и в сырье, используемом для разработанных полуфабрикатов.

Таблица 1. Содержание глютена в сырье, используемом для панирования рыбных полуфабрикатов.

№	Наименование	Содержание глютена, %	№	Наименование	Содержание глютена, %
1	Пшеничная мука	80	1	Рисовая мука	0
2	Пшеничные сухари	80	2	Корень сельдерея	0
			3	Корень петрушки	0
			4	Фасоль	0

Из таблицы 1 видно, что при замене пшеничной муки на рисовую, а пшеничных сухарей на корень петрушки, корень сельдерея или фасоль можно получить безглютеновые полуфабрикаты.

Были проведены дегустации разработанных полуфабрикатов и полуфабриката, панированного в пшеничных сухарях с использованием пшеничной муки, выбранного за образец, вследствие чего были выявлены органолептические оценки. По результатам органолептических оценок были построены профилограммы.[3]

Результаты органолептической оценки представлены на рис.1

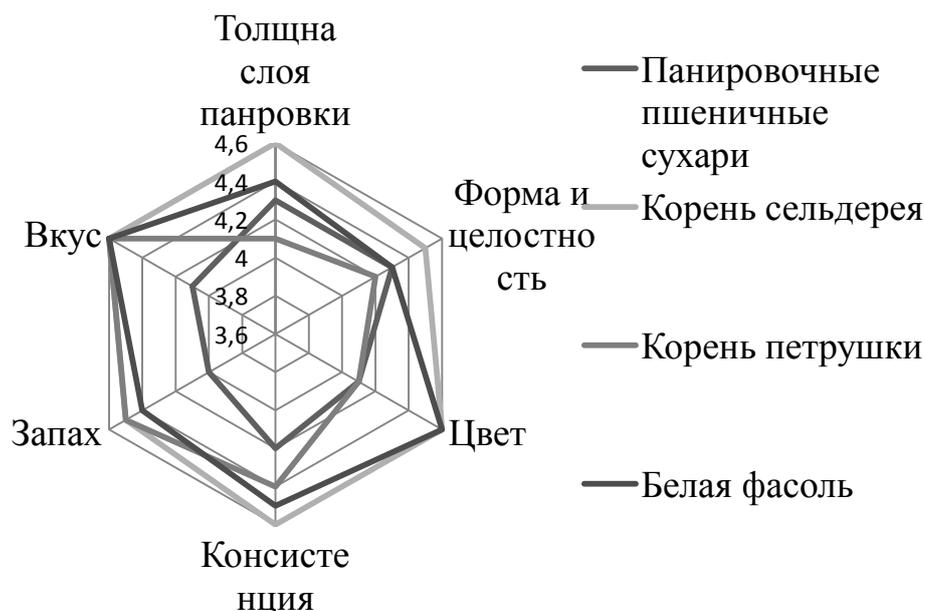


Рис.1. Профилограммы готовых образцов филе рыбы в разных панировках  
Данные органолептической оценки свидетельствуют о том, что максимальные баллы набрали образец с корнем сельдерея и образец с белой фасолью, далее – образец с корнем петрушки и минимальные баллы – образец с пшеничными сухарями, выбранный за контроль.

Таким образом подтверждена целесообразность использования растительного сырья при производстве рыбных полуфабрикатов для создания безглютеновых продукта питания;

Также можно получить безглютеновые полуфабрикаты с набором нутриентов, обладающих бактерицидными и бактериостатическими свойствами, повышающих иммунитет организма, снижающих преждевременное старение, выводящих из организма токсичные элементы.

#### Литература

1. Codex Standard fur glutenfreie Lebensmittel, Stufe 3
2. Consensus paper . Codex alimentarius-proposal for gluten-free foods CX\NFSDU 98|4.
3. Сафронова Т.М. Органолептическая оценка рыбной продукции. Справочник / Т.М. Сафронова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 216 с.

## **Разработка технологии соуса на основе растительного масла с использованием фукусовых водорослей**

**Николаенко О. А., Куранова Л. К., Варзугина М. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологий пищевых производств)

**Аннотация.** Разработана технология соуса на основе растительного масла с использованием фукуса. Оптимизирована рецептура, экспериментально определены показатели качества.

**Abstract.** The technology of sauce on the basis of vegetable oil with the use of fucus is developed. Formula is optimized, the qualitative indexes are experimentally determined.

**Ключевые слова:** соус, водоросли, фукус, технология

**Keyword:** sauce, alga, fucus, the technology

В настоящее время известен широкий ассортимент продуктов питания с научно обоснованным составом и направленным действием на организм человека. Однако недостаточно внимания уделяется разработке новых рецептур и технологий кулинарных изделий для предприятий общественного питания, в том числе соусам, которые являются составной частью ежедневного рациона человека. Соусы улучшают вкусо-ароматические свойства пищевого продукта, придают привлекательный внешний готовому блюду, способствуют лучшему усвоению пищи. Кроме этого, использование соусов позволяет оптимизировать пищевую ценность продукта путём изменения его химического и биохимического составов.

Для изучения потребительского спроса на соусы разных видов были проведены исследования потребительских предпочтений с использованием методики анкетирования. Анализ потребительских анкет показал, что большинство респондентов отдадут свое предпочтение майонезным (рис.1) низкокалорийным соусам, обогащенным функциональными добавками.

Обогащение эмульсионных соусов макро - и микроэлементами, витаминами и другими полезными для организма человека веществами возможно за счет использования бурых водорослей.

Бурые водоросли – уникальные растительные материалы, способные в короткие сроки формировать большую биомассу и синтезировать самые разнообразные биологически активные соединения широкого спектра действия, в первую очередь, медицинского и профилактического значения.

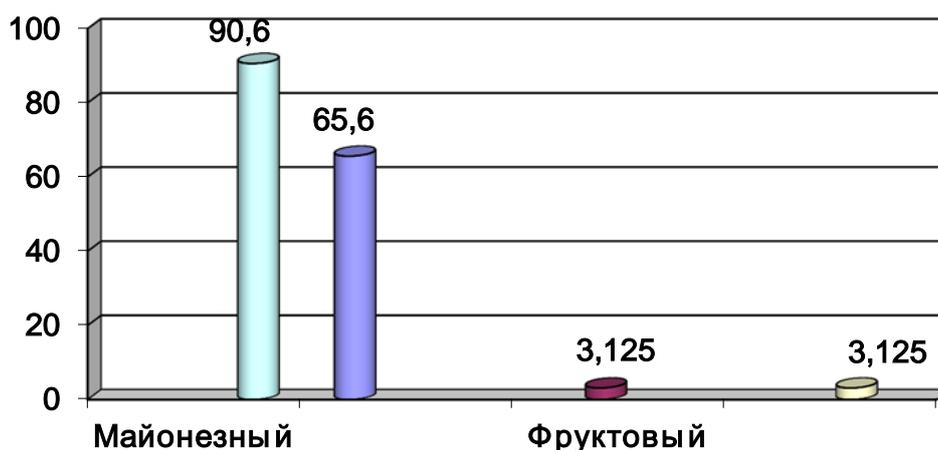


Рисунок 1 – Предпочтительные виды соусов

Как показывают исследования, некоторые из этих веществ, такие как маннит, альгиновые кислоты, фукоидан и, в значительных количествах, йод [1], содержатся исключительно в бурых водорослях.

В прибрежных водах мурманского побережья Баренцева моря основными объектами промысла являются бурые водоросли рода *Laminaria*: *L. digitata*, *L. saccharina*, *Alaria esculenta* и *Fucus*: *Ascophyllum nodosum*, *F. vesiculosus*, *F. distichus*, *F. serratus*, *F. spiralis*.

Фукусовые водоросли в настоящее время недостаточно используются в пищевой промышленности, хотя их запасы значительны, а качественный химический состав идентичен таковому ламинариевых водорослей. Фукусовые имеют сбалансированный макро- и микроэлементный состав, содержат витамины в количествах в 100-1000 раз выше, чем наземные растения, являются богатейшими источниками неорганического йода, который стимулирует работу щитовидной железы [2].

Целью данной работы являлось изучение возможности использования фукусов для производства соусов на основе растительного масла.

Объектами исследований являлись фукус пузырчатый (*F. vesiculosus*) и фукус узловатый (*Ascophyllum nodosum*), которые были собраны в августе-сентябре 2012 г. в губе Дальнезеленецкая Баренцева моря студентами биологического факультета МГТУ и высушены в естественных условиях.

Проведены исследования химического состава сухих фукусовых водорослей по традиционным методикам [3]. Анализ химического состава показал, что содержание углеводов в сушеных водорослях находится в

пределах от 28 до 35 %, минеральных веществ от 20 до 23%, азотистых веществ от 7,3 до 8,4 %.

Так как для использования сухого фукуса требуется его восстановление, в работе изучалась набухаемость водоросли в воде. Установлено, что степень набухания слоевищ фукуса зависит от вида и степени измельченности сырья и колеблется в пределах от 330 до 400 %.

При использовании фукуса для соусов и кулинарных изделий его необходимо дополнительно подвергать тепловой обработке, что позволяет улучшить консистенцию водоросли. Для определения длительности тепловой обработки фукус варили в воде в соотношении фукус:вода 1:3. Степень развариваемости определяли по изменению консистенции фукуса, которую оценивали по величине «усилие резания», измеряемой на приборе «Food Checker» (Япония). Установлено, что продолжительность варки должна составлять 60 мин.

Разработана рецептура соуса, основными компонентами которой являются подсолнечное масло, варёный фукус, яичный желток, сухое молоко и другие вкусовые добавки. Как известно, при обработке водорослей горячей водой в водный экстракт переходят растворимые углеводы и до 70 % содержащегося в фукусе иода [1, 2]. Для обогащения соуса минеральной и углеводной составляющими вода была заменена фукусовым экстрактом, полученным при варке водорослей.

С целью оптимизации рецептуры проведена серия экспериментов. В качестве варьируемых факторов были выбраны: дозировка растительного масла с интервалом варьирования от 15 до 70 % и дозировка восстановленного фукуса с интервалом от 5 до 30 %. Уровень качества соуса (в %) был рассчитан в соответствии с 5-ти балльной шкалой, разработанной авторами. Наиболее высокий уровень качества (96,5 %) был у образца, в котором дозировка растительного масла и фукуса составляла 50 и 9 %, соответственно.

Физико-химические показатели соуса представлены в таблице 1. Значения этих показателей можно рекомендовать в качестве нормативных для данного вида продукции.

Таблица 1. Физико-химические показатели соуса

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля влаги, %	37,6
Минеральные вещества, %	2,37
Белок, %	3,65
Липиды, %	52,3
Углеводы, %	4,05
Кислотность, % в пересчёте на уксусную кислоту	0,4
Стойкость эмульсии, %	100
Энергетическая ценность, ккал	501

#### Выводы.

1. Подтверждена возможность и перспективность использования фукусов для производства соусов.
2. Разработана технология нового вида продукции - соуса на основе растительного масла и фукуса.
3. Определены нормативные значения показателей качества соуса и разработан проект технической документации на продукцию.

#### Литература

1. Коровкина, Н.В. Исследование условий заготовки, консервирования бурых водорослей Белого моря и извлечения йодсодержащих веществ: автореф. дис. На соиск. учен. степ. канд. техн. наук. – Архангельск, 2007. – 19 с.
2. Облучинская Е.Д. Технология лекарственных и лечебно—профилактических средств из бурых водорослей. – Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2005. – 164 с.
3. Качество, безопасность и методы анализа продуктов из гидробионтов. Вып.3. Руководство по современным методам исследования морских водорослей, трав и продуктов переработки. – М.: Изд-во ВНИРО, 2009. – 108 с.

## **К вопросу расширения ассортимента рыбных консервов**

**Николаенко О. А., Куранова Л. К., Ходзинская Т. С** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологий пищевых производств)

Рыбное хозяйство России имеет важное значение в обеспечении продовольственной безопасности страны. Рыба и морепродукты являются важнейшими компонентами пищи человека, они имеют огромное значение как источники белков, жиров, минеральных веществ, содержат такие физиологически важные элементы, как магний, калий, кальций, железо, фосфор и комплекс необходимых для организма человека витаминов. Потребление рыбы в РФ в 2013 г составило 22 кг и уже превышает рекомендуемую Минсоцразвитием норму потребления рыбы и рыбопродуктов (18-20 кг).

Производство рыбной продукции в Российской Федерации за последние 5 лет стабилизировалось. В 2013 году в целом по рыбохозяйственному комплексу было произведено товарной пищевой рыбной продукции, включая консервы, 3,7 млн. тонн и выросло за год на 1,5% [1].

Производство рыбных консервов в 2013 году по отношению к 2012 году выросло на 6,9% до 82,6 муб. В рейтинговой структуре среди федеральных округов по наибольшему производству рыбных консервов традиционно лидировали Северо-Западный округ (46%) и Дальневосточный округ (37%). Далее следовали Центральный округ – 13,7% и Южный округ – 2,5%.

В структуре общего объема производства рыбных консервов основную долю занимали консервы рыбные натуральные (44%), консервы рыбные в масле (33%), консервы рыбные в томатном соусе (17%).

Выпуск рыбных консервов в Мурманской области составил в 2013 г 14 миллионов условных банок (больше, чем год назад, на 27%). Мурманская область лидирует в производстве консервов из печени трески с долей 72% или 4,3 млн. усл. банок [2].

Для изучения потребительского спроса на рыбные консервы в г. Мурманске были проведены маркетинговые исследования методом анкетного опроса выборки из 60 респондентов. Выборка включала 36% мужчин и 54% женщин, 20 % составляла учащаяся молодежь, 63% – работающие, 17,5% – пенсионеры. Состав выборки по возрасту содержал

4 группы: до 20 лет-16 %, от 20 до 40 лет -36%, от 40 до 55 лет -32 % и более 55 лет – 16 %.

Для проведения опроса была разработана специальная анкета, охватывающая различные рыночные показатели: спрос, качество, ассортимент, предпочтения потребителей.

Большинство респондентов (44,0%) употребляет рыбные консервы один раз в месяц, 26% –раз в неделю, 26 % – один раз в год.

Анализ показал, что потребители предпочитают рыбные консервы из скумбрии (24%), лососевых (27,6%), тресковых (18%) видов рыб (рис. 1).

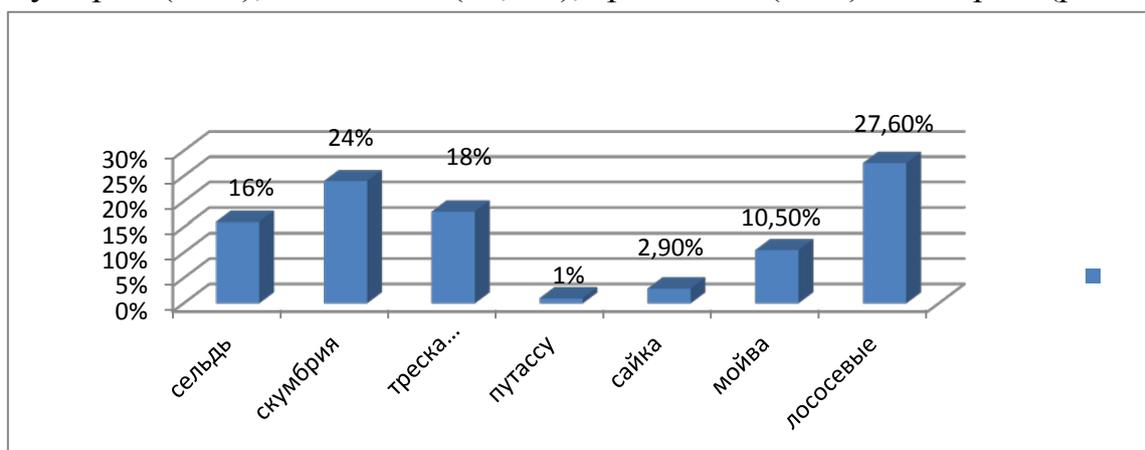


Рис.1. Предпочтения виды рыбы для консервов

Анализ спроса по видам консервов показал, 29% потребителей отдают предпочтение консервам с добавлением масла, 28% – в соусах и заливках и 24% – натуральным консервам. Консервы из копченой рыбы предпочитают 12% опрошенных. В то же время стоит отметить, что консервы с растительными добавками отметили только 2 % респондентов.

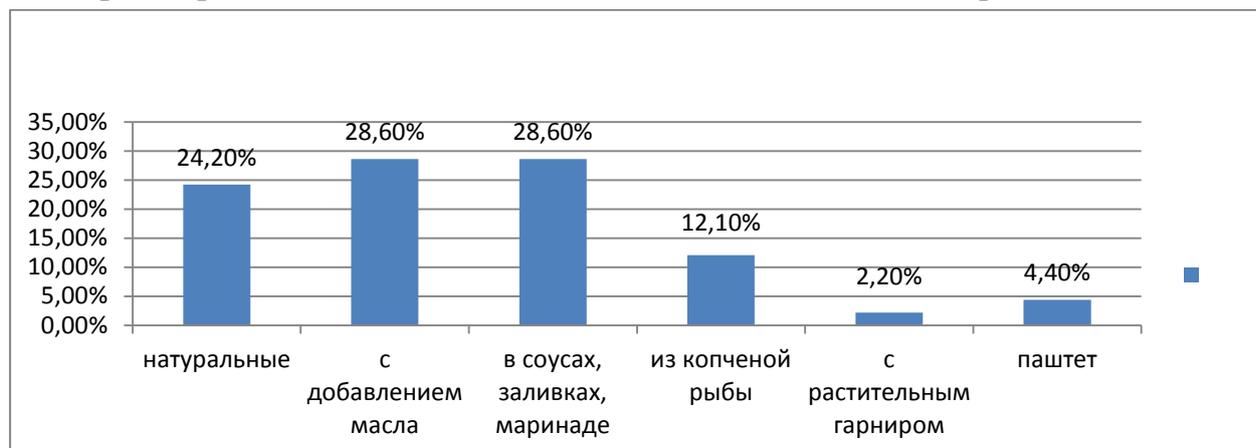


Рис. 3. Предпочтение по видам консервов

При ранжировании потенциальными потребителями факторов установлено, что на первом месте у опрошенных респондентов стоит

питательная ценность и полезные свойства, на втором – состав, на третьем – внешний вид тары, на четвертом месте – цена, и на пятом месте – производитель продукции.

Основными причинами для отказа от покупки консервов являются низкое качество продукта (41,7% опрошенных), неоправданно высокая цена (21%), фальсифицированный состав (30,2%) и недостаточно широкий ассортимент (4,2%).

Проведенные маркетинговые исследования позволили установить, что спрос на рыбные консервы имеет устойчивый характер. Этот факт, с одной стороны, во многом предопределяет необходимость развития отрасли и, в том числе, разработку новых технологий рыбных консервов. С другой стороны, необходимость расширения ассортимента и улучшения показателей рыбной продукции также во многом обусловлена вступлением России во Всемирную торговую ассоциацию, что влечет за собой ужесточение конкуренции отечественной продукции с импортной продукцией.

В рамках проекта государственной программы на 2013-2020 годы предусматривается увеличение производства рыбы и рыбных продуктов, в т. ч. консервированных до 5,2 млн. тонн [3].

Для решения поставленной задачи на кафедре ведутся работы по совершенствованию технологий разнообразных видов консервов (натуральных, из копчёной рыбы в масле, многокомпонентных консервов-паштетов).

В настоящее время все больше возрастает необходимость использования в пищу натуральных продуктов, сбалансированных по микронутриентам и содержащих биологически активные вещества (БАВ), положительно влияющих на функции органов и тканей человека. В связи с этим актуальным направлением является создание продуктов питания функционального назначения, содержащих витамины, растительные волокна, пектиновые вещества, полиненасыщенные жиры, минеральные вещества, олигосахариды и другие биологически активные вещества.

В продукции на основе гидробионтов важным аспектом является использование растительного сырья как морского, так и наземного происхождения. Комбинирование его свойств с рыбными тканями позволит приблизить решение проблемы создания сбалансированных

продуктов, адекватных формуле оптимального питания, в которых были бы максимально предусмотрены и действительно сохранены жизненно важные ингредиенты.

С целью расширения ассортимента консервов авторами разработаны технологии новых видов рыбораствительных консервов с использованием овощей (моркови, тыквы) и бурых водорослей семейства фукусовых: «Рыба (сайда, пикша, мойва) с овощным гарниром и фукусом», «Тресковые виды рыб с овощным гарниром и фукусом в соусе», «Рыба (сайда, пикша) с овощным гарниром и фукусом в желе». Опытные образцы консервов были представлены на Международных выставках «Море. Ресурсы. Технологии» в 2013 и 2014 г. и получили положительные отзывы членов дегустационных комиссий.

Таким образом, проведённые исследования показали возможность и перспективность использования фукуса в рецептурах консервов.

#### Литература

1. Аналитического исследования рыбной отрасли России. 17-й ежемесячный выпуск .[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fishretail.ru/blog/17-y-vipusk-analiticheskogo-issledovaniya-ribnoy-otrasli-402>]
2. О производстве отдельных видов промышленной продукции в Мурманской области в 2013 году [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.mvestnik.ru/shwpgn.asp?pid=2014020346>
3. Стратегия пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=128940>.

## **Сравнительная оценка качества молочных продуктов, реализуемых на потребительском рынке г. Мурманска**

**Николаенко О. А., Молчановский И. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологии пищевых производств)

**Аннотация.** Проведена оценка показателей качества молочных продуктов по потребительском рынке г. Мурманска.

**Ключевые слова:** показатели качества, безопасность, молоко, сметана, мороженое.

Молочному производству принадлежит ведущая роль в формировании продовольственного фонда страны, так как употребление в пищу молочных продуктов является обязательным условием полноценного повседневного питания. Для поддержания нормального функционирования организма рацион взрослого человека должен включать 25% молока и молочных продуктов, для детей и подростков – 50%, для детей до года – около 100%. Однако, сокращение объёмов производства продукции животноводства в России за последние 10 лет отразилось на уровне обеспечения продуктами питания. В настоящее время среднестатистическое потребление молока и молочных продуктов уменьшилось с 386 до 246 кг в год, что меньше существующей нормы на 28 %.

В Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации поставлена задача обеспечения продовольственной безопасности государства и установлены пороговые значения доли отечественных товаров на продовольственном рынке, в частности, по молоку и молочным продуктам – не менее 90 %. [1]. По данным Национального союза производителей молока, российские предприятия сейчас обеспечивают внутренние потребности в молочном сырье только на 60 % [2].

С другой стороны, в настоящее время вызывает озабоченность качество и безопасность молочных продуктов. В последнее время участились случаи возникновения среди населения заболеваний и отравлений от употребления некачественной молочной продукции. В 2012 г. удельного веса проб пищевых продуктов, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям, составил 2,77% и 4,75% соответственно. По данным национального союза производителей молока

более 50% проверенных образцов сливочного масла, около 60% сгущенного молока с сахаром, более 30% сметаны и творога и свыше 70% плавленых сыров не соответствуют требованиям Федерального закона № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» [3].

В последнее время участились случаи нарушения требований Закона Российской Федерации от 7 февраля 1992 года N 2300-1 "О защите прав потребителей", в том числе по фальсификации молочных продуктов. Объем фальсифицированных молочных продуктов на российском рынке в настоящее время составляет около 4 миллионов тонн, это более 10% от объема потребления [4].

В рамках мероприятий по защите прав потребителей, жизни и здоровья населения, в соответствии со ст. 45 Закона «О защите прав потребителей», ГОСТ Р 54888 «Руководство по добросовестной практике для организаций по защите прав потребителей» и планом проекта «Школа потребителей» ООО «Мурманская региональная организация качества» в торговой сети г. Мурманска в период с ноября 2013 г. по март 2014 г. был проведен ряд проверок качества и безопасности молочных продуктов (молока питьевого, сметаны, мороженого). Для проведения независимой экспертизы качества и безопасности товар был направлен в испытательный центр продукции, сырья и материалов ФБУ "Мурманский ЦСМ".

При проверке было выявлено, что питьевое молоко производителей ОАО «Молочный завод» г. Североморска, ПК «Шекстинский маслозавод (Вологодская обл.), ОАО «Вимм-Билль-Данн» (г. Санкт-Петербург) и ГОУСП «Тулума» (Мурманская обл.) соответствовала требованиям ФЗ № 88 «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» и ГОСТ Р 52090 «Молоко питьевое. Технические условия» по органолептическим, микробиологическим и физико-химическим показателям. Продукция ООО «Апатитский молочный комбинат» по массовой доле жира, белка и сухого обезжиренного остатка (СОМО) не соответствовала информации указанной при маркировке, что вводит потребителя в заблуждение относительно потребительских свойств и качества продукции.

При экспертизе кисломолочных продуктов было выявлено, что сметана изготовителей ОАО «Молочный завод» (г. Североморск), ОАО «Компания ЮНИМИЛК (г. Санкт-Петербург) и ПК «Шекстинский

маслозавод ( Вологодская обл.) соответствовали требованиям ФЗ № 88 и ГОСТ Р 52092 «Сметана. Технические условия» по органолептическим, микробиологическим и физико-химическим показателям. Продукция ООО «Апатитский молочный комбинат» и ГОУСП «Тулома» не соответствовали требованиям ФЗ № 88 по микробиологическим показателям, кроме того в сметане, изготовленной ООО «Апатитский молочный комбинат», были выявлены растительные жиры, что недопустимо для данного вида продукта.

Проведенная экспертиза мороженого показала, что образцы изготовленные ООО «Нестле Россия» (г. Москва), ОАО «Петрохолд» (г. Санкт-Петербург, ЗАО «РАМОЗ (г. Ярославль) по всем показателям соответствовали требованиям ФЗ № 88 и ГОСТ Р 52175 «Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия». Однако, в составе мороженого, изготовленного ЗАО «Холод Славмо (г. Петрозаводск), были обнаружены растительные жиры, что не соответствует требованиям ГОСТ Р 52175.

Идентификация объектов экспертизы по информационному обеспечению и маркировке выявила, что все они соответствуют нормативным требованиям ГОСТ Р 51074.

Информация по результатам мониторинга молочной продукции направлена в территориальное управление Роспотребнадзора по Мурманской области для принятия мер по исключению фактов реализации фальсифицированной и некачественной продукции через торговую сеть Мурманской области.

#### Литература

1. Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации [1], утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 года N 120 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2010, N 5, ст. 502)
2. Агентство АгроФакт [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.agronews.ru/news/detail/128693/>
3. ФЗ РФ от 12 июня 2008 года N 88-ФЗ "Технический регламент на молоко и молочную продукцию" [Текст]6 офиц.текст.-М. Соб.закон.актов ВФ № 31 2009. – 2990 с.
4. 4 Производство молочной продукции в мире. [Электронный ресурс] // Информационный портал «Союзмолоко». [Электронный ресурс]. –Режим доступа: [http://www.dairyunion.ru/files/statistic/Proizv\\_mol\\_RF.%20pdf](http://www.dairyunion.ru/files/statistic/Proizv_mol_RF.%20pdf).

## **К вопросу о применении ультразвука при получении коптильной жидкости**

**Никонова А. С., Иваней А. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологического и холодильного оборудования)

**Аннотация.** В данном докладе рассматриваются вопросы получения высококачественного препарата для копчения с применением ультразвука. Представлены данные о влиянии ультразвуковых колебаний на коагуляционные процессы в аэрозольных системах. Представлены сведения о применении ионов серебра как бактерицидного агента.

**Abstract.** In the given report questions of reception of a high-quality preparation for smoking with ultrasound application are considered. Are presented data on the influence of ultrasonic oscillations on coagulation processes in aerosol systems. Are presented information about the use of silver ions as a bactericidal agent.

**Ключевые слова:** коптильный препарат, ультразвук, коагуляционные процессы, ионы серебра.

**Key words:** preparation for smoking, ultrasound, coagulation processes, silver ions.

В настоящее время применение коптильных ароматизаторов является одним из наиболее перспективных направлений совершенствования технологии и техники копчения пищевых продуктов. Современные коптильные среды не только улучшают органолептические свойства готового продукта, но и позволяют продлить срок его хранения.

Коптильная жидкость «AntonioSilver», относящаяся к классу вкусоароматических коптильных добавок, производится методом абсорбции коптильных компонентов технологического дыма, получаемого при пиролизе древесного сырья в рациональном температурном диапазоне от 380 до 400 °С, каплями мелкодисперсного аэрозоля, генерируемого акустическим способом, средний масс-медианный аэродинамический диаметр частиц которого составляет 4 мкм [1].

Согласно теории, разработанной под руководством Л. Д. Розенберга [2], в ультразвуковом поле возникает интенсивное образование агрегатов в результате взаимодействия частиц, вызванного акустическими течениями. Научный интерес наших исследований распространялся на определение оптимального уровня звукового давления ультразвуковых колебаний в изучаемом диапазоне (130, 135 и 140 дБ) при направленном воздействии на систему «дымовые газы – аэрозоль» в целях интенсификации процессов

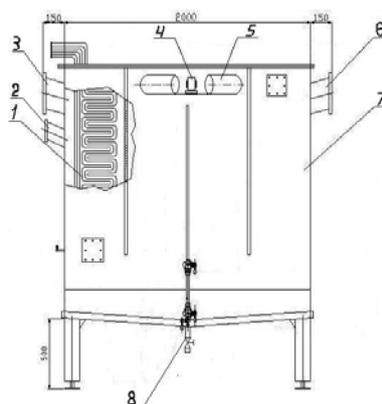
коагуляции частиц аэрозоля с абсорбировавшимися на их поверхности коптильными компонентами, а также капель, образующихся при пересыщении паров продуктов пиролиза древесного сырья при охлаждении.

Коптильная жидкость может быть насыщена ионами серебра, что способствует к дополнительному замедлению порчи пищевого продукта, выкопченного с ее применением, в связи с бактериостатическим и бактерицидным действием ионов серебра [3]. Известно, что серебро относится к группе биогенных элементов, являющихся постоянным компонентом тканей человека (нормальное содержание серебра в организме человека 20 мкг на 100 г сухого вещества). Естественным источником серебра для человека является пища и вода, но в современных рафинированных продуктах питания содержание серебра недостаточное. Согласно методическим рекомендациям МР 2.3.1.1915-04, разработанным ГУ НИИ Питания РАМН и утвержденные Роспотребнадзором, взрослый человек должен потреблять от 30 до 70 мкг серебра в сутки [4]. Недостаток серебра в организме ведет к разным дисфункциям и повышает восприимчивость к различным инфекционно-воспалительным и простудным заболеваниям. Широкий спектр противомикробного действия серебра, низкая токсичность, отсутствие в литературе данных об аллергенных свойствах серебра способствовали повышенному интересу к серебру по всему миру.

Конструктивно экспериментальная установка для получения коптильной жидкости состоит из следующих блоков: абсорбер; система охлаждения, включающая змеевиковый охладитель; генератор аэрозоля; излучатель ультразвуковых колебаний; генератор ионов серебра (последние два блока являются легкоъемными).

Общий вид экспериментальной установки для получения коптильной жидкости представлен на рисунке 1.

Абсорбер, выполняющий функции камеры смешения потоков технологического дыма и аэрозоля, выполнен из нержавеющей стали в виде прямоугольного корпуса 7, с противоположных сторон которого вмонтированы трубопроводы для подачи 3 и отвода 6 дымовых газов. В средней части аппарата приварен патрубок подачи аэрозоля 2, жидкость отводится через вентиль 8 из нижней части аппарата.



1 – охладитель; 2 – патрубок подачи аэрозоля; 3 – трубопровод подачи дымовой среды ; 4 – излучатель УЗ колебаний; 5 – концентратор УЗ колебаний; 6 – трубопровод отвода дымовых газов; 7 – корпус абсорбера; 8 – патрубок отвода конденсата

Рис.1. Общий вид экспериментальной установки для получения коптильной жидкости

Устройство для генерации мелкодисперсного аэрозоля представляет собой основание, в котором установлен блок распыления, обеспечивающий генерацию мелкодисперсного аэрозоля, активная электронная система предварительного насыщения распыляемой воды ионами серебра для обеззараживания распыляемой воды. На основании укрепляется резервуар с водой, нижняя часть внутренней поверхности которого также покрыта серебром. После включения генератора, вода, воспринимая ультразвуковые колебания, генерируемые двумя пьезоэлектрическими элементами, диспергируется в мелкодисперсный аэрозоль и подается по патрубку 2 в верхнюю часть абсорбера.

По дымоводу 3 в абсорбер подается дым (исследования проводились при сжигании 3 кг/ч древесного топлива).

Система охлаждения экспериментальной установки состоит из низкотемпературной холодильной камеры, внутри которой установлен резервуар, наполненным хладоносителем; змеевикового охладителя, площадь теплообменной поверхности которого составляет 1,85 м<sup>2</sup>; трубопроводов подачи и отвода хладоносителя; циркуляционного насоса, привод которого снабжен векторным преобразователем частоты вращения для плавной регулировки расхода хладоносителя.

В верхней части фронтальной поверхности абсорбера установлены два цилиндрических концентратора ультразвуковых колебаний 5, между ними на подставке помещается излучатель 4.

Способ получения коптильного препарата включает стадию абсорбции коптильных компонентов дымовой среды на поверхности частиц аэрозоля средним размером частиц 4 мкм, значительно меньшем, чем в случае механического диспергирования жидкости (размер капель 30 мкм), имеющего место при получении ряда существующих коптильных жидкостей. Достижение большей поверхности контакта взаимодействующих сред системы «дымовые газы-аэрозоль» в случае генерации аэрозоля акустическим способом по сравнению с механическим при том же количестве диспергируемой жидкости приводит к повышению эффективности улавливания коптильных компонентов дымовых газов.

Влияние на выход коптильной жидкости озвучивания системы «дымовые газы – аэрозоль» путем распространения направленных ультразвуковых колебаний с частотой 50 кГц интенсивностью 130, 135 и 140 дБ во внутреннее пространство абсорбера при сжигании 3 кг/ч древесного сырья (в качестве охлаждающего агента в системе охлаждения использовался пропиленгликоль с температурой минус 26 °С) при варьировании производительности генератора аэрозоля по количеству распыляемой жидкости 850, 1700, 2550 мг/ч иллюстрируется графиком, представленным на рисунке 2.

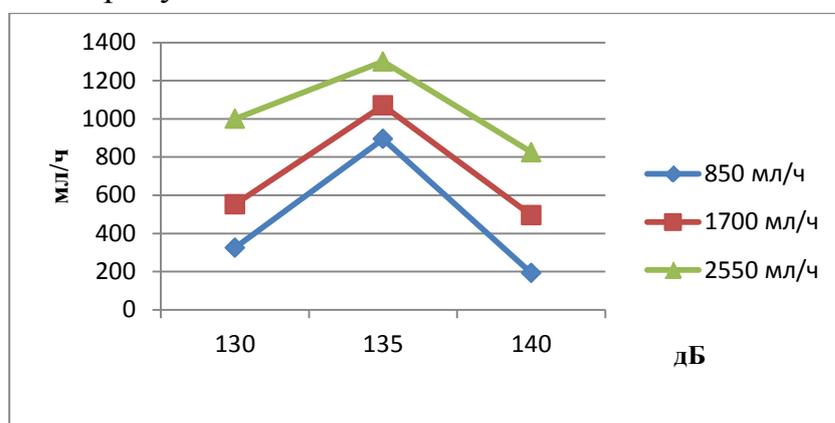


Рис.2. Производительность установки по коптильной жидкости в случае направленного распространения ультразвуковых волн

Из данных, представленных на рисунке 2, можно сделать вывод, что ультразвуковое воздействие на систему «дымовые газы-аэрозоль» при интенсивности звукового давления в ряду 140, 130 и 135 дБ становится все более эффективным в части интенсификации коагуляционных процессов, в связи с чем повышается производительность установки по коптильной жидкости.

Работа по исследованию влияния воздействия ультразвуковых колебаний различного уровня звукового давления на протекание коагуляционных процессов в системах «дымовые газы – водный аэрозоль» продолжаются.

#### Литература

1. Устройство получения коптильной жидкости: пат. Рос. Федерация. № 2010135229/13 : заявл. 23.08.10; опубл. 27.01.11, Бюл. № 3.
2. Физика и техника мощного ультразвука том III. Физические основы ультразвуковой технологии; под ред. Л. Д. Розенберга. М.: Наука, 1970. 689 с.
3. Брызгунов, В. С., Сравнительная оценка бактерицидных свойств серебряной воды и антибиотиков на чистых культурах микробов и их ассоциациях/ В. С. Брызгунов, В. Н. Липин, В. Р. Матросова// Научные труды Казанского медицинского института, 1964. – Т. 14.
4. МР 2.3.1.1915 – 04 Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: Методические рекомендации. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.

## **Изучение закономерностей процесса предварительной тепловой обработки продуктов бланшированием в масле**

**Похольченко В. А., Плясунова П. А., Шляхова А. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра

**Аннотация.** В статье рассмотрено научное направление, целью которого является разработка рациональных режимов предварительной тепловой обработки объектов водного промысла. Разработка направлена на повышение их органолептических характеристик и энергетической ценности.

**Abstract.** In the article there was examined scientific branch specializing on development of efficient thermal modes in seafood preprocessing. The aim is to improve organoleptic property and calorific value in products.

**Ключевые слова:** предварительная тепловая обработка, бланширование в масле, рациональные режимы, горячая сушка, полугорячая сушка.

**Key words:** thermal preprocessing, oil blanching, efficient modes, hot drying, semihot drying).

Целью работы было выявление закономерностей влияния режимов предварительной тепловой обработки на качество и отработку технологических режимов бланширования гидробионтов при производстве консервов, и на основе этого – разработка рациональных режимов предварительной тепловой обработки.

При разработке рациональных режимов предварительной тепловой обработки при производстве консервов в лаборатории кафедры ТХО изготовлена экспериментальная установка для исследования в лабораторных условиях комбинированного режима бланширования водного сырья. Опыты проводились в два этапа. На первом этапе производилась обработка в растительном масле, на втором – обработка горячей или полугорючей сушкой.

Установка включает в себя термоизоляционный корпус (1), систему термомпар, показывающих температуру рыбы и масла (3) соответственно, подсоединенных к потенциометру (2) через переключатель термомпар, сушильную установку (4) с системой термомпар, показывающих температуру сухого и мокрого термометров соответственно, подключенных к потенциометру (5) и парогенератор (6).

Функциональная схема установки для бланширования представлена на рисунке 1:

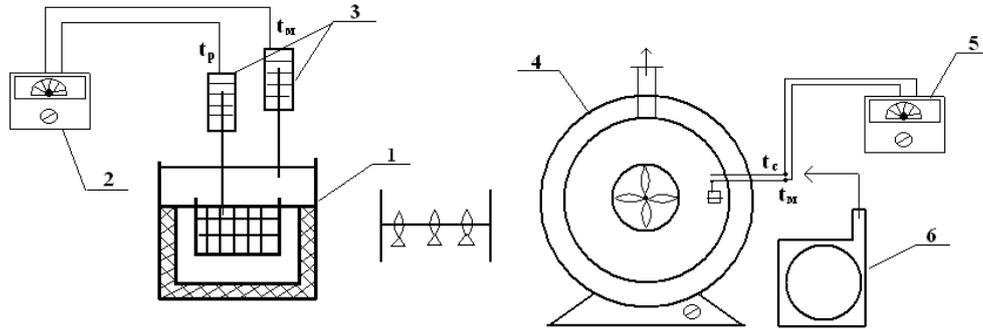


Рис. 1 Экспериментальная установка для исследования комбинированного процесса бланширования.

Для создания циркуляции воздуха в сушильной установке вмонтирован вентилятор.

Эксперименты проводились в следующем порядке. Сперва отдельно исследовалось влияние обезвоживания при обработке сырья в растительном масле. Исследовалась кинетика обезвоживания  $\omega=f(\tau)$  в различных режимах тепловой обработки.

В ходе научной работы проводились серии экспериментов по бланшированию и высушиванию нерыбных объектов водного промысла.[1] В качестве объектов были выбраны кальмар, путассу и сайка. Серии экспериментов проводились с изменяющимся одним параметром и неизменных остальных, т.е. зависимость темпа обезвоживания от размерных параметров сырья (определяется удельной поверхностью  $s/m$ ,  $m^2/kg$ ), химического состава (начальной влажностью  $\omega_0$ , %), температуры масла ( $t_m$ , К).

Бланширование кальмара проводилось при температуре  $110^\circ C$  с соотношением продукта и масла 1:3. Размеры кальмара варьировались от крупных до мелких. В ходе работы определяли массопотери рыбы через определенные промежутки времени обезвоживания. У исследуемых видов сырья (кальмар, путассу, сайка) замерялись удельные поверхности, и определялась начальная влажность. В результате обработки данных были получены кривые обезвоживания образцов с различными размерно-массовыми характеристиками.

Образцы для исследований готовились следующим образом: мороженого кальмара размораживали на воздухе при комнатной температуре, не превышающей  $18^\circ C$ . Далее образцы разделялись по размерам.

Кривые обезвоживания кальмара при 110°C представлены на рисунке 2.

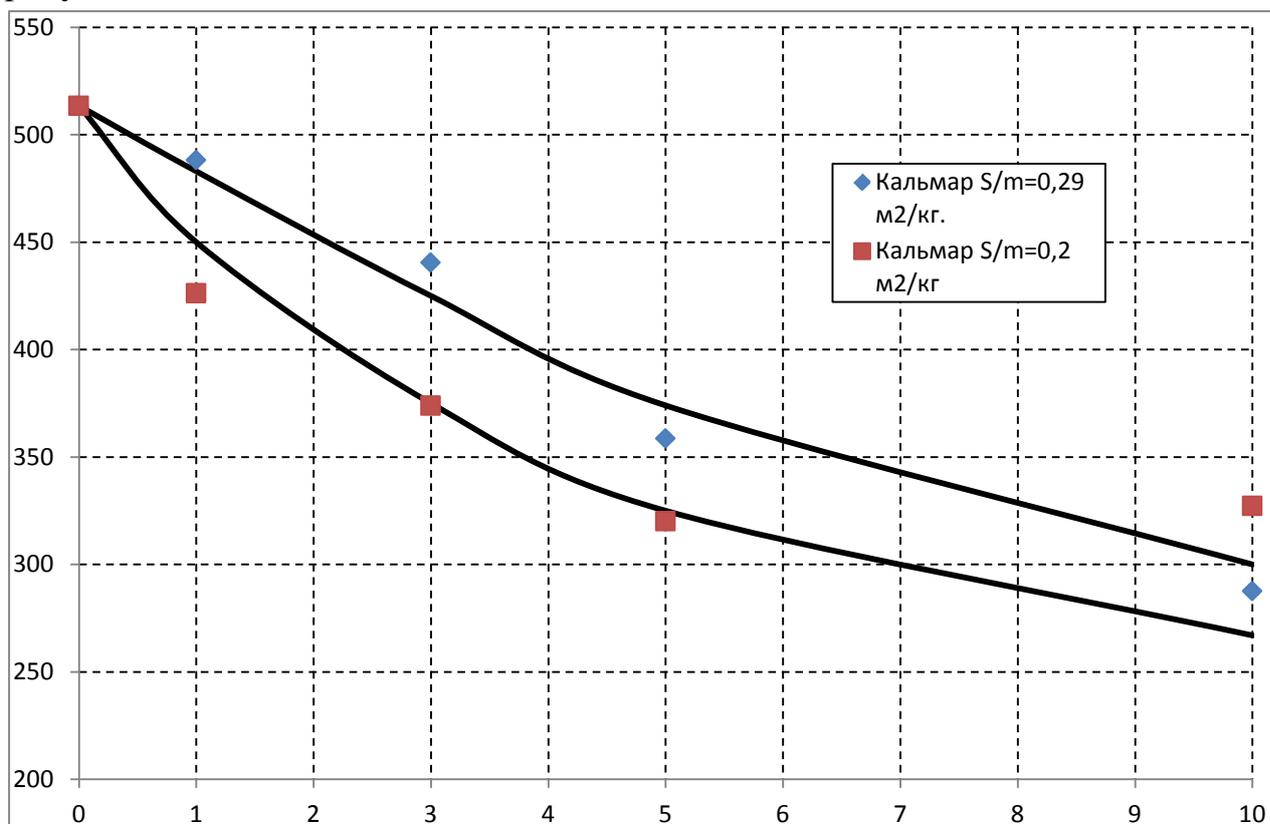


Рис. 2 – «Кривая обезвоживания крупных и мелких кальмаров при 110°C»

Как видно из кривых, общий характер обезвоживания одинаков, причем сырьё с большей удельной поверхностью обезвоживается с более высокой скоростью.

Аналогичные зависимости наблюдались так же при обезвоживании сайки и путассу. После термической обработки в масле образцы подвергались полугорячей сушке воздухом с температурой не выше 70 °C до суммарных влагопотерь 30-35 %, причем продолжительность процесса определяли по разработанным методикам. После этого полуфабрикат фасовали в консервные банки, закладывали соль, заливали масло и закатывали. По разработанной ранее формуле стерилизации проводили стерилизацию консервов. Полученные образцы направлялись на физико-химические и микробиологические исследования. Органолептические показатели оценивались дегустацией. Продукция так же была представлена на международной выставке "Море. Ресурсы. Технологии 2014". В настоящее время работы в данном направлении продолжаются.

Разрабатываются оптимальные режимы предварительной тепловой обработки для различных объектов водного промысла[2].

#### Литература

1. Совершенствование способов предварительной тепловой обработки при производстве рыбных консервов / В. А. Похольченко, [и др.]// Рыб. хоз-во, М. : 2011. – № 5. – С. 116-118.
2. Похольченко В. А. Разработка новых видов продукции в консервном производстве / В. А. Похольченко, М. А. Ершов // Наука и образование – 2011 [Электронный ресурс] : междунар. науч.-техн. конф. (4-8 апр. 2011) / Федер. агентство по рыболовству, ФГОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т" ; Ун-т Тромсё. – Электрон. текстовые дан. (1 файл : 31661 Кб). – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2011. – С. 939-943. – Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. – Загл. с экрана.

## **Разработка программы управления сушильной установкой для создания линейно изменяющихся режимов релаксации сырья**

**Селяков И. Ю., Маслов А. А., Ершов М. А., Власов А. В., Кайченков А. В., Власова А. Р.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра автоматики и вычислительной техники,)

**Аннотация.** В статье рассказывается об использовании режимов релаксации рыбы в ходе её обезвоживания. Описан новый способ введения режимов релаксации и его математическое описание.

**Abstract.** The article describes the use of the relaxation modes during fish dehydration. A new method of implementation relaxation modes and its mathematical description are being offered.

**Ключевые слова:** режим релаксации сырья, режимы для копчения и вяления, сушка и вяление рыбы.

**Key words:** relaxation mode raw modes for smoking and curing, drying and drying fish.

В ходе поиска способов рационального использования ресурсов во время процесса обезвоживания магистром кафедры ТПП Смышляевой Е.А. и аспирантом кафедры АиВТ Селяковым И.Ю. под руководством старшего научного сотрудника кафедры ТПП Ершова М.А. были проведены следующие исследования:

- исследование кинетики обезвоживания рыбы при различной периодичности сушки и релаксации (комбинированный режим обезвоживания);
- сравнение темпов сушки рыбы на различных участках кривых кинетики для непрерывного и комбинированного режимов обезвоживания;
- разработка комбинированных режимов обезвоживания с непрерывной начальной фазой.

Сопоставление экспериментальных данных при обезвоживании с непрерывным и комбинированным режимом позволяет сделать вывод, что в первой половине процесса темп обезвоживания при непрерывной сушке выше, чем при комбинированной. Вероятно, это связано с тем, что в это время еще не образовался приповерхностный слой с плохими теплопроводными свойствами, препятствующий эффективному удалению влаги, т.к. первый период сушки характеризуется максимальной

скоростью обезвоживания. Во второй части процесса темп обезвоживания комбинированной сушки равняется темпу непрерывной сушки либо превышает таковой, т.к. вблизи поверхности рыбы образуется внутренний слой, препятствующий эффективному удалению влаги. Также на втором этапе наблюдается положительный эффект применения комбинированной сушки, что позволяет вновь перевести обезвоживание в фазу активного массообмена. Поэтому принято решение проводить дальнейшие эксперименты, учитывая эффект максимальной скорости в период обезвоживания.

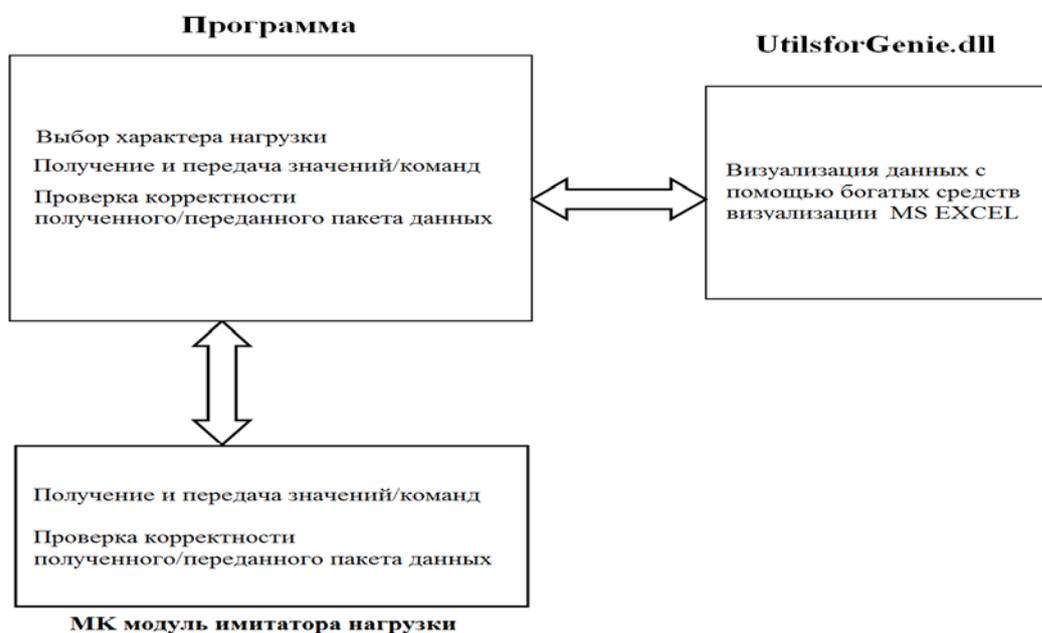
Анализ полученных данных по комбинированному режиму с непрерывной начальной фазой показал увеличение темпа обезвоживания по сравнению с непрерывной сушкой. Кривые кинетики сушки таких режимов практически совпадают. Кривые распределения влажности по толщине рыбы в конце процесса также схожи по форме. При проведении процесса с использованием комбинированного режима с непрерывной начальной фазой имеет место экономия электроэнергии за счет обесточивания трубчатых электронагревателей во время выполнения режимов релаксации. Выбранные комбинированные режимы сушки обеспечили более высокую скорость обезвоживания по сравнению с непрерывным процессом. Тем не менее, данные комбинированные режимы включают в себя достаточно продолжительные периоды непрерывной фазы 19 часов для путассу и 16 часов для камбалы-ерша.

Следующим этапом исследований являлось сокращение длительности непрерывной фазы и обоснование начала применения режимов релаксации с точки зрения основных закономерностей процессов обезвоживания. На рисунке 1 приведены кривые кинетики обезвоживания при непрерывном и комбинированном режимах с минимальной начальной фазой.

Из графиков видно, темпы обезвоживания рыбы при этих режимах равны. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что применение режимов релаксации рыбы, позволяет добиться экономии электроэнергии без увеличения общей длительности процесса.

В продолжение исследований была поставлена задача разработки комбинированных режимов обезвоживания с линейно изменяющимся временем релаксации. Для решения поставленной задачи время всего

процесса разбивается на несколько участков, затем каждый участок разбивается на интервалы с одинаковой продолжительностью (периоды).



Непрерывный режим – контрольное обезвоживание; Комбинированный режим с непрерывной начальной фазой 7,7 часов и последующими циклами сушки и релаксации рыбы по схеме: 2 часа обезвоживание; 0,5 часа релаксация.

Рис. 1. Кривые кинетики обезвоживания при непрерывном и комбинированном режимах

Период состоит из промежутка времени, на котором проводится обезвоживание и промежутка времени на котором происходит релаксация. Отношение продолжительности релаксации к общей продолжительности периода, называется коэффициентом релаксации. Сущность комбинированных режимов обезвоживания с линейно изменяющимся временем релаксации, заключается в том что, коэффициент релаксации линейно изменяется в течение рассматриваемого участка времени. На рисунке 2 представлена диаграмма линейно увеличивающегося коэффициента релаксации с 0 до 40 %. Продолжительность периода составляет 2 часа, время участка – 12 часов.

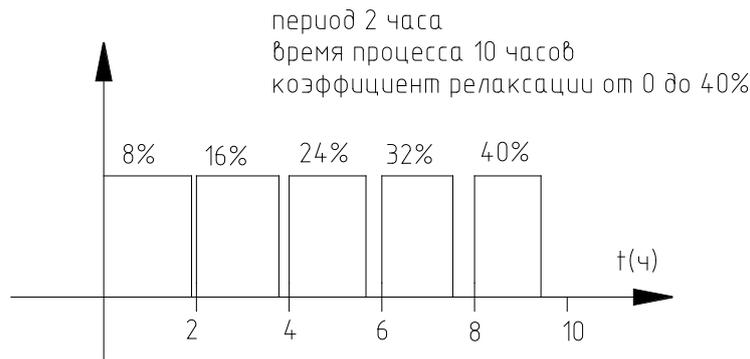


Рис. 2. Участок времени с линейно увеличивающимся коэффициентом релаксации с 0 до 40 %

Рассчитывается количество интервалов, на которые разбивается данный участок:

$$n = \frac{T_{int}}{T}; \quad (1)$$

где,  $n$  – количество интервалов;

$T_{int}$  – общее время участка;

$T$  – период.

Рассчитывается шаг коэффициента релаксации:

$$\Delta R = \frac{R_k - R_n}{n}; \quad (2)$$

где,  $\Delta R$  – шаг коэффициента релаксации;

$R_n$  и  $R_k$  – начальный и конечный коэффициент релаксации;

Каждый участок разбивается на время релаксации  $T_{Ri}$  и время обезвоживания  $T_{Oi}$  по формулам:

$$T_{Ri} = T \times i \times \Delta R + T \times R_n; \quad (3)$$

где,  $T_{Ri}$  – время «релаксации» в на  $i$ -ом интервале;

$i$  – номер участка.

$$T_{Oi} = T - T_{Ri}; \quad (4)$$

где,  $T_{Oi}$  – время обезвоживания в на  $i$ -ом интервале;

Коэффициент релаксации каждого участка можно определить по следующей формуле:

$$R_i = i \times \Delta R + R_n; \quad (5)$$

где,  $R_i$  – коэффициент в на  $i$ -ом интервале;

Комбинированные режимы обезвоживания с линейно изменяющимся временем релаксации будут реализованы в системе управления малогабаритной установки для поиска оптимальных технологических

режимов. В планах авторов, реализовать возможность задавать 3-4 временных участка с различным периодом, начальными и конечными коэффициентами релаксации. В последующем, после отработки режимов, результаты экспериментов планируется использовать в универсальной коптильно-сушильной установке.

#### Литература

Глазунов, Ю. Т. Элементы теории «пунктирного» обезвоживания в процессах холодного копчения и вяления рыбы / Ю. Т. Глазунов, А. М. Ершов, М. А. Ершов, И. Ю. Селяков, В.А. Аминов // Вестник МГТУ: труды Мурман. гос. техн. ун-та. – Мурманск, 2012. – Т.15, №1. – С.15 – 20.

## **Создание нового вида консервов из филе пикши с добавлением растительного масла и овощных ингредиентов**

**Сычёва Е. В., Гроховский В. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологий пищевых производств)

**Аннотация.** Разработан новый вид бланшированных консервов из филе пикши с добавлением масла из виноградной косточки, перца жёлтого и красного, нарезанного соломкой, и оливок. В созданных консервах установлено наиболее приемлемое соотношение (%) филе пикши : овощной гарнир : масло из виноградной косточки : поваренная соль, составляющее 76 : 12,8 : 10 : 1,2.

**Abstract.** A new kind of blanched canned food from haddock fillets with oil of grape seeds, yellow and red pepper sliced into strips and olives has been developed. An optimal ratio of fillets : vegetable garnish : oil : salt which is 76 : 12.8 : 10 : 1.2 has been obtained.

**Ключевые слова:** бланшированные консервы, филе пикши, масло из виноградной косточки, овощной гарнир

**Key words:** blanched canned foods, haddock fillets, oil of grape seeds, vegetable garnish

Среди всего массива групп разнообразной пищевой продукции наибольшей биологической и пищевой ценностью обладают продукты питания из морских гидробионтов, изготавливаемые в нашей стране в большом ассортименте.

В числе этих групп устойчивым спросом у наших сограждан пользуется стерилизованная рыбная продукция. Вместе с тем большое разнообразие пищевой рыбной продукции в маркетах и на рынках побуждают производителей к созданию новых видов консервов с улучшенными свойствами.

На кафедре технологий пищевых производств ФГБОУ ВПО «МГТУ» создан новый вид консервов – филе пикши в растительном масле с овощным гарниром консервов с использованием филе пикши, получившие название «Гармония вкуса».

Особенностью созданных консервов является аппетитное сочетание белого мяса филе пикши и яркой, насыщенной цветовой гаммы овощных ингредиентов, что придаёт привлекательный вид продукту в сочетании с добавленными растительными маслами.

Целью работы является создание нового вида консервов из филе пикши с добавлением растительного масла и овощных ингредиентов и подготовка этого продукта к промышленному производству.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести эксперименты по выбору наиболее приемлемого в качестве заливки растительного масла;
- выполнить выбор наиболее приемлемого ингредиентного состава овощного гарнира;
- провести эксперименты и сделать выбор метода предварительной термической обработки (ПТО) основного сырья;
- установить наиболее рациональное соотношение основного сырья и добавляемых ингредиентов.

Для исследований использовали мороженый полуфабрикат: пикшу мелкую потрошёную обезглавленную, а также растительное масло 4-х видов – горчичного, кукурузного, льняного масел и масла из виноградной косточки.

В качестве ингредиентов для создания новой композиции гарнира использовали различные пищевые компоненты: морковь, репчатый лук, болгарский перец, маринованный чеснок, мясо креветки, оливки.

Рыбу подвергали размораживанию, мойке, разделке на филе, мойке, стеканию влаги, порционированию, фасованию в жестяные банки № 3 срезами вертикально вверх и вниз, и последующему подсушиванию. Далее после предварительной термической обработки вводили растительное масло, сухую поваренную соль, и овощной гарнир, герметизировали, закатанные банки подвергали мойке, стерилизации, охлаждению и выстойке в течение 11 – 15 суток. При изготовлении консервов использовали «Технологическую инструкцию по изготовлению консервов из бланшированной рыбы в масле» [1].

Органолептическую оценку качества консервов, для установления наиболее приемлемого вида растительного масла, проводили в соответствии с разработанной 20 – балльной шкалой [2] с введением коэффициентов значимости, группой дегустаторов в количестве 10 человек. Оценивались внешний вид, консистенция, вкус, аромат, общая приемлемость продукта. Было принято характеризовать консервы

следующими значениями: отличное качество 18,6 – 20 баллов, хорошее – 17,1 -18,5 баллов, удовлетворительное – 16,6 – 17 баллов.

По результатам дегустационных исследований установлено, что наиболее высокую оценку получили консервы с использованием масла из виноградной косточки (19,48 баллов), качество их признано отличным. Именно этот вид масла решено использовать далее при последующих экспериментах.

Последующие эксперименты ставили своей целью выбор наиболее приемлемого ингредиентного состава гарнира.

Результаты экспериментов по изготовлению консервов с различными видами овощей, мяса креветки и последующие дегустационные исследования позволили сделать вывод о том, что состав наиболее приемлемого овощного гарнира должен состоять из болгарского перца трёх цветов – желтого, красного и зелёного, а также оливок.

В процессе экспериментов установлена необоснованность добавления креветок, поскольку их сочетание с пикшей не улучшило вкуса консервов и в то же время приводит к удорожанию создаваемых консервов.

В ходе работы, кроме того, проводились исследования по установлению приемлемой обработки болгарского перца. Перец обрабатывали двумя способами – перец натирали на терке и перец нарезали соломкой. В конечном итоге была выбрана нарезка перца соломкой, поскольку именно такая обработка перца приводит к более привлекательному внешнему виду, а также к улучшению вкуса гарнира.

Далее были проведены новые эксперименты, целью которых было определение наиболее приемлемой термической обработки мяса пикши. Использовали следующие способы обработки – подсушивание ИК-лучами в течение различных промежутков времени, обжаривание с панированием сухарями, обжаривание с панированием мукой, бланширование в подсолнечном масле.

Результаты дегустационных исследований показали нецелесообразность применения какой-либо панировки, поскольку обработка филе пикши мелкоизмельчёнными сухарями или мукой приводит к потемнению растительного масла, что отрицательно сказывается на внешнем виде консервов.

Экспериментами и последующими дегустациями было установлено, что наиболее приемлемой термической обработкой является бланширование рыбы в подсолнечном масле. В результате такой термической обработки значительно улучшаются вкус и консистенция мяса рыбы.

Кроме того по результатам дегустаций было решено отказаться от использования зеленого болгарского перца, поскольку после процесса стерилизации этот ингредиент становится непривлекательного бледно-зеленого цвета, что ухудшает внешний вид консервов.

Очередной задачей было установление наиболее приемлемого соотношения плотной и жидкой частей в консервах «Гармония вкуса».

Поскольку, в соответствии с требованиями технической документации [1] предельное содержание жидкой части в консервах не должно превышать 30 %, при выборе соотношения филе пикши решено руководствоваться именно этим регламентированным значением.

Поэтому изначально было решено принять следующее соотношение – рыбы – 70 % (175 г), масла с гарниром – 30 % (75 г).

Однако эксперименты и последующие органолептические исследования показали недостаточность массового содержания рыбы, и избыточность добавляемого растительного масла. Поэтому в ходе последующих экспериментов было установлено наиболее приемлемое соотношение всех составных частей созданных консервов "Гармония вкуса". Массовая доля филе пикши составила 76 % масла из виноградной косточки – 10 %, овощного гарнира – 12,8 %, поваренной соли – 1,2 %.

В соответствии с установленными наиболее приемлемыми технологическими режимами и параметрами, были изготовлены опытные образцы консервов «Гармония вкуса», которые подверглись органолептическим и физико-химическим исследованиям.

Органолептическая оценка изготовленных консервов составила 19 баллов, массовая доля поваренной соли составила 1,7 – 1,8 %; массовая доля плотной части 77 – 80 %, массовая доля гарнира и масла 20 – 23 %.

Результаты исследований свидетельствуют о высоких качественных показателях консервов «Гармония вкуса» и целесообразности подготовки комплекта необходимых документов для их промышленного внедрения.

**Выводы**

1. Разработан новый вид бланшированных консервов из филе пикши с использованием растительного масла и овощного гарнира, получившие название «Гармония вкуса». Особенностью созданных консервов является аппетитное сочетание белого мяса филе пикши и яркой, насыщенной цветовой гаммы овощных ингредиентов и растительного масла.

2. Результатами экспериментов установлено, что в качестве заливки для данного вида консервов наиболее приемлемым является масло из виноградной косточки.

3. Экспериментально установлена целесообразность использования таких растительных ингредиентов, как перец жёлтый и красный с нарезкой соломкой и оливки. Выбран наиболее рациональный режим бланширования филе пикши в растительном масле и наиболее приемлемое соотношение (%) филе пикши : овощной гарнир : масло из виноградной косточки : поваренная соль, составляющее 76 : 12,8 : 10 : 1,2.

#### Литература

1. Сборник технологических инструкций по производству консервов и пресервов из рыбы и нерыбных объектов : в 3 т. / Федеральное агентство по рыболовству, ОАО «Гипрорыбфлот». – СПб. : Судостроение, 2012. – 3 т. – Сост. сб.: Пинская Л. А. [и др.] (ОАО «Гипрорыбфлот»), Шульгина Л. В. [и др.] (ФГУП «ТИНРО-Центр»), Панасюк Л. Н. [и др.] (ФГУП «АтлантНИРО»), Осипова Н. С. [и др.] (ООО НИиАЦРП «Касрыбтестцентр»), Словолитова Г. К. [и др.] (ФГУП «ПИНРО»), Тимошенко О. А., Новицкая Е. А. (ЗАО «Машрыбпром»), Гроховский В. А., Николаенко О. А., Куранова Л. К. (ФГБОУ ВПО «МГТУ»), Мартыненко Е. С. (ООО ЦС «Восток-Тест»), Греков И. Е. (ЗАО «Мурманский траловый флот») [и др.].
2. Сафронова, Т. М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции / Т. М. Сафронова. – М. : Изд-во ВНИРО, 1998. – 243 с.

## **Разработка оптимальных технологических параметров для очистки отработанных тузлуков**

**Тепляшина С. И., Иваней А. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологии пищевых производств)

**Аннотация.** Определение оптимальных режимов очистки отработанных тузлуков с использованием ультразвука, генератора ионов серебра и бентонитовой глины для повторного использования солевых растворов.

**Abstract.** It is determining the optimal regimes of purification of waste brine with ultrasound, silver ion generator and a suspension of bentonite clay for reuse the use of saline solutions.

**Ключевые слова:** очистка отработанных тузлуков, ультразвук, генератор ионов серебра, бентонитовая глина.

**Key words:** purification of waste brine, ultrasound, silver ion generator, bentonite clay.

С развитием науки и техники каждое производство все более приближается к безотходному.

Основой безотходных производств является комплексная переработка сырья с использованием всех компонентов, поскольку отходы производства – это не использованная по тем или иным причинам часть сырья. Большое значение при этом приобретает разработка ресурсосберегающих технологий.

На рыбоперерабатывающих предприятиях, производящих соленую продукцию при приготовлении тузлуков для посола используется большое количество поваренной соли и питьевой воды. Отработанные солевые растворы загрязнены взвешенными частицами, жирами и азотистыми соединениями, имеют повышенную микробиологическую обсемененность и не могут быть использованы повторно без предварительной очистки.

Большинство существующих очистных сооружений не позволяют полноценно утилизировать жидкие производственные отходы. При этом они находятся в высокой ценовой категории, и многие перерабатывающие предприятия предпочитают выплату штрафов, налагаемых контролирующими организациями, инвестициям в современные системы очистки на основе наилучших доступных технологий.

В связи с этим в настоящее время на кафедре технологий пищевых производств Мурманского государственного технического университета

ведется разработка в области регенерации отработанных тузлуков с использованием ультразвука, генератора ионов серебра и бентонитовой глины.

Предполагается использовать следующую технологическую схему.

Предварительно приготовленная суспензия бентонита вводится в отработанный солевой раствор при непрерывном перемешивании, которое продолжается в течение нескольких минут. Затем тузлук оставляют в покое. В процессе осаждения раствор обрабатывается генератором ультразвуковых колебаний, в результате чего происходит процесс осветления тузлука, коагуляции жиро-белковых включений, а также уменьшение степени обсемененности микроорганизмами вследствие стерилизующего воздействия ультразвука. После завершения процесса осветления производится фильтрование для отделения взвеси и насыщение солевого раствора ионами серебра для снижения уровня микробиологической активности.

С целью определения оптимальных режимов данной технологии, обеспечивающих максимальную скорость и высокое качество очистки отработанных тузлуков, были проведены следующие исследования.

Для определения соотношения объема солевого раствора и суспензии бентонитовой глины использовались различные объемы тузлука, глины и воды. В процессе очистки наблюдали такие показатели, как скорость осаждения, прозрачность, содержание сухих веществ и угол преломления. В результате выяснили, что при использовании большого объема суспензии тузлук очищается лучше, но при этом скорость очистки снижается. Оптимальным соотношением глины и воды определили как 1,5:10; готовой суспензии и тузлука как 1:12. При этом получили лучшие показатели угла преломления и содержания сухих веществ при значительно высокой скорости осветления. Содержание сухих веществ очищенного тузлука составило  $C_v = 6,5$ ; угол преломления  $n_D = 1,3426$ , что близко к значениям чистого тузлука такой же плотности:  $C_v = 6,4 \%$ ;  $n_D = 1,3424$ . Показатели отработанного тузлука:  $C_v = 7,2 \%$ ;  $n_D = 1,3438$ .

С целью определения оптимального режима генератора ультразвуковых колебаний, опыты проводили при различной мощности ультразвуковых устройств. На рисунке 1 представлен график зависимости осаждения объема бентонитового облака от времени.

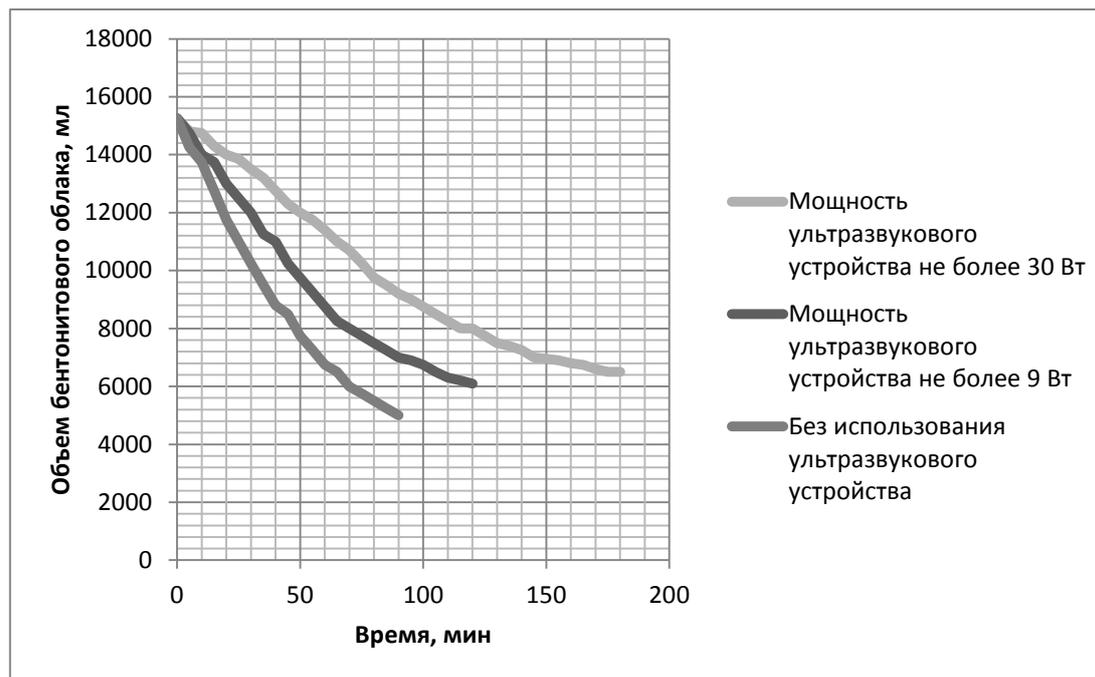


Рис.1. График зависимости осаждения объема бентонитового облака от времени

Согласно графику наиболее быстро оседает бентонитовое облако без использования ультразвука. Однако показатели очищенного таким образом солевого раствора значительно хуже, чем при применении ультразвуковых колебаний. Наиболее оптимальным считается применение устройств мощностью не более 9 Вт с частотой акустических колебаний излучателя 130 кГц на объем отработанного тузлука 15 л.

Таким образом, предполагается использовать следующие параметры для очистки отработанного солевого раствора:

1. соотношение бентонитовой глины и воды для приготовления суспензии: 1,5:10;
2. соотношение готовой суспензии и отработанного солевого раствора: 1:12;
3. применение ультразвуковых устройств мощностью не более 9 Вт с частотой акустических колебаний излучателя 130 кГц.

#### Литература

1. Боева, Н.П. Очистка отработанных тузлуков / Н. П. Боева, О. В. Бредихина, А. И. Бочкарев // Рыбпром. – 2007. – №1. – С. 21-23
- Применение ультразвука в промышленности: Электронный курс / В. Н. Хмелев, А. Н. Сливин, Р. В. Барсуков и др. // Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. – 2010

## **Исследование качества консервов «Печень трески натуральная» в процессе длительного хранения**

**Третьяк Н. А., Гроховский В. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологий пищевых производств)

**Аннотация.** Проведено исследование качества опытных партий консервов «Печень трески натуральная» в жестяной и стеклянной таре в процессе хранения. Результаты органолептических и химических исследований консервов в течение 24 месяцев не выявили их существенных качественных изменений.

**Abstract.** The quality research on experimental batches of the canned cod liver in tin and glass cans during storage has been carried. The results of the sensory and chemical analyses during 24 months have shown no significant quality changes.

**Ключевые слова:** консервы из печени трески, жестяная и стеклянная тара, хранение, органолептические и химические исследования.

**Key words:** canned cod liver, tin and glass cans, storage, sensory and chemical analysis

Стерилизованные продукты из водных биоресурсов пользуются устойчивым спросом и в России, и в странах СНГ.

Вместе с тем, сроки годности такой продукции, как правило, не превышают 24 – 30 месяцев, в то время как подобные виды консервов в Норвегии, Великобритании, Франции и других странах Европы, имеют срок годности от 4 до 5 лет.

На Северном бассейне рядом береговых предприятий и на отдельных промысловых судах в больших количествах выпускается один самых деликатесных видов консервов «Печень трески натуральная», предельные сроки годности которых составляют 30 месяцев (для консервов в стеклянной таре – 24 месяца).

С целью установления оптимальных сроков годности этой группы консервов на кафедре технологий пищевых производств МГТУ проводятся исследования качественных характеристик продукта в процессе длительного хранения

В учебно – экспериментальном цехе МГТУ были проведены эксперименты по изготовлению трёх опытных партий консервов «Печень трески натуральная» в жестяной банке № 3 (ёмкость 250 см<sup>3</sup>) и трёх опытных партий консервов в стеклянной банке ёмкостью 240 см<sup>3</sup>.

Все технологические операции осуществляли на основании «Технологической инструкции по изготовлению натуральных консервов» [1]. Процесс стерилизации консервов осуществляли в автоклаве Н2 ИТА 601.

Опытные образцы консервов в стеклянных и жестяных банках хранили в складском помещении при температуре 15-18 °С и относительной влажности 70 – 75 %.

Отбор проб для исследований качественных характеристик продукта в процессе хранения проводили один раз в полгода. Исследовали органолептические показатели продукта (внешний вид, вкус, аромат, состояние консистенции, общая приемлемость) с помощью группы дегустаторов в количестве 10 чел. в соответствии с разработанной балльной шкалой с введёнными коэффициентами значимости [2, 3] Оценивались внешний вид, консистенция, вкус, аромат, общая приемлемость продукта. Было принято характеризовать консервы следующими значениями: отличное качество 18,6 – 20 баллов, хорошее – 17,1 -18,5 баллов, удовлетворительное – 16,6 – 17 баллов.

Кроме того, каждые полгода определяли значение кислотного числа жира консервов по ГОСТ 7636.

Данные исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты исследований консервов «Печень трески натуральная» в процессе хранения

Вид тары	Номер партии	Продолжительность хранения, месяцы									
		0		6		12		18		24	
		Органолептика, баллы	Кислотное число жира, мг КОН /г	Органолептика, баллы	Кислотное число жира, мг КОН /г	Органолептика, баллы	Кислотное число жира, мг КОН /г	Органолептика, баллы	Кислотное число жира, мг КОН /г	Органолептика, баллы	Кислотное число жира, мг КОН /г
жест.	I	19,2	2,1	18,5	2,7	18,4	2,2	18,2	2,06	17,9	2,4
	II	19,2	2,1	18,3	2,9	18,5	2,6	18,4	2,5	18,3	2,6
	III	19,2	2,1	18,5	2,0	18,6	2,35	18,3	2,42	18,3	2,35
стекл.	I	19,1	2,1	18,0	2,3	18,1	2,48	18,2	2,35	18,3	2,7
	II	19,1	2,1	18,0	2,2	18,3	2,4	18,2	2,5	18,1	2,9
	III	19,1	2,1	18,1	2,3	17,9	2,3	18,0	2,6	18,2	2,8

Результаты исследований, приведённые в табл. 1, свидетельствуют о том, что в процессе 24 месячного хранения существенных изменений в органолептической оценке качества консервов и изменений кислотного числа жира продукта в опытных партиях не произошло. Органолептические показатели консервов во всех исследуемых партиях соответствуют хорошему качеству (17,9 и более баллов), значения кислотных чисел не превышают 2,9 мг КОН/г жира.

Исследование качественных характеристик опытных партий консервов из печени трески в процессе хранения в жестяной и стеклянной таре будет продолжено.

#### Вывод

Результаты органолептических и химических исследований опытных образцов консервов в стеклянной и жестяной таре в течение 24 месяцев не выявили существенных качественных изменений стерилизованного продукта.

#### Литература

1. Сборник технологических инструкций по производству консервов и пресервов из рыбы и нерыбных объектов : в 3 т. / Федеральное агентство по рыболовству, ОАО «Гипрорыбфлот». – СПб. : Судостроение, 2012. – 3 т. – Сост. сб.: Пинская Л. А. [и др.] (ОАО «Гипрорыбфлот»), Шульгина Л. В. [и др.] (ФГУП «ТИНРО-Центр»), Панасюк Л. Н. [и др.] (ФГУП «АтлантНИРО»), Осипова Н. С. [и др.] (ООО НИиАЦРП «Касрыбтестцентр»), Словолитова Г. К. [и др.] (ФГУП «ПИНРО»), Тимошенко О. А., Новицкая Е. А. (ЗАО «Машрыбпром»), Гроховский В. А., Николаенко О. А., Куранова Л. К. (ФГБОУ ВПО «МГТУ»), Мартыненко Е. С. (ООО ЦС «Восток-Тест»), Греков И. Е. (ЗАО «Мурманский траловый флот») [и др.].
2. Квалиметрия и управление качеством пищевой промышленности / Н. И. Дунченко, В. С. Кочетов, В. С. Янковская, А. А. Коренкова. – М. : Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2010. – 287 с.
3. Сафронова, Т. М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции / Т. М. Сафронова. – М. : Изд-во ВНИРО, 1998. – 243 с.

## Повышение эффективности работы судовых рыбоохладителей

**Шутов А. В., Глазунов Е. А., Голубев Б. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологического и холодильного оборудования)

**Аннотация.** В современных судовых рыбоохладителях, для предварительного охлаждения выловленной рыбы, установлены трубчатые батареи охлаждения морской воды. Для охлаждения одной весовой части рыбы от 25<sup>0</sup>С до 0<sup>0</sup>С требуется четыре весовые части охлаждающей морской воды. С целью повышения эффективности рыбоохладителей предлагается другая система предварительного охлаждения, которая значительно снизит затраты на производство холода и как следствие расход топлива.

**Abstract.** In modern ship fish chillers, for preliminary cooling of fished out fish, are installed трубчатые battery of the cooling of sea water. For cooling one весовой part of fish from 25<sup>0</sup> C before 0<sup>0</sup> C is required four весовые of a part cooling sea water. For the reason increasing of efficiency fish chillers is offered other system of the preliminary cooling, which will vastly reduce the expenseses on production of the chill and as effect consupcion fuel.

Все современные рыбопромысловые суда океанического лова оборудованы судовыми рыбоохладителями для предварительного охлаждения рыбы. Проблема быстрого и глубокого предварительного охлаждения рыбы на судах становится еще более важной и актуальной не только по причине роста цен на топливо. Только быстрое и глубокое предварительное охлаждение рыбы позволяет получить высококачественное замораживание рыбного сырья и затем приготовить из него высококачественные пищевые рыбные продукты.

Трубчатая система охлаждения морской водой в рыбоохладителях проста и надежна в работе, однако обладает целым рядом существенных недостатков. Как было установлено, в результате экспериментальных исследований проводимых на кафедре технологического и холодильного оборудования, температура хладагента в трубах не может быть ниже -8<sup>0</sup>С при скорости морской воды на внешней поверхности труб 0,125-0,150 м/сек при поперечном и продольном омывании труб. При скорости воды меньше 0.125 м/сек, трубы обрастают льдом и резко снижается коэффициент теплопередачи от морской охлаждаемой воды к хладоносителю. Из-за низкой эффективности трубчатых охладителей приходится предварительно охлаждать большое количество морской воды.

На РТМ типа «Атлантик» установлено 4 бункера для

предварительного охлаждения 24 тонн рыбы и пятый бункер для предварительного охлаждения морской воды. В каждый бункер непосредственно с палубы через горловину люка сливается 6 тонн рыбы в предварительно охлажденную до  $2^{\circ}\text{C}$  воду в количестве 12 тонн. Поверхность рыбы значительно больше поверхности трубчатых охладителей. Шесть тонн сельди, весом 0,5 кг каждая, имеет общую поверхность  $6195\text{ м}^2$  против  $37\text{ м}^2$  поверхности трубчатых охладителей. В результате температура сельди в бункере понизится с  $25^{\circ}\text{C}$  до  $8^{\circ}\text{C}$ . После выравнивания температуры воды и температуры рыбы вода из бункера рыбоохладителя сливается за борт. При этом происходит большая потеря энергии. Затем из пятого бункера охлажденная морская вода поступает в бункер с охлажденной рыбой. Это еще 12 тонн охлажденной морской воды. Процесс перекачки воды при этом увеличивает время затрачиваемое на охлаждение.

Предлагается более эффективный способ предварительного охлаждения рыбы на рыбопромысловых судах, заключающийся в том, что при весовом отношении рыбы и морской охлаждающей воды 1:1 процесс охлаждения можно проводить иначе. Для этого создается из труб и аппаратов замкнутый кольцевой контур. По трубопроводу из верхней части бункера рыбоохладителя морская вода подается в льдогенератор, где производится насыщение чешуйками льда. Для предотвращения прямого попадания чешуйчатого льда непосредственно в бункер с рыбой имеется аппарат ускоряющий охлаждение воды чешуйками льда. Далее вода подается в нижнюю часть бункера рыбоохладителя в коллектор, а из него в продольные горизонтальные трубы с соплами по всей их длине. Из сопел потоки охлаждающей воды, поднимаясь вверх, проходят через придонную решетку с сеткой, на которой лежит рыба. Охлаждающая вода, поднимаясь вверх, омывает рыбу и охлаждает ее. Отопленная морская вода, поднявшись вверх, снова по трубопроводу из бункера поступает на льдогенератор и аппарат для плавления льда. Льдогенератор затопленного типа и аппарат для плавления чешуек льда с лопастным аппаратом для создания принудительной циркуляции находятся в одном цилиндрическом корпусе и на одном валу. В судовых условиях компактность оборудования имеет большое значение. При проведении ремонтных работ возможна быстрая замена аппарата.

В заключение несколько выводов:

1. Проведенные расчеты расхода холода, электроэнергии и топлива на предварительное охлаждение рыбы по предлагаемому способу и существующему на РТМ типа «Атлантик» показали, что возможно снижение расходов на выработку холода в 3 раза.

2. Первоначальная стоимость, предлагаемого нами оборудования для предварительного охлаждения морской воды, в 1,5 – 2 раза выше, чем трубчатая система охлаждения, но данное оборудование окупается в течение двух лет.

3. По данному рыбоохладителю получено в 2009 – 2013 годах четыре патента и поданы две заявки на изобретения.

4. Только при фазовом превращении части морской воды в лед удастся достичь значительной экономии расхода холода и как следствие электроэнергии и топлива, так как у воды отбирается наибольшее количество тепла, равное скрытой теплоте льдообразования.

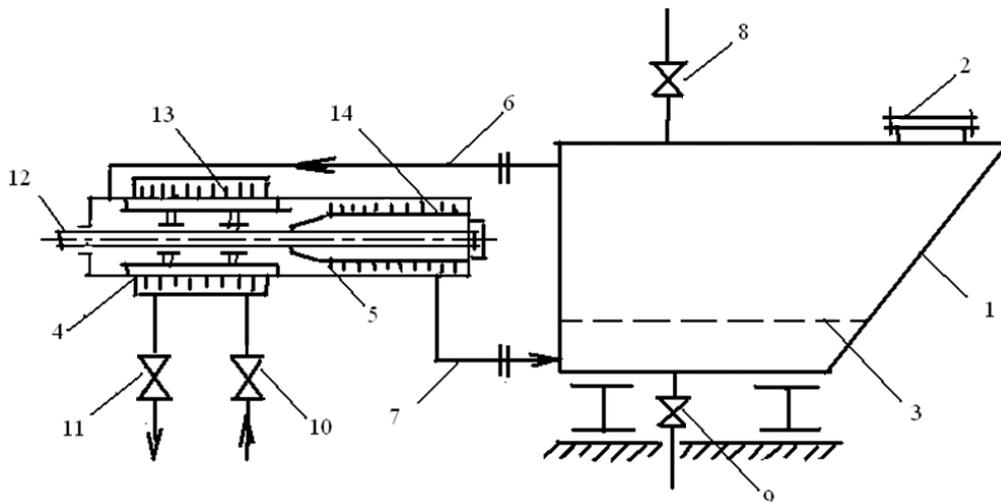


Рис.1. Схема рыбоохладителя

1 – емкость; 2 – люк для загрузки; 3 – решетка с сеткой; 4 – льдогенератор; 5 – аппарат для плавления; 6, 7 – трубопровод; 8, 9, 10, 11 – вентилятор; 12 – вал; 13 – ножи льдогенератора; 14 – ротор с лопастями

#### Литература

1. Кан А.В., Матвеев В.И. Холодильное оборудование рыбопромышленного флота. М., Пищ. пром-сть, 1974. С.74-76.

Гликман В.Г., Голубев Б.В. Предварительное охлаждение рыбы на рыбопромысловых судах. Сборник центрального научно-исследовательского института информации и технико-экономических исследований рыбного хозяйства. Сер. 4, вып. 4, 1972. С. 21-23.

**ТЕХНИЧЕСКАЯ  
ЭКСПЛУАТАЦИЯ ФЛОТА**



## **Анализ функционирования и развития портовой инфраструктуры Мурманской области**

**Баева Л. С., Пархоменко И. В., Сафронов В. Е., Баев Г. В.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра Технологии металлов и судоремонта*)

**Аннотация.** В статье рассматривается анализ функционирования и перспективы развития инфраструктуры морского порта Мурманск.

**Abstract.** In article the analysis of functioning and prospect of development of an infrastructure of seaport Murmansk is considered.

**Ключевые слова:** инфраструктура, морской порт, перспективы развития, акватория, магистраль, северный морской путь, Кольский залив, атомный флот.

**Key words:** nfrastructure, seaport, development prospects, water area, a highway, northern sea way, Kola bay, nuclear fleet.

Мурманская область расположена на Северо-западе европейской части России, на Кольском полуострове за Полярным кругом, омываемом водами Баренцева и Белого морей. Регион граничит с Финляндией и Норвегией.

Экономико-географическое положение Мурманской области, уникальные условия Кольского залива, в том числе возможность непосредственного выхода в Атлантический океан является стратегически выгодным с точки зрения развития транспортной инфраструктуры и оказания логистических услуг, в том числе в Арктике и её основной транспортной магистрали – Северного морского пути.

Для развития топливно-энергетического и транзитного потенциала Арктики, а также для обеспечения геополитических интересов России и её безопасности, ключевое значение играют арктические регионы страны, в том числе и Мурманская область.

Перспективы развития портовой инфраструктуры Мурманской области на сегодняшний день связаны, прежде всего, с развитием морского порта Мурманск.



Рис. 1. Морской порт Мурманск

По отношению к другим портам арктического бассейна морской порт Мурманск имеет ряд конкурентных преимуществ:

- незамерзающая акватория Кольского залива, что позволяет функционировать порту в круглогодичном круглосуточном режиме (за исключением возможных ограничений по погоде, прописанных в «Обязательных постановлениях морской администрации порта Мурманск»)
- глубины в акватории и у причалов порта (в среднем колене Кольского залива глубины достигают до 200 метров);
- близость к перспективным месторождениям нефти и газа на Арктическом шельфе;
- базирование в порту судов атомного ледокольного флота, аварийно-спасательного флота, судоходных и снабженческих компаний;
- отсутствие ограничений по заходу/выходу судов связанных с узостью подходных каналов и режимом функционирования мостов;
- свободный выход из порта, в том числе на трассы Северного морского пути.

Также к преимуществам морского порта Мурманск можно отнести близость зоны к европейскому и американскому рынкам, возможность использования международных транспортных коридоров, таких как Северный морской путь, Транссиб, Север-Юг. Кроме того, свободные, неосвоенные территории Западного берега Кольского залива дают потенциал для дальнейшего развития и увеличения портовых мощностей.

В порту Мурманск осуществляют деятельность крупные национальные компании: Газпром, Роснефть, Лукойл, оказывающие, в том числе и услуги по снабжению судов топливом.

Номенклатура грузов, переваливаемых в морском порту Мурманск, включает генеральные, навалочные, наливные грузы, а также грузы в контейнерах, рыбу и рыбопродукцию [1,2,3].

На территории Мурманского морского порта осуществляют свою деятельность две крупнейшие стивидорные компании России: ОАО «Мурманский морской торговый порт» и ОАО «Мурманский морской рыбный порт».

Общий грузооборот морского порта Мурманск в 2012 году составил около 24 млн.тонн и, по имеющимся прогнозам, вырастет на 30% по итогам 2013 года.

На нефтебазе мурманского морского рыбного порта осуществляет деятельность ООО «Первый Мурманский терминал». Общий действующий резервуарный парк составляет около 100 000 м<sup>3</sup> и позволяет предприятию переваливать широкую номенклатуру нефтепродуктов.

Безусловным условием реализации проекта являлось сохранение статуса склада горючего в качестве субъекта Министерства Обороны РФ и Северного флота, развитие его операционных возможностей с обеспечением исполнения собственных функций без нарушения повседневной деятельности, сохранением земельного участка за флотом и передачей вновь построенных и реконструируемых объектов на баланс СФ.

Все операции с нефтепродуктами в морском порту производятся при условии проведения необходимых мероприятий по предупреждению разливов нефти и нефтепродуктов.

ФГУП «Атомфлот» осуществляет ледокольное обеспечение проводки судов по трассам СМП, обеспечение экспедиционных, научно-исследовательских работ по изучению арктических морей, обеспечение аварийно-спасательных операций во льдах.

Одним из старейших судоходных предприятий, базирующихся в порту Мурманск, является ОАО «Мурманское морское пароходство».

Кроме того, у предприятий Мурманской области есть опыт по достройке и переоборудованию буровых платформ.

В частности, в 2010 году в порт Мурманск была перебазирована из Северодвинска с завода «Севмаш» морская ледостойкая стационарная

платформа «Приразломная», которая проходила оснащение на 35 судоремонтном заводе филиала центра судоремонта «Звездочка».

В настоящее время в Мурманской области в рамках подпрограммы «Развитие экспорта транспортных услуг» федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России (2010–2020 годы)» реализуется проект «Комплексное развитие Мурманского транспортного узла».

Основная цель проекта «Комплексное развитие Мурманского транспортного узла» – создание действующего круглогодично глубоководного морского ХАБа – центра по переработке контейнерных, нефтеналивных грузов, перевалке угля и минеральных удобрений, интегрированного в международный транспортный коридор «Север – Юг».

Проектом предусматривается развитие инфраструктуры морского, железнодорожного и автомобильного транспорта, а так же логистической и складской инфраструктуры, в рамках которого предусмотрено строительство терминалов по перевалке угля и нефтепродуктов на западном берегу Кольского залива. На восточном берегу Кольского залива, предусматривается реконструкция существующего угольного терминала, строительство контейнерного терминала, логистического центра и дистрибуционной зоны. В ходе реализации проекта будет построена новая железнодорожная ветка на западном берегу Кольского залива.

Проект реализуется на основе государственно-частного партнерства. При этом государство обеспечивает строительство вспомогательной инженерной инфраструктуры для реализации инвестиционных проектов частными инвесторами.

Реализация Проекта позволит включить в портовую деятельность свободный западный берег Кольского залива, что значительно увеличит потенциал морского порта Мурманск, в том числе и для перевозок по трассам СМП.

Суда атомного ледокольного флота ФГУП «Атомфлот» помимо ледокольных проводок судов, предоставляют морские туристические экспедиции в Арктику. На сегодняшний день это единственная возможность посетить Северный Полюс в качестве туриста.

Ежегодно в порт Мурманск осуществляют заходы суда иностранных круизных компаний.

В целях развития пассажирской инфраструктуры морского транспорта, в рамках подготовки к 100-летию города Мурманска реализуется проект

«Арктическая гавань». Реализация этого проекта запланирована на период с 2012 по 2015 год и позволит:

- создать необходимую инфраструктуру для оказания качественных и безопасных услуг пассажирского морского транспорта;
- создать необходимую инфраструктуру для принятия и обслуживания круизных судов и паромов;
- организовать регулярное паромное сообщение с Норвегией;
- обеспечить увеличение заходов в порт Мурманск судов иностранных круизных компаний (Великобритания, США, Германия, Финляндия).

На сегодняшний день портовая инфраструктура региона развита на достаточном уровне. В порту Мурманск оказываются практически все необходимые услуги для обеспечения судоходства, в том числе и по трассам Северного морского пути. Реализация вышеназванных инфраструктурных проектов позволит повысить конкурентоспособность морского порта Мурманск на рынке предоставления портовых услуг, привлечь в регион крупные туристические компании для обеспечения судоходства пассажирских судов.

#### Литература

- 1 Флот рыбной промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.npacific.ru/np/history/promyshl/hist\\_rur/fleetr.htm](http://www.npacific.ru/np/history/promyshl/hist_rur/fleetr.htm). – Загл. с экрана.
  - 2 ФЦП «Развитие транспортной системы России (2010-2020 годы)».
  - 3 ФГУ «Администрация морского порта Мурманск» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marpm.ru/> – Загл. с экрана.
  - 4 РОСМОРПОРТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Мурманское морское пароходство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.msco.ru/ru/>. – Загл. с экрана.
- ФГУП «Атомфлот» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosatomflot.ru/>. – Загл. с экрана.

## Особенности профессиональной подготовки морских специалистов флота рыбной промышленности

**Баева Л. С., Паршев Ю. В., Сафронов В. Е.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологии металлов и судоремонта)

**Аннотация.** В статье рассматриваются особенности профессиональной подготовки морских специалистов флота рыбной промышленности. Приведён краткий обзор целей и задач развития рыбного хозяйства РФ до 2020 года по предотвращению отстранения России от участия в распределении сфер влияния и освоении перспективных районов Мирового океана. Рассмотрен способ кадрового обеспечения для реализации национальной морской политики, к задаче которого относится выполнения требований ФГОС ВПО при подготовке морских специалистов на примере ФГБОУ ВПО «МГТУ».

**Abstract.** This page discusses features of the training of marine specialists of fishing fleet. A brief overview of the goals and objectives of Fisheries of the Russian Federation up to 2020 for preventing the removal of Russian participation in the distribution of spheres of influence and the development of promising areas of the World Ocean. The method of staffing for the implementation of the national maritime policy is discussed. It refers to the task of meeting the requirements of FGOS VPO in the preparation of marine specialists for example MSTU.

**Ключевые слова:** кадровое обеспечение, морская доктрина, морской специалист, обучение, особенности подготовки, практика, промысел, профессиональная подготовка, рыбная отрасль, рыболовный флот.

**Key words:** features of training, fishing, fishing industry, marine specialist, naval doctrine, practice, staffing, vocational training, fishing fleet.

Концепция развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года, одобренная распоряжением Правительства РФ от 02 сентября 2003г. №1265-р, определила основные направления формирования единой государственной политики в области развития отрасли.

Одной из целей и задач развития рыбного хозяйства РФ до 2020 года является создание эффективной системы управления и решения задач системы образовательных учреждений рыбохозяйственного комплекса.

Подготовка кадров для обеспечения соответствия добывающих мощностей рыбопромыслового флота объемам запасов водных биоресурсов. Проведение научных исследований и разработок в области рыбного хозяйства осуществляется в соответствии с требованиями подготовки дипломирования моряков по специальностям: 180403.65 "Судовождение", 180405.65 "Эксплуатация судовых энергетических установок" и 180407.65

"Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики" в высших учебных заведениях и отвечает требованиям: Международной конвенции, ПДМНВ-78, Положению о дипломировании членов экипажей морских судов, утвержденного приказом Минтранса России от 15 марта 2012 за №62, и Международному стандарту серии ИСО9001:2008.

Требования к подготовке специалистов для любой отрасли промышленности определяются ее потребностями. Они же диктуют требования к содержанию образовательных программ учебных заведений. Потребность в подготовке моряков в Российской Федерации диктуется ее национальными интересами, сформулированными в Морской доктрине.

«Необходимость принятия Морской доктрины Российской Федерации на период до 2020 года была обусловлена возрастанием влияния Мирового океана на развитие Российской Федерации и потребность защиты жизненно важных национальных интересов. Возникло осознание утраты достигнутого усилиями предшествующих поколений места Российской Федерации в изучении, освоении и использовании ресурсов и пространств Мирового океана» (из выступления председателя правительства Российской Федерации М.Фрадкова на заседании Морской коллегии при правительстве Российской Федерации 16.07.2004 г.).

Рыбная отрасль относится к основным источникам обеспечения россиян пищевыми продуктами. Свертывание промысла в экономических зонах иностранных государств и открытых районах Мирового океана и почти полная передислокация промыслового флота в исключительную зону России, почти полное прекращение рыболовства в открытых частях Мирового океана приводит к отстранению России от участия в распределении сфер влияния и освоении перспективных районов Мирового океана.

Одним из важнейших способов реализации национальной морской политики является кадровое обеспечение, к задачам которого относятся:

- сохранение и развитие структуры образования со специализацией на все виды морской деятельности;
- обеспечение государственной поддержки в содержании и эксплуатации учебных судов, материально-технической базы образовательных учреждений морского профиля.

В развитии Морской доктрины принята Федеральная целевая программа (ФЦП) «Мировой океан» которая призвана активизировать деятельность

России в Мировом океане в соответствии с целями и задачами развития страны. В числе прочих задач:

- систематическое, рациональное обновление рыбопромыслового флота;
- расширение масштабов исследований и возвращение к промыслу в открытой части Мирового океана.

Другими словами, Россия в ближайшее время должна построить новый современный рыбопромысловый флот для освоения водных биологических ресурсов открытых районов Мирового океана.

Задачи, сформулированные в Морской доктрине и ФЦП «Мировой океан», напрямую касаются нашего региона, в котором рыбная отрасль была, остается, и будет оставаться приоритетной. К сожалению, ФЦП «Мировой океан» не охватывает всех проблем развития морской деятельности, включая вопросы подготовки кадров и т.д. Тем не менее, без кадрового обеспечения решить поставленные задачи не представляется возможным.

Подготовка морских специалистов значительно отличается от подготовки специалистов для любой другой отрасли, т.к. регулируется не только требованиями национальных образовательных стандартов, но и требованиями Международной морской организации (ИМО). Ратифицировав Международную конвенцию по Подготовка и дипломированию моряков ПДНВ-78, Российская Федерация взяла на себя обязательство обеспечить качество подготовки моряков на уровне Мировых стандартов. Особенностью требований ИМО к проверке уровня подготовки является переход от демонстрации обучаемым «понимания» и «знания» к демонстрации «умения» и «навыков». Такой подход подразумевает наличие в учебном заведении большого объема лабораторного и тренажерного оборудования, постоянное обновление которого с целью поддержания на современном уровне, требует огромных финансовых затрат.

В соответствии с требованиями МК ПДНВ–78 практическая подготовка на судах является неотъемлемой частью подготовки морского специалиста. Поэтому распределение на морскую плавательную практику является очень трудной задачей, которую пока есть возможность решать при помощи рыбодобывающих предприятий Северного бассейна.

Качественная практика может быть обеспечена только на учебном судне, под руководством, назначенных специально для этой цели, дипломированных специалистов и четкой организации работы учебно-судовой службы.

Выполнение требований ФГОС ВПО, особенно к практической подготовке курсантов осложняется:

- расширением требуемого круга практических навыков (работа в многоязычном экипаже, ГМССБ, внесение в обязательные квалификационные требования противопожарной, медицинской и других видов специальной подготовки);
- ускорением прогресса в разработке и внедрении новых технологий, напрямую не оговоренных в ПДНВ, но, несомненно, необходимых выпускнику (ЕКДИС, АИС);
- резким сокращением учебных и учебно-производственных судов в России и отсутствием перспективы их пополнения;
- отсутствием требований к рыбопромысловым компаниям по выполнению требований ПДНВ в части подготовки практикантов на судах;
- отсутствием национальной системы стандартов качества подготовки моряков, включающей внутренний и внешний аудит и систему реагирования на сообщения о несоответствиях.

Задача формирования и выполнения требований к подготовке командного состава морских судов не может быть решена только силами морских учебных заведений – это не частная, а общенациональная задача, которая может быть успешно реализована только на основе взаимодействия всех заинтересованных ведомств и организаций.

Для этого в числе первоочередных задач следует предусмотреть:

- создание учебных (университетских) комплексов СУЗ – ВУЗ;
- обеспечение и обновление учебных заведений всеми видами тренажеров, подготовка на которых предусмотрена Международными Конвенциями;
- для обеспечения качественного прохождения плавательной практики создать (возродить) Бассейновые отряд учебных судов, обеспеченных годовой квотой и командным составом персонально несущим ответственность за качество практической подготовки курсантов морских учебных заведений;
- создание налоговых льгот и льгот по портовым сборам для судов, имеющих практикантов на борту (компенсируя потери за счёт судов, не имеющих практикантов).

## Литература

1. Флот рыбной промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.npacific.ru/np/history/promyshl/hist\\_rur/fleetr.htm](http://www.npacific.ru/np/history/promyshl/hist_rur/fleetr.htm). – Загл. с экрана.
2. Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 года : утверждена Президентом Рос. Федерации В. В. Путиным 27 июля 2001 г. № Пр-1387. – СПб. : Гипрорыбфлот, 2001. – 31 с.
3. Кодекс торгового мореплавания Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 30 апреля 1999 г. № 81-ФЗ : [ред. от 28 июля 2012 г. № 132-ФЗ]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Загл. с экрана. – В данном виде документ опубликован не был.
4. Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 7 марта 2001 г. № 24-ФЗ : [ред. от 2 июля 2013 г.]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Загл. с экрана. – В данном виде документ опубликован не был.
5. Правила и руководства Российского морского регистра судоходства [Электронный ресурс] // Российский морской регистр судоходства : каталог изданий морского регистра судоходства : сайт. – Режим доступа: <http://www.rs-head.spb.ru/ru/publications/>. – Загл. с экрана.
6. Позолотин, Л. А. Конвенция ПДНВ-78 ( с поправками). Кодекс ПДНВ-95. Основные положения и комментарии / Л. А. Позолотин, В. Г. Торский. – Одесса : Астропринт, 2009. – 189 с.

## Металлографический анализ, перспективы развития

**Баева Л. С. , Пашеева Т. Ю.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологии металлов и судоремонта)

**Аннотация.** Вряд ли можно назвать хотя бы одну отрасль промышленности, в которой не применяют металлы. В связи с этим разработка и освоение современных способов металлографии, необходимых промышленности, является одной из важнейших задач науки и практики.

**Annotation.** Hardly it is possible to name at least one industry in which do not apply metals. In this connection working out and development of modern ways of the analysis of the metals necessary for the industry, is one of the major problems of a science and practice.

**Ключевые слова:** Металлография, микроскоп, структура, свойства, исследование.

**Key words:** The analysis of metals, microscope, structure, properties, research.

Металлография является одним из разделов науки о металлах, металловедения и изучает влияние химического состава и различных видов обработки на структуру металлов и сплавов и закономерности структурообразования. В настоящее время для структурного анализа используются рентгеновские лучи, электроны и нейтроны. Электронная оптика позволила усовершенствовать микроскопию, что позволило увеличить разрешение с 2000 до  $10^6$  раз для электронного микроскопа.

Для решения основной задачи металлографии – определения связи между структурой металлических материалов и их свойствами, методы можно разделить на две группы: структурные и механические.

К структурным методам относятся методы, которые основаны на непосредственном наблюдении строения металла или сплава (макроскопический и микроскопический анализ, просвечивающая электронная микроскопия, растровая электронная микроскопия, рентгеноструктурные и др.) [1].

Макроскопические свойства вещества и материалов зависят от их внутренней структуры, под которой понимаются как атомное строение вещества, тип, число и распределение дефектов кристаллической решетки, так и количество фаз в материале, величина зерна, взаимное расположение зерен в объеме и их ориентация [2].

Микроструктура сплава зависит от его состава, который через параметры, характеризующие превращение, определяет возможность образования той или иной фазы [3].

Исследование структуры металлов и сплавов служит основой современного металловедения и осуществляется как прямыми, так и косвенными методами. Возрождение металлографических методов исследования связано с появлением нового класса оптических приборов с электронной регистрацией изображений для количественного фазового анализа и определения размеров структуры. Первая система анализа микроскопических изображений (САИ) была изобретена в 1962 г. компанией Metals Ltd, которая позже стала называться сначала IMANGO, а потом Gambridge Instruments, а сейчас широко известная во всем мире как Leika Microsystema [4].

Применение нового оборудования пробоподготовки и система анализа изображений уберет необходимость выполнять рутинные операции, освобождая время специалистов для интерпретации и осмысления результатов исследований, т.е. для тех задач, с которыми не может справиться ни одна компьютерная система и которые по силам только металловедам-профессионалам [4].

Одним из самых популярных исследовательских инструментов является атомно-силовой микроскоп (АСМ). Основной элемент АСМ, микрозонд, который сканирует образец, именуется кантилевером (от англ. cantilever – кронштейн). Он представляет из себя ориентированную вдоль поверхности миниатюрную консоль, на конце которой сидит вертикальный щуп – иглочка (острие) с предельно (до единиц нанометра) уменьшенным радиусом закругления кончика. Взаимодействие острия с поверхностью – тот самый процесс, что создает изображение. Кантилевер подводится к поверхности на столь близкое расстояние, что в игру вступают силы межмолекулярного взаимодействия между атомами острия и образца. Характер зависимости этой силы от расстояния напоминает рис. 1.

Положительные значения силы отвечают отталкиванию, когда острие механически контактирует с поверхностью, практически царапает ее (на атомном уровне это означает, что электронные оболочки атомов соприкасаются и взаимно деформируют друг друга). При чуть большем расстоянии, когда атомы «расцепляются», между ними возникает притяжение (сила становится отрицательной) – за счет спонтанно возникающей взаимной поляризации электронных оболочек. В итоге кантилевер изгибается, стремясь оттолкнуться от

поверхности или приблизиться к ней. В зависимости от того, на каком расстоянии работает острие, различают три режима получения изображений (см. рис.1).



Рис.1. Зависимость силы межмолекулярного воздействия от расстояния зонд – образец и режимы АСМ, соответствующие работе в разных интервалах расстояния.

В контактном режиме на зонд действует результирующая сила отталкивания (ее обычные значения –  $10^{-6} - 10^{-8}$  Н). Такой метод лучше подходит при исследовании твердых поверхностей с развитым рельефом, а для мягких объектов зачастую оказывается разрушающим. Поэтому для последних используется бесконтактный режим, когда зонд находится в сфере действия сил притяжения (в диапазоне  $10^{-10} - 10^{-14}$  Н). Для исследования на воздухе разработан третий вариант – прерывисто-контактный режим. Кантилевер тоже вибрирует, но ближе к поверхности, слегка касаясь ее в нижней точке траектории. Зонд оказывается в пограничной ситуации – попеременно действует сила отталкивания (5 – 10% времени) или сила притяжения (на уровне  $10^{-18} - 10^{-13}$  Н). Так удастся исследовать мягкие объекты и объекты с атомарно гладкими поверхностями. Тот факт, что на движение зонда могут влиять различные силы, позволил кардинально расширить возможности атомно-силовой микроскопии. Используя разные материалы для зонда (непроводящие/проводящие, немагнитные/магнитные) и прибегая к другим ухищрениям, чтобы вывести на первый план те или иные взаимодействия (подавая электрическое напряжение – постоянное, переменное и т.д.), удалось создать целый букет методик для измерения разнообразных характеристик (табл.1) [5].

Таблица 1. Наследники» атомно-силовой микроскопии

<b>Вид микроскопии</b>	<b>Что измеряется / в каком режиме</b>	<b>Где используется</b>
Магнитная силовая микроскопия	Магнитные силы / бесконтактный	Определение магнитных параметров; визуализация магнитных доменов; исследование процессов локального перемангничивания
Сканирующая микроскопия Кельвина	Электрический потенциал / бесконтактный	Изучение электрической неоднородности поверхности, анализ работы микросхем
Сканирующая емкостная микроскопия	Локальная емкость поверхности / бесконтактный	Диагностика конструкции микросхем; изучение распределения легирующих примесей в полупроводниках
Электростатическая силовая микроскопия	Электростатические силы / бесконтактный	Исследование сегнетоэлектриков; изучение распределений электрических полей и зарядов в работающих микросхемах
Микроскопия пьезоотклика	Электромеханический отклик / контактный	Изучение пьезоэлектриков и сегнетоэлектриков, их доменной структуры в статике и динамике, процессов переключения
Сканирующая резистивная микроскопия	Ток / контактный	Определение локальных электрических характеристик проводников, картирование распределения проводящих и непроводящих областей
Микроскопия боковых сил	Крутильная деформация кантилевера / контактный	Нанотрибология, определение гомогенности поверхности
Термическая сканирующая микроскопия	Теплопроводность / контактный	Исследование химических реакций и фазовых превращений на поверхности

Литература

- 1 Гадалов В.Н., Сальников В.Г., Агеев Е.В., Романенко Д.Н. Металлография металлов, порошковых материалов и покрытий, полученных электроискровыми способами: Монография. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 468 с. – (Научная мысль).
- 2 Избранные методы исследования в материаловедении/Под ред.Г. – Й.Хунгера; пер. с нем. – М.:Металлургия, 1985.
- 3 Пикеринг Ф.Б.Физическое материаловедение и разработка сталей. – М.:Металлургия, 1982.
- 4 Михайлович, А.П., Сивкова, Т.А., Кадушников, Р.М., Сомина, С.В. Металлографический анализ: история и перспективы развития. Мир измерений 2(156) 2014 Стр.3-9.
- 5 Толстихина, А.Л.; Сорокина К.Л.; Белугина Н.В.; Гайнутдинов, Р.В. Что видит атомно-силовой микроскоп? Ежемесячный естественнонаучный журнал Российской Академии Наук Природа №1(1181) январь 2014 Стр.62-72.

## О проблемах метрологического образования

**Баева Л. С., Пашеева Т. Ю.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра Технологии металлов и судоремонта)

**Аннотация.** Для обеспечения научно-технического прогресса метрология должна опережать в своем развитии другие области науки и техники, ибо для каждой из них точные измерения являются одним из основных путей их совершенствования. Развитие фундаментальной науки невозможно без проведения широких и глубоких исследований в области метрологии.

**Annotation.** To provide the development of the technical progress metrology should be on first positions in the world of science and technique because accurate dimensions is one of the way of their improvement. The development of fundamental science is impossible we thong wide and deep research in the field of metrology.

**Ключевые слова:** метрология, измерение, наука, исследование, обучение.

**Key words:** metrology, measuring, science, research, teaching.

*Современный мир насыщен  
измерениями; знания, не  
имеющие количественного  
выражения, теряют ценность.  
Поль Валери*

Метрология имеет большое значение для прогресса естественных и технических наук, так как повышение точности измерений – одно из средств совершенствования путей познания природы человеком, открытий и практического применения точных знаний.

Метрология лежит в основе специальных инженерных знаний и оказывает значительное влияние на качество подготовки будущего специалиста, которому нужно знать тысячи новых вещей – теоретическую физику, математическую обработку результатов измерений, теорию нечетких множеств и т.д.

Метрология у нас сегодня позиционируется двояко: и как наука, и как практическая деятельность. Тем не менее, на уровне производственных объединений научные и практические функции так переплетаются, что обсуждая, какие требования предъявлять к вузам в отношении подготовки по

специальности «Метрология», нужно, в первую очередь, иметь самые общие принципы. Они связаны, во-первых, с обеспечением возможности выпускникам работать по специальности, т.е. по метрологическому обеспечению продукции производства: выполнять измерения, контролировать параметры, обслуживать измерительную технику, реализовывать предложения специалистов-метрологов более высокого уровня по совершенствованию метрологических процессов, оформлять техническую документацию, заниматься контролем качества выполнения измерений, эксплуатировать средства измерений и т.д. [1].

Основное понятие метрологии – измерение. Значимость измерений выражается в трех аспектах: философском, научном, техническом. Философский аспект состоит в том, что измерения являются важнейшим универсальным методом познания физических явлений и процессов. Научный аспект состоит в том, что с их помощью в науке осуществляется связь теории и практики. Без измерений невозможна проверка научных гипотез и соответственно развитие науки. Измерения обеспечивают получение количественной информации об объекте управления или контроля, без которой невозможно точное воспроизведение всех заданных условий технического процесса, обеспечение высокого качества изделий и эффективного управления объектом. Все это составляет технический аспект измерений.

Следует отметить, что «Метрология» является одной из важнейших научных дисциплин, присутствующих практически во всех учебных планах технических и экономических специальностей. В науке должна существовать система, позволяющая представителям различных наук, например физики, химии, биологии, медицины, геологии и т.д., разговаривать на одном языке и понимать друг друга. Средствами достижения этого результата являются составные части метрологии: системы единиц, эталоны, стандартные образцы, справочные данные, терминология, теория погрешностей, система стандартов. Как обеспечить учебный процесс современной инструментальной базой и создать условия для практического взаимодействия образовательных учреждений и предприятий с точки зрения будущего трудоустройства выпускников?

Подготовка метрологов должна вестись на приборостроительных кафедрах – кафедрах, которые не отрывают обучение от измерительной техники. Чисто теоретическая подготовка не даст никакого результата, т.к. сегодняшний метролог обязан очень хорошо знать измерительную технику, которая сейчас совершенно меняет свое лицо [1].

В нынешних экономических условиях обособление подготовки специалистов по метрологии от всего остального имеет некоторую слабинку. Действительно, сегодняшний Федеральный государственный образовательный стандарт подготовки бакалавров и магистров не удовлетворяет современным требованиям, особенно в части бакалавров. Так подготовить метролога невозможно. Однако этот «полуфабрикат» под названием бакалавр должен будет трудиться, и надо, чтобы он что-то умел. При этом он не знает ни продукции, ни материалов, ни процессов производства продукции, ни организационных основ размещения этих процессов на производстве. А знает что-то по менеджменту, что-то по философии, что-то из области культуры, что-то в политике и немножко знаком с основами метрологии, стандартизации и сертификации. Все! Кто он? Метролог? Или стандартизатор? Или управленец по качеству? Ни то, ни другое, ни третье [1].

Раньше, в годы Советского Союза, существовали учебно-научные центры, в которые входили вузы и колледжи, техникумы. В настоящее время необходимо развивать данное направление. Без практической базы и без научно-исследовательских институтов с их эталонной и с их исследовательской базой и предприятий с их метрологической базой подготовка метрологов бессмысленна [1].

Умение проводить научные исследования становится необходимостью, так как часто лишь с их помощью удаётся учесть особенности конкретных условий производства и выявить резервы повышения его эффективности. Подготовка будущих специалистов должна в этой связи включать не только изучение основ метрологии, но и методологии проведения научно-исследовательских работ. Знание физики процесса в совокупности с научно-обоснованным и грамотно поставленным экспериментом позволяют исследователю иметь чёткое представление о сущности протекающих в рассматриваемой системе процессов, выявлять факторы и условия, влияющие на их ход, определять направление движения к оптимальным структуре, конструктивным и режимным параметрам технологических процессов и оборудования. Проблемы метрологического образования необходимо рассматривать на основе комплексного определения роли и места метрологии в образовательном процессе.

Кафедра «Технология металлов и судоремонта» Мурманского государственного технического университета существует 64 года. На протяжении этого времени кафедра проводила обучение по дисциплине

«Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения», в настоящее время выполняется полный комплекс учебного процесса по дисциплинам: «Метрология, стандартизация и сертификация», «Управление качеством и основы стандартизации и сертификации». Обучение направлено на широкий круг специалистов, которым предстоит работать с конкретными измерительными приборами в различных областях деятельности от торговли до контроля качества выполнения технологических процессов и измерений в экологии. «Метрология, стандартизация и сертификация» – серьезнейшая дисциплина, которая требует определенного уровня материального обеспечения учебного процесса, т.е. приборной базы значительно выше той, которой наша кафедра располагает в настоящее время. В лабораториях нашей кафедры физически и морально изношенное оборудование. Практически все приборы установлены еще в советские годы. Назрела острая необходимость оснащения кафедры современным измерительным оборудованием. На базе кафедры необходимо создать учебный практический центр, наладить тесное сотрудничество с ведущими промышленными предприятиями Мурманска и Мурманской области по вопросам метрологии, стандартизации и сертификации.

#### Литература

1. Проблемы метрологического образования в России : материалы круглого стола // Мир измерений. – 2014. – 2 (156) . – С. 00-22.

## **Система качества подготовки профессионально компетентных специалистов для рыбопромыслового флота**

**Баева Л. С., Радионовская Т. И.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологии металлов и судоремонта*)

**Аннотация.** В статье рассматриваются перспективные планы развития рыбной промышленности и подготовки кадрового потенциала. Выполнение стандартов морского образования реализуется в соответствии с международными стандартами. Применение системы менеджмента качества при подготовке высококвалифицированных кадров для судостроительной и судоремонтной отрасли показано на примере кафедры технологии металлов и судоремонта Морской академии ФГБОУ ВПО «МГТУ».

**Abstract.** The article deals with the long-term plans of the development of the fishing industry and the training of human resources. The standards of maritime education is implemented in accordance with international standards. The application of the system of management of quality in training highly-qualified specialists for the shipbuilding and ship repair industry is shown by the example of Department metal technology and ship repair DEPARTMENT of the Naval Academy.

**Ключевые слова:** профессиональные специалисты, бакалавры, промышленное рыболовство, морская доктрина, стандарты, качество, мониторинг, потребители.

**Key words:** professional specialists, bachelors, industrial fishing, maritime doctrine, standards, quality, monitoring, users.

В выступлениях президента Российской Федерации Путина В.В. уделяется большое внимание подготовке инженерно – технических специалистов для промышленности. В содержании национальной морской политики до 2020 года говорится о том, что РФ является одним из ведущих рыбопромышленных государств мира. Рыбное хозяйство играет значительную роль в продовольственном комплексе страны, и является одним из источников занятости населения в большинстве приморских регионов. [1]

В перспективных планах развития морской деятельности РФ на период до 2030 года ставятся следующие задачи в области промышленного рыболовства: восстановление и сохранение ресурсно-сырьевой базы, строительство и модернизация судов рыбопромыслового флота на отечественных судостроительных и судоремонтных предприятиях; развитие инфраструктуры терминалов морских портов, предназначенных для комплексного обслуживания судов рыбопромыслового флота. [2]

Кадровое обеспечение всех видов морской деятельности имеет первостепенное значение, и предусматривает: создание условий для сохранения и привлечения квалифицированных кадров в плавсостав и сферу управления морской деятельностью; сохранение и развитие структуры образования со специализацией на все виды морской деятельности. [1]

О недостатке кадров говорят руководители флотов рыбной отрасли Мурманска и Мурманской области. Количество выпускаемых специалистов намного меньше спроса на профессиональных специалистов. Выпускники Морской академии ФГБОУ ВПО «МГТУ» 100% трудоустроены.

На кафедре Технологии металлов и судоремонта Мурманского Государственного Технического Университета проводится подготовка профессионально компетентных дипломированных специалистов для флота рыбной промышленности. Подготовка кадров рыбопромыслового флота ведется в соответствии с требованиями: Международной конвенции, ПДМНВ-78, Положению о дипломировании членов экипажей морских судов, утвержденного приказом Минтранса России от 15 марта 2012 за №62, и Международному стандарту серии ИСО 9001:2008. [3]

Для осуществления Политики ФГБОУ ВПО «МГТУ» в области качества подготовки специалистов, реализуя программы образовательных стандартов высшего профессионального образования, применяются соответствующие методы мониторинга и, измерения процессов системы менеджмента качества.[4] Согласно с разработанными в ФГБОУ ВПО

«МГТУ» Руководством по Процедурами и Руководством по качеству, подготовка специалистов и бакалавров ведется ориентируясь на потребителя. «Положение о потребителях» (Стандарт организации) в основном определило направление мониторинга оценки профессиональной подготовки. На кафедре ежегодно проводится анкетирование: 1) удовлетворенность работой; 2) выпускников ФГБОУ ВПО «МГТУ» по оценке основной образовательной программы; 3) выпускников среднего образовательного учреждения; 4) оценке качества преподавания.

Мониторинг показывает, что степень теоретической и специальной профессиональной подготовки выпускники оценивают на «хорошо» и «отлично» (Рис. 1).

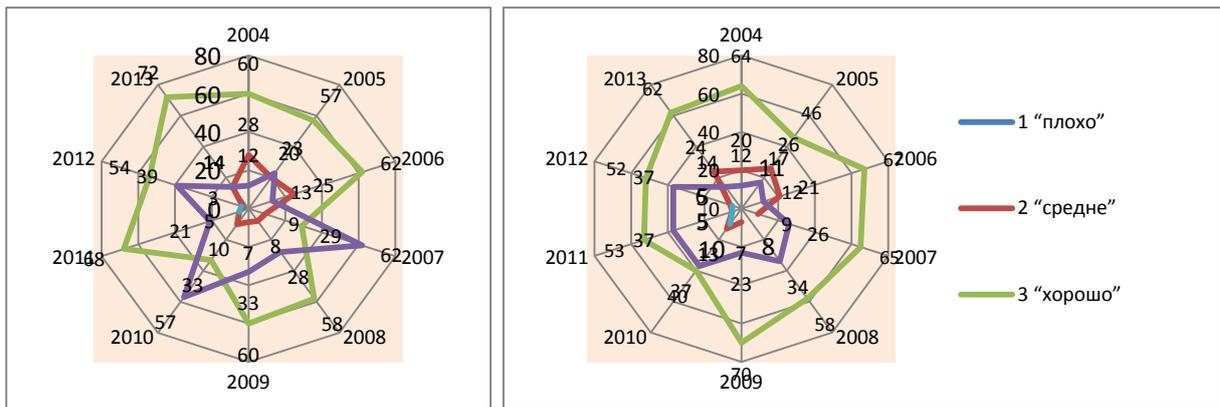


Рис. 1 Уровень теоретической и специальной профессиональной подготовки

Профессиональная подготовка включает изучение дисциплин специализации, начальной подготовки, тренажерной подготовки и прохождение практик.

О высоком качестве образования свидетельствует тот факт, что ФГБОУ ВПО «МГТУ» вошёл в число победителей крупномасштабного проекта "Лучшие программы инновационной России", реализуемого журналом "Аккредитация в образовании" совместно с гильдией экспертов профессионального образования и Национальным центром общественно-профессиональной аккредитации. По итогам широкого экспертного опроса, проведённого в рамках проекта, программы "Судовые и энергетические

установки", "Судовождение", "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики", "Кораблестроение, океанотехника и системотехника морской инфраструктуры", по которым ведётся обучение в вузе, признаны одними из лучших в России. [3]

В проекте Морской доктрины РФ до 2030 года в сфере морского рыбного хозяйства указано, что в целях эффективного освоения морских биологических ресурсов осуществляется системный перевод рыбохозяйственного комплекса в режим инновационного развития – с широкомасштабной модернизацией и техническим перевооружением предприятий отрасли, обновлением рыбопромыслового флота, созданием научно-производственной базы, формированием её кадрового потенциала. Для этого в области морского рыбного хозяйства решаются следующие долгосрочные задачи: систематическое обновление и техническое переоснащение добывающих мощностей; строительство новых, а также модернизация существующих рыбообрабатывающих и холодильных мощностей; создание условий для преимущественного размещения заказов на строительство рыбопромысловых судов на российских верфях; комплексного обслуживания судов рыбопромыслового флота во всех районах промысла. [2]

Кафедра «Технологии металлов и судоремонта» становится базовой площадкой для подготовки высококвалифицированных кадров для судостроительной и судоремонтной отрасли в нашем регионе.

На кафедре в 2012 году было открыто новое направление подготовки бакалавров 180100.62 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника морской инфраструктуры».

Составление основной образовательной программы подготовки бакалавров обеспечено в соответствии с Нормативно-методическими документами Министерства образования и науки РФ. Подготовка бакалавров также ведется в соответствии с Международным стандартом серии ИСО 9001:2008.

Дисциплины специализаций предусматривают подготовку будущих инженеров, которые способны заниматься проектной, производственно-технологической, конструкторской, организационно-управленческой, научно-исследовательской, а также сервисно – эксплуатационной деятельностью.

Для улучшения качества подготовки студентов направления 180100.62 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника морской инфраструктуры» за период обучения все виды практики запланированы на судоремонтных заводах «Нерпа» и филиале «35 СРЗ» ОАО «ЦС «Звездочка».

Основная задача практик – приобретение студентами навыков самостоятельной работы на металлорежущих станках, сварочном и слесарном оборудовании, а также для использования накопленного опыта при прохождении производственных практик в условиях судоремонтного и судостроительного производства на последующих курсах обучения.

Практическое выполнение производственных работ способствует формированию профессиональных компетенций: умение обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии с учётом экологических последствий их применения. Студенты осваивают навыки использования правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда. Будущие судоремонтники приобретают способность анализировать технологический процесс как объект управления; они готовы к кооперации с коллегами и работе в коллективе; к организации работы малых коллективов исполнителей. У студентов формируется готовность участвовать в разработке технологических процессов эксплуатационного, технического обслуживания, реновации и ремонта судов и средств океанотехники, энергетических установок, корпусных конструкций, энергетического и функционального оборудования, общесудовых устройств и систем, систем объектов морской инфраструктуры с использованием типовых методик расчётов.

Объектами профессиональной деятельности будущих инженеров являются суда и средства морского и рыболовного флотов, средства океанотехники, энергетические комплексы, машины, механизмы и оборудование, искусственные информационно – сопряжённые системы морской инфраструктуры различного назначения, а также технологические процессы их проектирования и конструирования, постройки, изготовления и монтажа, испытаний, технического обслуживания, реновации и ремонта. Поэтому подготовка кадров для судоремонтных предприятий требует высокого уровня качества образования.

Выполнение стандартов морского образования реализуется на кафедре квалифицированным профессорско-преподавательским составом, использованием мощной материально-технической базы, учебно-методического и информационного обеспечения.

В настоящее время государство создает условия для того, чтобы потребители принимали участие в контроле качества образовательных услуг. Объективность и ценность информации в оценке качества возрастает.[5] Участие представителей работодателей в оценке содержания, организации и качества учебного процесса заключается в практическом обучении студентов на реальных рабочих местах при прохождении практики и проведении научно-исследовательской работы. Представители работодателей проводят учебные занятия для студентов кафедры, в том числе лекционных курсов, семинаров, лабораторных работ, мастер-классов, практикумов и др.; участвуют в итоговой государственной аттестации выпускников; трудоустройстве выпускников; в процедуре проведения самообследования качества.

Высокий уровень организации образовательного процесса в Морской академии признан соответствующими требованиям Национального ФГОС ВПО и Международных конвенций, что подтвердили результаты проверки ФГБОУ ВПО «МГТУ» в ноябре 2012 г. и мае 2013 г. сертифицирующей

организации Русский Регистр. По результатам проверки выдан «Сертификат соответствия системы менеджмента качества».

#### Литература

1. Морская Доктрина Российской Федерации до 2020 года, Утверждена Президентом Российской Федерации 27.07.01 г. № Пр-1387 (Сб. документов, МО Российской Федерации и ВМФ, Изд. ГУНИО МО Российской Федерации, Санкт-Петербург, 2002).
2. Стратегия развития морской деятельности Российской Федерации на период до 2030 года (08.12.2010 Пр. № 4)/ Официальные документы Морской коллегии при правительстве РФ. Морское информационное агентство.
3. Международный стандарт. ИСО 9001. Издание 15.11.2008 Системы менеджмента качества. Требования. Перевод ассоциации по сертификации «Русский регистр».
4. Мониторинг образовательной деятельности ВУЗа: грани проблемы. Гринкруг Л.С., Фишман Б.Е., Мусовской И.В. / Фундаментальные исследования/ №10, 2007.

## **Применение газопламенного напыления для защиты металлической поверхности корпусов турбин, подвергающегося коррозионно-эрозионному износу**

**Баева Л. С., Родиков Д. Н.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологии металлов и судоремонта).

**Аннотация.** В статье рассматривается актуальная задача адаптации и применения технологий восстановления и защиты основного материала агрегатов морских судов с помощью нанесения специальных покрытий методом газопламенного напыления.

**Abstract.** In article the actual problem of adaptation and application of technologies of restoration and protection of the basic material of units of sea-crafts by means of drawing of special coverings by a method of a gas-flame dusting is considered.

**Ключевые слова:** Технология восстановления, паровая турбина, дефект, коррозионно-эрозионный износ, надежность, диффузионный процесс, безопасная эксплуатация, защитные покрытия, метод газопламенного напыления.

**Key words:** Technology of restoration, the steam turbine, defect, korrozionno-erosive deterioration, reliability, diffusion, safe operation, sheetings, method of a gas-flame dusting.

При эксплуатации паротурбинных установок происходит воздействие на металл поверхности внутренних полостей корпусов высокоскоростного потока пара, а при некоторых условиях эксплуатации или на отдельных ступенях происходит воздействие паро-водяной смеси, приводящее к образованию дефектов в виде эрозионных размывов. Через размывы участки в основном металле происходят не участвующие в работе перетоки пара, что увеличивает общий расход пара через установку, снижает экономичность проточной части и, как следствие, приводит к снижению КПД, и сокращению срока безопасной эксплуатации энергетического оборудования.

Необходимость устранения эрозионного износа внутренней поверхности корпуса не позволяет длительно, без вскрытия проточной части, эксплуатировать турбоагрегат. Изношенные поверхности требуют серьезного ремонта с восстановлением геометрических размеров и формы изделия. Как правило, выполняется подготовка поверхности, заключающаяся в зачистке участков коррозионно-эрозионного износа, наплавка с последующей механической и, при необходимости, термической обработкой наплавленного металла.

Для изготовления корпусов турбин исходя из условий их работы ( $T=300\div 600$  °С,  $P=25\div 40$  МПа) широко применяются теплоустойчивые

перлитные стали, такие как например 15X1M1ФЛ. Ремонт с применением сварки деталей изготовленных из этих сталей предполагает ряд трудностей, часть из которых полностью не решаема на стадии разработки технологии наплавки и обработки.

В условиях длительной эксплуатации при температурах 300÷600 °С возможно развитие диффузионных процессов между основным металлом и металлом восстанавливающей наплавки. В первую очередь, это относится к углероду, обладающему высокой диффузионной подвижностью. Миграция углерода может наблюдаться даже при небольшом различии в легировании их карбидообразующими элементами. Образование в процессе эксплуатации обезуглероженной (ферритной) прослойки приводит к снижению прочности и пластичности основного металла, что только усиливает эрозионный износ под воздействием высокоскоростной рабочей среды. Образование размывов с увеличением срока эксплуатации и количеством проведенного ремонта будет носить растущий характер.

Комплексным решением проблем эрозионного износа металла и продления срока безопасной эксплуатации турбоагрегата является нанесение защитного, антиэрозионного покрытия на внутреннюю поверхность корпуса турбины. Анализ опыта зарубежных предприятий энергетической отрасли позволил выделить перспективы использования антиэрозионных покрытий нанесенных методом газопламенного напыления.

Учитывая положительные практики формирования защитных покрытий за рубежом, на ряде отечественных предприятий атомной отрасли была проведена работа по разработке опытных образцов защитных материалов, обладающих антикоррозионными и антиэрозионными свойствами, а также технологии их нанесения обеспечивающей качественное сцепление с основным материалом цилиндра турбины.

В ходе проделанной работы, были сформулированы следующие задачи, решение которых в комплексе обеспечивало достижение поставленных целей:

- формирование технических требований к свойствам покрытий;
- подбор материалов для формирования защитного покрытия, основные свойства которого, такие как химический состав, физико-механические свойства, технологичность, соответствовали заявленным целям;
- разработка технологии нанесения защитных материалов на внутреннюю поверхность агрегата, с учетом вышеуказанных условий.

Технические требования к свойствам защитных материалов были сформированы исходя, из условий эксплуатации металла с нанесенным покрытием и представляли следующее:

- высокое сопротивление коррозионному и эрозионному износу;
- значения коэффициента теплового расширения и теплопроводности, близкие к соответствующим значениям основного материала;
- адгезионная прочность сцепления с основным материалом должна составлять не менее  $25\text{Н/мм}^2$ ;
- когезионная прочность покрытия должна составлять не менее  $50\text{Н/мм}^2$ .
- твердость покрытия должна быть в пределах  $250\div 360\text{ HV}$ ;
- ударостойкость: покрытие должно выдерживать падение груза массой 5 кг с высоты 0,5 м без нарушения целостности.

Работа по подбору материалов проводилась параллельно с разработкой технологии по нанесению и исследованием полученного покрытия, поскольку методика нанесения и режимы оказывала существенное влияние на свойства полученного покрытия.

В ходе проведенной исследовательской и практической работы был подобран наиболее оптимальный состав материала и разработана технология его нанесения методом газопламенного напыления.

Нанесенное защитное покрытие состоит из двух слоев:

1 «Нихробонд-20» (Ni-80%, Cr-20%), толщиной 0,2 мм;

2 «Сфекорд-Аэрон» (Ni-18,4%, Cr-21%, Mo-3,1%, Al-2,8%, W-2,5%), толщиной от 0,5 до 2 мм.

Покрытие наносится на подготовленную поверхность с помощью специализированной установки. Материал для напыления в виде сформированных гибких шнуров подается в пистолет-распылитель. Материал начинает плавиться в среде горючих газов и распыляется сжатым воздухом на обрабатываемую поверхность.

Данная технология обладает рядом преимуществ, основными из которых являются:

- малогабаритный пистолет-распылитель, позволяющий выполнять работы в стесненных условиях;
- возможность локального восстановления покрытия;
- относительно низкая стоимость защитного покрытия.

Применение технологии нанесения защитного покрытия на внутреннюю поверхность цилиндров высокого давления турбоагрегатов АЭС было согласовано с ОАО ВНИИАЭС и ОАО «Турбоатом» (г. Харьков, Украина). В период с 2007 по 2013 год защитное покрытие было нанесено на все турбоагрегаты Кольской АЭС. Накопленный положительный опыт эксплуатации турбоагрегатов с нанесенным покрытием позволил продолжить работы по распространению данной практики не только на турбоагрегаты других АЭС, но и на вспомогательное теплообменное и насосное оборудование, подвергающееся эрозионному и коррозионному износу.

Особого внимания, с точки зрения продления срока безопасной эксплуатации, заслуживает оборудование, выпуск которого прекращен. Как правило, предприятия, которые выпускали его или уже не существуют, или находятся настолько в упадническом состоянии, что не способны в кратчайший срок поставить новое оборудование, соответствующее современным требованиям, взамен старого. Подобная ситуация наблюдается сегодня и в такой серьезной отрасли как эксплуатация морского, атомного флота.

В сложившейся ситуации актуальной становится задача адаптации и применения технологий восстановления и защиты основного материала агрегатов морских судов с помощью нанесения специальных покрытий методом газопламенного напыления.

#### Литература

1. Турбина паровая. Нанесение защитного покрытия методом газопламенного напыления на внутреннюю поверхность ЦВД. Технологическая инструкция. ОАО Атомэнергоремонт, 2009 г.
- 1 Абрашин А. В. Сварка специальных сталей и сплавов. – Брянск: Издательство БГТУ, 2005г.
- Смоленский А. Н. Конструкция и расчет деталей паровых турбин. – 1964.

## Системный подход к продлению ресурса морского подводного флота

**Баева Л. С., Ясковец Н. Э., Пронина Т. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологии металлов и судоремонта)

**Аннотация.** В статье рассматривается оценка технического состояния корпусов судов флота. Это можно осуществлять по программе обновление технического состояния корпусных конструкций судна и корпуса судна, как это применяется к гражданским морским судам, то есть освидетельствование на SS1 и SS2.

**Abstract.** In article the estimation of a technical condition of cases of courts of fleet is considered. It is possible to carry out updating of a technical condition of case designs of a vessel and the vessel case as it is applied to civil sea-crafts, that is survey on SS1 and SS2 under the program.

**Ключевые слова:** российский военно-морской флот, морская коллегия, подводная лодка, морская доктрина, надежность работы оборудования, электродвигатель, качество, дефектация, ресурс, эксплуатация, освидетельствование.

**Keywords.** the Russian navy fleet, sea board, submarine, the sea doctrine, reliability of work of the equipment, the electric motor, quality, fault detection, resource, operation, survey.

Выполнение текущей Государственной программы развития вооружений связано с колоссальными затратами – до 2020 года будет освоено около 20 триллионов рублей. Однако даже при таком финансировании возникает масса вопросов, касающихся распределения денег. В частности, на первое место выходит проблема финансирования строительства новых подводных лодок для российского военно-морского флота.

По существующим планам в ближайшие годы флот должен получить восемь стратегических субмарин типа «Борей», пять из которых будут построены в соответствии модернизированным вариантом проекта 955А. Так же промышленность поставит семь многоцелевых подводных лодок типа «Ясень».

К настоящему времени лишь несколько из полутора десятков субмарин приняты в эксплуатацию и вошли в состав флота.

Таким образом, становится очевидным тот факт, что строительство подводных лодок затягивается, и обходится стране в огромные суммы. При этом, стоимость субмарин оказывается значительно выше запланированной. Регулярные проблемы, требующие дополнительных расходов, могут привести к значительному удорожанию всей программы строительства стратегических и многоцелевых подводных лодок.

Как сообщают средства массовой информации, руководство Минфина вновь начало выступать с предложением о пересмотре финансирования Государственной программы перевооружения стратегических сил РФ. Так, предлагается немного сократить ассигнования на некоторые долгосрочные проекты и сэкономить деньги за счет увеличения сроков их реализации.

В данных условия резко возникает вопрос сохранения количественного состава флота. Каким образом можно выполнить поставленные задачи по стратегии развития флота. Ни для кого не секрет, что срок службы находящихся в строю подводных лодок в большинстве случаев перевалил за 20 лет. Учитывая тот факт, что основная часть из них так и не проходила средний ремонт, возникает серьезная проблема о дальнейшем их эксплуатации. Старые подводные лодки требуют замены, а новые строятся очень медленно. Решение данной проблемы возможно за счет увеличения срока эксплуатации подводных лодок, т.е. рассмотреть вопросы о продлении ресурса морского подводного флота и не только его, но и надводного. Так как по техническим корпусным характеристикам данные конструкции имеют достаточный запас прочности. Для этого надо провести оценку технического состояния корпусов судов флота. Это можно осуществлять по программе обновление технического состояния корпусных конструкций судна и корпуса судна, как это применяется к гражданским морским судам, т. е. освидетельствование на SS1 и SS2.

Отечественные подводные лодки рассчитаны на 25 летний срок службы. В сравнении с ними, американские лодки изначально были рассчитаны на 30 летний срок службы, а в 1995 году была запущена программа по увеличению сроков эксплуатации до 42-44 лет. Предполагается, что срок эксплуатации отечественных лодок можно увеличить до 33-35 лет. Это может быть достигнуто путем замены части оборудования, наработка которого и срок эксплуатации уже превысил допустимые нормы, (а так же замены оборудования обладающего низкой надежностью) и продлением сроков эксплуатации оборудования, которое использовалось редко и не отработало свой ресурс.

Необходимо отметить, что в настоящее время, данный подход уже используется в какой-то мере. К сожалению, данный процесс не имеет системного подхода, и не редко продлевается ресурс оборудования находящегося на грани исправности. В результате чего оборудование выходит из строя сразу после официального продления ресурса. Данная проблема решаема путем ввода системного подхода к данному методу продления

ресурса путем анализа статистических данных, качественной дефектации и проведения работ в заводских условиях.

В качестве источников электроэнергии на подводных лодках используются: аккумуляторная батарея, турбогенераторы, дизель-генераторы, и ряд преобразователей. Несмотря на небольшой назначенный ресурс и срок службы, как показывает практика, даже на лодках прослуживших более 20 лет, данные дизеля имеют наработку не более половины от назначенной. Таким образом, можно продлить срок службы дизелей еще на 10 лет. А в связи с тем, что их работа не связана с работой вращающихся частей и угольной пылью (присущей электромашинным преобразователям), то возможно продление срока службы таких преобразователей на 10-15 лет. В целом, наработка преобразователей (являющихся источниками тока в сетях различного назначения) составляет от трети до половины от назначенного ресурса. Поэтому, для продления срока эксплуатации этих машин, кроме качественной промывки, возможно, потребуется замена подшипников.

Работа электродвигателей насосов паропроизводящего и паротурбинного блоков связана с повышенными требованиями к их надежности. Так же необходимо отметить, что большинство из них работают в условиях повышенной влажности, что негативно сказывается на их техническом состоянии. В целом наработка электродвигателей всевозможных пусковых насосов очень мала. Нужно отметить, что помимо уже упомянутых негативных факторов, на их техническое состояние так же влияет образование угольной пыли от работы щеточно-коллекторного аппарата, что в условиях повышенной влажности еще сильнее ухудшает их техническое состояние. Из этого следует, что в большинстве случаев возможно продление срока службы на десять лет, для чего может потребоваться только замена подшипников на ряде из них.

Электродвигатели устройств общекорабельных систем условно можно разделить на 2 группы: электродвигатели вентиляторов и электродвигатели насосов и компрессоров. Что касается электродвигателей вентиляторов, то тут можно отметить, что в большинстве случаев наработка составляет менее трети от назначенного ресурса. И лишь в нескольких случаях наработка приближается к назначенному ресурсу. Исходя из важности каждого из этих вентиляторов (имеющих наработку соразмерную с назначенным ресурсом) можно принять решение о капитальном ремонте электродвигателей или о его замене.

Так же необходимо особое внимание уделить автоматической пусковой аппаратуре. Во многих случаях и назначенный срок службы, и назначенный

ресурс пускателя меньше чем у самого агрегата. В целом же можно заключить, что продление срока эксплуатации электро-энергетической системы возможно при минимальных затратах на ремонт.

Авторы попытались обозначить, что к решению вопроса надёжности и продления ресурса необходимо применить системный подход.

#### Литература

- 2 Морская доктрина Российской Федерации [Электронный ресурс] :утв. Президентом Рос. Федерации 27.07.2001. – Режим доступа: <http://www.iss-atom.ru/doktrins/doktr03.htm>. – Загл. с экрана.
- 2 Особенности многоцелевых атомных подводных лодок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rpf.ru/txt/04/04/20-010001b.html>. – Загл. с экрана.
- 3 Флот рыбной промышленности [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://www.npacific.ru/np/history/promyshl/hist\\_rur/fleetr.htm](http://www.npacific.ru/np/history/promyshl/hist_rur/fleetr.htm). – Загл. с экрана.
- 4 Стратегия развития морской деятельности Российской Федерации на период до 2030 года (08.12.2010 Пр. № 4) / Официальные документы Морской коллегии при правительстве РФ. Морское информационное агентство.

## Экспертиза в области контроля качества

**Бегунов А. С., Баева Л. С.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологии металлов и судоремонта)

**Аннотация.** В связи с развитием технологий есть потребность в их обслуживании путем контроля качества в соответствии с их заданными параметрами. В статье рассматриваются методы контроля и оборудование, позволяющие обеспечить проведение данных операций с высокой точностью, что дает более полные данные для вынесения результата о возможности дальнейшей эксплуатации контролируемого оборудования и его элементов.

**Abstract.** In connection with development of technologies there is a requirement for their service by quality assurance according to their set parameters. In article a quality monitoring and the equipment are considered, allowing to provide carrying out of the given operations with a split-hair accuracy that gives fuller data for result removal about possibility of the further operation of the controllable equipment and its elements.

**Ключевые слова:** методы контроля, качество, оборудование, дефект, разрушающий контроль, неразрушающий контроль, методы дефектоскопии.

**Key words:** quality monitoring, quality, the equipment, the defect destroying the control, not destroying control, methods defekto-skopii.

Одним из важных значений в современном мире для человека является развитие технологий и техники.

Техника (от др.- греч. – искусство, мастерство, умение) – это общее название различных приспособлений, механизмов и устройств, не существующих в природе и изготавливаемых человеком для осуществления процессов производства и обслуживания непроизводственных потребностей общества.

Технология – в широком смысле, совокупность методов, процессов и материалов, используемых в какой-либо отрасли деятельности, а также научное описание способов технического производства; в узком – комплекс организационных мер, операций и приемов, направленных на изготовление, обслуживание, ремонт и/или эксплуатацию изделия с номинальным качеством и оптимальными затратами, и обусловленных текущим уровнем развития науки, техники и общества в целом.

В мире большинство объектов техники состоят из сталей, в нашем случае это объекты судостроения, к примеру, корпуса судна, различные металлоконструкции, баллоны и сосуды, котельные агрегаты, трубопроводы и

т. д., которые в свою очередь требуют за собой уход и обслуживание в течение всего срока службы.

Для многих таких объектов обязательным является периодическое обслуживание, а именно контроль качества объектов контроля (ОК).

В определении Международной организации стандартизации термин «качество» – это совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности.

Множество деталей техники изготавливаются из различных материалов, которые имеют свои запасы прочности и рассчитаны на определенный срок службы, но каждая техника, оборудование работает под разными рабочими нагрузками, а также климатическими условиями по этому у каждого оборудования по разному выходит срок службы. В следствии этого по каждому объекту контроля выносится отдельный результат, путем экспертизы.

Экспертиза (от лат.- опытный, сведущий) – исследование, проводимое лицом, сведущим в науке, технике, искусстве или ремесле, привлечённым по поручению заинтересованных лиц, в целях ответа на вопросы, требующие специальных познаний.

Экспертиза в промышленности проводится для того чтобы продлить срок службы ОК. Для этого проводится целый ряд операций: разрушающий контроль, неразрушающий контроль, испытание.

В неразрушающий контроль входит множество методов и способов его реализации.

Основным является такой метод, как ультразвуковой контроль.

Ультразвук (УЗ) – это упругие механические колебания частотой свыше 20 кГц, проходящие сквозь материал.

В основном его используют для определения остаточной толщины элементов ОК, а так же для выявления дефектов в сварном соединении и в структуре основного металла на выявление трещин, несплошностей, однородности и т. д.

УЗ дефектоскопия имеет много способов для контроля материала. Она разделяется как на методы ультразвукового явления, так и на способы и применяемое оборудование производящее контроль.

Применяются такие методы УЗК как: теневой, зеркально-теневой, эхо метод, эхо-импульсный.

Каждый метод служит для определенного случая и для различных ОК. Поскольку, одним методом невозможно произвести контроль абсолютно для

любого ОК из-за его конструкционных особенностей, а также из-за необходимости выявления нужного результата (определения факта о наличии дефекта и геометрических размеров, и определение на соответствие основного материала требованиям ГОСТ и паспортным данным) для этого и используют разные методы и технические устройства контроля.

В техническое устройство входит как сам прибор, так и его комплектующие. К ним относятся пьезоэлектрический преобразователь, выбор которого зависит от выбранного метода и от доступности элемента контролируемого объекта. Они бывают прямого и наклонного контактного действия, а также бесконтактного и с различными способами подключения.

В качестве прибора выступают: портативные толщиномеры, дефектоскопы (различных модификаций), приборы визуального измерительного контроля (металлическая линейка, штангельциркуль, щуп, лупа), акустико-эмиссионные аппараты; рентгеновские аппараты.

Методы УЗК:

1. При теневом методе контроля о наличии дефекта судят по уменьшению амплитуды УЗ-колебаний, прошедших от излучателя к приемнику. Теневой метод можно применять только при двустороннем доступе к изделию. Недостатками метода являются сложность ориентации ПЭП относительно центральных лучей диаграммы направленности, невозможность точной оценки координат дефектов и более низкая чувствительность. К преимуществам следует отнести низкую зависимость амплитуды сигнала от ориентации дефекта, высокую помехоустойчивость и отсутствие мертвой зоны.

2. При зеркально-теневом методе признаком обнаружения дефекта служит ослабление амплитуды сигнала, отраженного от противоположной поверхности изделия. Дополнительным преимуществом этого метода по сравнению с теневым являются односторонний доступ и более уверенное обнаружение дефектов, расположенных в корне шва.

3. Эхо-метод основан на регистрации эхо-сигнала, отраженного от дефекта. Кроме преимущества одностороннего доступа он также имеет наибольшую чувствительность к выявлению внутренних дефектов, высокую точность определения координат дефектов. К недостаткам метода следует относить низкую помехоустойчивость к наружным отражателям, резкую зависимость амплитуды сигнала от ориентации дефекта. Этим методом контролируют около 90 % всех сварных соединений толщиной 4 мм и более.

4. Современный эхо-метод УЗД основан на излучении в контролируемое изделие коротких импульсов упругих колебаний (длительностью 0,5 – 10 мксек) и регистрации интенсивности (амплитуды) и времени прихода эхо-сигналов, отраженных от дефектов отражателей.

Помимо вышеперечисленного есть магнитопорошковая и капиллярная дефектоскопия, которая помогает специалисту производящему контроль визуально определить дефект как на поверхности, так и в самом материале без применения высокотехнологичных приборов.

Группа методов контроль с разрушением, является одной из первых и является не основным методом, поскольку для этих методов не требовалось высоких технологий и высокочувствительных инструментов, и он может дать только один ответ, «да, либо нет», выдержит или не выдержит материал определенной нагрузки, вызывает повреждение или полное разрушение объекта испытаний. Для таких методов необходим материал исследуемого объекта, путём взятия пробы (небольшой кусок или стружка), для определения физико-химических свойств материала, поэтому контроль – разрушающий, применяется на испытании канатов, тросов и т. д.

В экспертизе используют и радиографический контроль, он является одним из наиболее информативных методов дефектоскопии и широко применяется для контроля опасных производственных объектов, но при этом, является очень трудозатратным способом и опасным для человека.

Испытания в экспертизе проводятся с разрушающим и неразрушающим характером.

Испытания материалов (ИМ), определение технологических и эксплуатационных свойств материалов, главным образом с помощью машин и приборов. ИМ производятся для самых разнообразных целей: определения свойств сырья, контроля качества полуфабрикатов на промежуточных этапах и процессах производства, проверки готовой продукции, научных исследований и др. При ИМ применяются механические и физико-химические методы исследования свойств материалов.

К разрушающим видам испытания относятся такие как: растяжение, сжатие, скручивание, а также динамические и статические нагрузки, которым может подвергаться как отдельный элемент, так и оборудование в целом.

В неразрушающих методах испытании возможно дальнейшее использование объекта контроля. К примеру, для баллонов и сосудов применяется гидравлическое или пневматическое испытание (с применение

акустико-эмиссионного аппарата), для грузоподъемных механизмов статические и динамические испытания.

Все вышеперечисленные технические устройства и методы контроля при правильном использовании и настройке позволяют определять качество материала с высокой точностью.

#### Литература

- 1 ГОСТ 18353-79 – Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов.
- 2 Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под ред. В. В. Клюева. Т. 1: В 2 кн. Кн. 1 Ф. Р. Соснин. Визуальный и измерительный контроль. Кн. 2. Ф. Р. Соснин. Радиационный контроль. – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2008. – 560 с.: ил.
- 3 Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под ред. В. В. Клюева. Т. 3: Ультразвуковой контроль / И. Н. Ермолов, Ю. В. Ланге. – М. : Машиностроение, 2004. – 864 с.: ил.

## **Технический аудит судов на базе метода количественной термографии**

**Власов А. Б., Буев С. А** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра электрооборудования судов*)

**Аннотация.** В настоящее время на базе кафедры «Электрооборудование судов» Мурманского государственного технического университета выполняется научная работа «Разработка методики тепловизионной диагностики оборудования морских судов».

Основной задачей работы является повышение показателей надежности судового оборудования, уменьшение времени ремонта и простоя судна, уменьшение рисков наступления страховых случаев.

В феврале-марте 2013 года авторами проведён опрос экспертов рыболовецких компаний Северо-Запада России по вопросам надёжности оборудования морских судов. Анализируя методы существующей диагностики электрооборудования судов, исходя из своего практического опыта, большинство экспертов (около 80 %) ответили, что существующие методы их удовлетворяют частично, и считают необходимым внедрение новых оперативных методов.

Количественная инфракрасная термография представляет метод получения и анализа информации о пространственном и временном распределении температуры объектов путем бесконтактной регистрации оптического излучения в инфракрасном диапазоне и присвоения численных значений наблюдаемым особенностям инфракрасного изображения.

Эффективность метода заключается в дистанционном оперативном контроле технического состояния судового оборудования непосредственно под нагрузкой, на основе оценки тепловых полей электрических сетей, приборов, агрегатов, электродвигателей и т.п.

Разработанная нами система технического аудита судна состоит из нескольких взаимосвязанных блоков, таких как блок диагностики, блок анализа данных, блок принятия решений и блок статистики.

Обследование судна выполняется квалифицированным персоналом с использованием современных тепловизионных средств на базе метода количественной термографии.

Для оценки перспектив внедрения термографии на судах нами был проведен опрос экспертов рыболовных компаний, которым было предложено ответить на вопросы, связанные с внедрением метода тепловизионной

диагностики на судах рыбопромыслового флота. Результаты анализа полученных данных представлены на рис. 1.

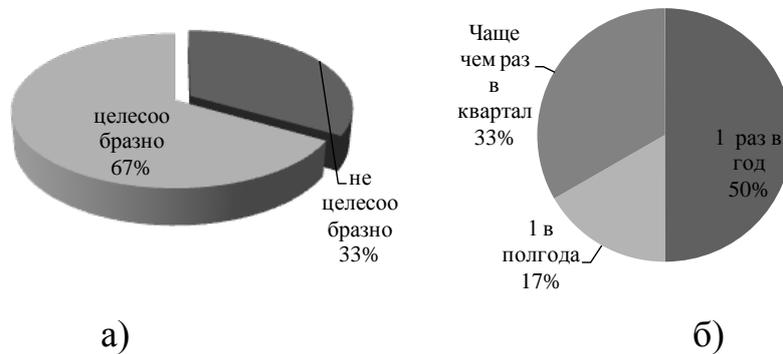


Рис. 1. Перспективы внедрения метода тепловизионной диагностики и периодичность термографии на судах

Видно (рис. 1, а), что более 67 % экспертов высказались в пользу внедрения тепловизионной диагностики на судах. При этом более половины экспертов (рис. 1, б) считают целесообразным проводить диагностику с использованием тепловизора раз в год, что согласуется со временем появления критических (аварийных) дефектов.

Следует заметить, что ряд экспертов, считающих внедрение данного метода нецелесообразным (33 %), тем не менее, ограниченно используют методы оптической пирометрии, применяя точечные пирометры.

Мы считаем, что использование метода количественной термографии целесообразно в процессе проведения предстрахового осмотра судна для оценки рисков страхования.

Применение методов количественной термографии позволяет уменьшить вероятность возникновения страховых случаев, подобный вывод подтверждается анализом ответов экспертов, представленным на рис. 2.

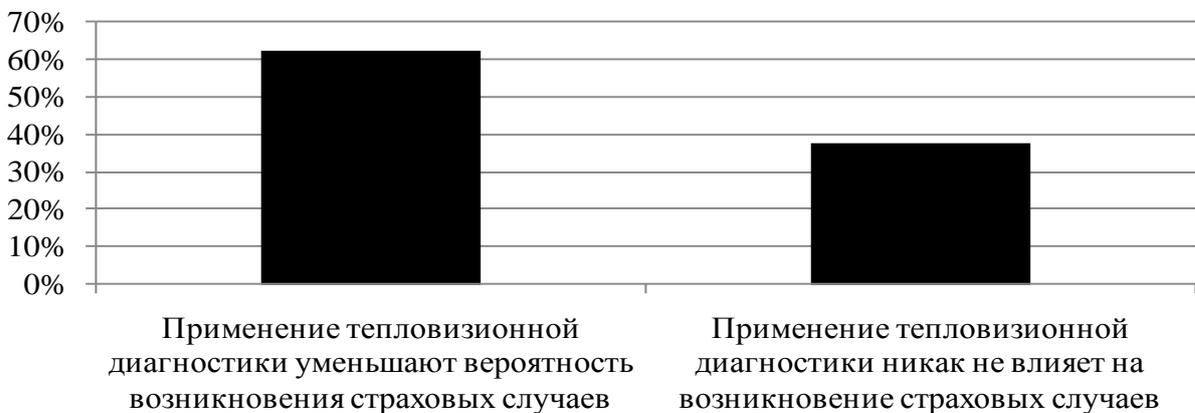


Рис. 2. Влияние тепловизионной диагностики на страховые риски

Более 60 % экспертов считают, что использование тепловизионной диагностики уменьшает вероятность возникновения страховых случаев. Отрицание влияния на страховые риски современных диагностических методов (35 %), по нашему мнению, частично связано с такими факторами, как недостаточная осведомленность, неразвитость аппаратных методов оценки рисков, затраты на диагностику и т.п.

По данным Центрального союза морских страховщиков (CEFOR) по частоте возникновения страховых случаев, поломки двигателя наиболее распространенный вид ущерба составляет 37 % от числа всех претензий, навигационные аварийные случаи (посадка на мель, столкновения, навал, лёд) все вместе составляют 45 % от всего числа претензий.

Количество претензий на 1000 судов по страховому случаю пожар/взрыв составляет в среднем 170 (17%), что не является самым высоким показателем.

По стоимости ущерба, поломки двигателя среди остального числа случаев наименее ущербные и составляют, включая маленькие поломки, в среднем 30 % от общей суммы ущерба, тогда как пожар/взрыв при малом числе случаев составляет очень большой ущерб (от 2 до 3 миллионов долларов США на 1000 судов).

В 2010 году выплаты по страховому случаю «пожар/взрыв» составили 26 % от общей суммы ущерба, в то время как количество случаев всего 2% .

Подобная статистика сама по себе является очень существенным аргументом в пользу того, чтобы искать методы, позволяющие выявлять пожароопасные объекты судна для принятия превентивных мер.

Статьёй 945 Гражданского кодекса Российской Федерации законодательно установлено право страховщика на оценку страхового риска, в соответствии с которым страховая компания вправе самостоятельно произвести осмотр или назначить экспертизу судну, аналогичное правило установлено п. 12 ст. 121 Кодекса внутреннего водного транспорта РФ.

Однако законами РФ не регламентированы методы и порядок оценки технического состояния судна для целей страхования. Исходя из этого, необходимо внедрение новых современных методов технического аудита судов, соответствующих действующей законодательной базе и с учетом существующих тенденций повышения безопасности транспорта, развития морского страхования.

Мы предлагаем новый, дополнительный, экономически-выгодный метод диагностики оборудования судна на базе количественной термографии,

который позволяет решать специфические задачи в области технической эксплуатации флота.

Применение данного метода позволяет контролировать тепловое состояние различного оборудования судна без вывода его из работы, выявлять дефекты на ранней стадии их развития, сокращать издержки на техническое обслуживание и ремонт.

## Техническое обслуживание надежности судового оборудования

**Ефремов Л. В., Баева Л. С.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологии металлов и судоремонта)

**Аннотация.** Доклад посвящен актуальной проблеме создания системы обеспечения надежности при эксплуатации и техническом обслуживании судового оборудования.

**Abstract.** The report focuses on the actual problem of creating a system to ensure reliability in the operation and maintenance of marine equipment.

Основным направлением многолетней деятельности научной школы при кафедре технология металлов и судоремонта является обеспечение надежности судовых установок с учетом стратегии их технического обслуживания и ремонта. Во второй половине прошлого века такие исследования были особенно актуальны в рамках отраслевой комплексной программы по разработке и внедрению системы непрерывного технического обслуживания и ремонта (СНТОР). В этой работе тогда принимали участие бассейновые ЦКБ, Гипрорыбфлот, отраслевые Вузы и др. Созданные комплекты документации для серийных судов и сейчас пользуются популярностью у судовых и ремонтных служб. Однако, после развала СССР и предприятий флота рыбной промышленности таким исследованиям не уделяется должного внимания, что отражается на повышении аварийности судов по техническим причинам. Отсюда следует вывод о целесообразности возобновления такой работы путем создания соответствующих служб, оснащенных современным методическим, программным и приборным обеспечением. Активную роль в этой работе могут сыграть опытные специалисты из числа преподавателей нашей научной школы.

Надо иметь в виду, что сейчас эта проблема становится особо модной за рубежом, и чиновники начинают требовать внедрение их стандартов в нашу практику, даже не понимая того, что нами в свое время была создана методология не хуже зарубежной, что и будет показано в этом докладе.

Международные стандарты SAE JA 1011 и SAE JA 1012 содержат систему RCM (Reliability Centered Maintenance), посвященную была технического обслуживания, ориентированную на обеспечение надежности продукции [1..3]. Описание RCM впервые было опубликовано Министерством обороны США. С тех пор RCM стала широко применяться в большинстве отраслей индустрии во многих странах. У нас в стране появились фирмы, например Maintex, которые

рекламируют свои услуги по управлению основными фондами предприятий, включая их техническое обслуживание и ремонт (ТОР) на основе анализа RCM. В частности система RCM содержит следующие подсистемы.

Методология FMEA/FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis) посвящена анализу видов и последствий отказов. Проще говоря, эта методология представляет собой процесс регистрации информации об отказах и ее анализ по мере ее поступления.

Методика CBM (Condition Based Maintenance) обозначает переход на стратегию технического обслуживания "по состоянию". Она применяется для эффективного планирования ТОР на основе фактического состояния оборудования в противовес плановым стратегиям ремонта. По-видимому, эта подсистема связана с оснащением и применением средств и методов технической диагностики. Вместе с тем, никаких конкретных данных о методах оценки надежности и тем более получение статистики отказов и данных о тенденциях изменения состояния оборудования в рассмотренных источниках не приводится.

Более конкретно эти проблемы решены в Семействе программных решений Windchill Quality Solutions (WQS) для управления качеством и надежностью сложных технологических продуктов, изделий, оборудования, объектов и систем. Этот продукт наследует опыт применения и функциональные возможности продуктов компании Relex Software Corporation после ее вхождения в 2010 году в состав корпорации PTC (Parametric Technology Corporation®)..

Семейство решений PTC Windchill Quality Solutions 10.2 демонстрируется на примере планшетного персонального компьютера и представлено следующими программными модулями.

Первый модуль «Прогнозирование надежности» – это техника численного анализа, используемая для прогнозирования интенсивности отказов системы на основании данных о компонентах системы и ее рабочих условиях. Второй модуль FMEA заключается в анализе видов и эффектов отказа, что уже было показано при рассмотрении подсистем RCM. Анализ FMEA выполняется на основе опубликованных стандартов или инструкций. Третий модуль FTA содержит дерево неисправностей и методику анализа причин отказов элементов системы: недостатки программного обеспечения, ошибки человека, ошибки при работе и обслуживании, а также влияние среды. Четвертый модуль RBD представляет собой блок-схему надежности, которая

соответствует методике анализа структурной надежности системы с целью создания оптимальной конфигурации с точки зрения ее резервирования. Шестой модуль FRACAS (Failure Reporting Analysis and Corrective Actions System), представляет собой систему оповещения об отказах, анализа и корректирующих действий. Основным алгоритмом деятельности FRACAS является организация и использование замкнутых циклов контроля производства/эксплуатации (практического применения) продукции. В частности имеется возможность отслеживание трендов, разделение проблем по приоритетам с помощью встроенного анализа Парето. Седьмой модуль содержит анализ Вейбулла, предназначенный для оценки эксплуатационной долговечности и анализа данных об отказах. В результате построения эмпирического распределения по внутренней методике определяются параметры распределения (масштаба и формы) и строится график для определения наработки до отказа с вероятностью 10%.

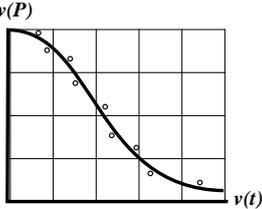
Седьмой модуль ALT означает ускоренное тестирование (испытание) жизненного цикла. Это способ имеет цель ускорить испытания изделия, позволяющий вести более быстрый поиск характеристик надежности изделия. Восьмой модуль Maintainability предназначен для прогнозирования ремонтпригодности. Целью прогнозирования ремонтпригодности является определение времени, необходимого для выполнения заданий по ремонту и техническому обслуживанию. Главным показателем в прогнозировании ремонтпригодности является среднее время ремонта (СВР).

Девятый модуль LCC означает анализ стоимости жизненного цикла продукта или системы в течение срока его службы.

Как следует из приведенных данных, они содержат все необходимые этапы организации работ по изучению и обеспечению надежности. Скорее всего, семейство WQS предназначено для сервисных служб ТОР электронных приборов, поскольку для них давно создана наука о структурной надежности. Основным критерием в таких системах являются показатели безотказности: интенсивность отказов наработка на отказ, вероятность безотказной работы, среднее время восстановления, коэффициент готовности. Расчёт этих показателей основан на примитивной концепции экспоненциального закона распределения при постоянной интенсивности отказов  $\lambda = const$ . Эта концепция в полной мере пригодна для изучения структурной надежности электронных и других систем, а также для оценки надежности невосстанавливаемых изделий. Однако изучение и нормирование показателей долговечности сложных машин

требует учета процессов деградации (изнашивание, усталостные процессы, коррозию и др.) их элементов с применением двухпараметрических законов распределений. В наших трудах давно пропагандируется применения для этого универсального закона Вейбулла, справедливость которого подтверждается зарубежными стандартами.

Таблица 1

Показатель	Формула	Номер
Эмпирическое распределение вероятности от наработки до отказа []	$P_i = \prod_{i=1}^N \frac{N-i}{N-i+1}$ 	(1)
Определение параметров теоретического распределения	$P_i \Leftrightarrow \gamma(t_i, a, b) = \exp\left[-(t_i/a)^b\right] \Rightarrow \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$	(2)
Интенсивность отказов	$\lambda(t) = (b/a^b) t^{b-1}$	(3)
Вероятность безотказной работы	$P(t) = \exp\left[-(t/a)^b\right]$	(4)
Гамма – процентный ресурс	$R(\gamma) = a \ln(1/\gamma)^{-b}$	(5)

В этом случае при сборе информации необходимо учитывать наработки  $t_i$  до каждого события достижения предельного состояния, т.е. отказа или повреждения данного вида. Затем, согласно нашей методике (см. таблицу), следует построить эмпирическое распределение вероятности и с его помощью рассчитать параметры масштаба  $a$  и формы  $b$  теоретического распределения, например для закона Вейбулла. Это позволит получить формулы для интенсивности отказов  $\lambda(t)$ , вероятности безотказной работы (ВБР)  $P(t)$  и гамма-процентного ресурса (ГПР)  $R(\gamma)$ .

Графики на рис. 1 демонстрируют возможности закона Вейбулла моделировать вероятностную природу разных процессов деградации. Так отказы с постоянной интенсивностью (линия 1) обычно описывают внезапные отказы, которые рассматриваются при оценке безотказности. Показатели долговечности зависят от постепенных отказов и повреждений под воздействием процессов деградации и имеют распределения с возрастающей интенсивностью (линии 2 и 3). В частности процессы изнашивания узлов трения хорошо описываются законом Релея при  $b = 2$  (линия 2), питтинговые разрушения (эрозия, кавитация и т.п.) – законом Вейбулла при  $b = 3$  и т.д.

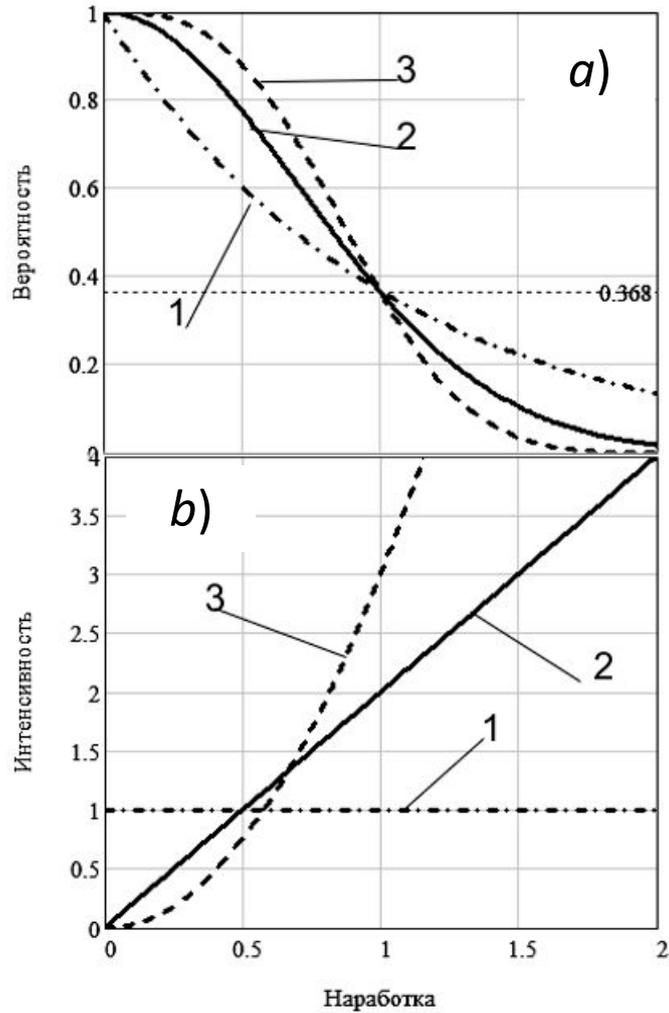


Рис. 1. Графики вероятности безотказной работы (рис. 1а) и интенсивности отказов (рис. 1б) для закона Вейбулла при показателе форм  $b = 1$  (линия 1),  $b = 2$  (линия 2) и  $b = 3$  (линия 3)

Указанные особенности прогнозирования долговечности элементов машин являются лишь небольшим фрагментом общей концепции разработки методического обеспечения для технического обслуживания надежности судовой техники, которую рекомендуется учитывать при создании у судовладельцев и на ремонтных предприятиях специальных служб. Кафедра готова оказать возмездные услуги по разработке положения о таких службах, хотя бы для промыслового флота Северного региона и выполнении конкретных исследований надежности судовой техники и ее элементов. В основу могут быть положены труды [4, 5] и опыт нашей школы по изучению причин отказов различного судового оборудования.

## Литература

1. PAS 55 – свод требований и рекомендаций по организации управления производственными активами, обобщающий лучшую мировую практику. Разработан Международным институтом Управления Активами (IAM) по заказу Британского Института Стандартов (BSI).
2. SAE JA1011 – Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes
3. SAE JA1012 – Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard
4. Ефремов Л. В. Практика вероятностного анализа надежности техники с применением компьютерных технологий. СПб: Наука, 2008.
5. Ефремов Л.В. Вероятностная оценка метрологической надежности средств измерений: алгоритмы и программы. — СПб.: Нестор-История, 2011.

## **Комплексная система методов контроля управления качеством в судоремонте**

**Кумова Ж. В., Ефремов Л. В., Баева Л. С.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологии металлов и судоремонта)

**Аннотация.** В статье рассматриваются методы управления качеством продукции с позиции стандарта и примененные на практике в качестве экспериментальных исследований по методике «Запас метрологической надежности».

**Abstract.** In article management methods by quality of production from a position of the standard and put into practice as experimental researches by a technique «the Stock of metrological reliability» are considered.

**Ключевые слова:** Управление качеством, показатели качества, оценка качества, стандарт, измерительный метод, средства измерения, систематическая погрешность, среднеквадратическое отклонение, поверка, метрологическая надежность, статистический метод.

**Key words:** Quality management, quality indicators, quality estimation, the standard, measuring method, gauges, regular error, average quadratic deviation, checking, metrological reliability, a statistical method.

Потребность в обеспечении качества выражается через ряд требований потребителя к продукции. Конкретные требования к характеристикам (свойствам) продукции, дающие возможность их реализации и проверки, в соответствии с ГОСТ 15467 являются показателями качества.

Проблемы управления качеством породили задачи количественной оценки качества, необходимой для принятия решений на всех стадиях производства продукции, её стандартизации и сертификации. Оценка качества может рассматриваться как основа формирования механизма управления качеством продукции на всех стадиях жизненного цикла.

Основными группами показателей качества по оценке специалистов являются показатели качества по: отношению к свойствам продукции, количеству отражаемых свойств, методу определения, стадиям определения, размерности отражаемых величин, значимости при оценке.

В зависимости от признака классификации продукта ему соответствуют различные типы показателей качества, каждый из них характеризует определенный признак классификации продукции (свойства). К примеру, показатели надежности характеризуют способность продукции сохранению

работоспособности при соблюдении определенных условий эксплуатации и технического обслуживания (безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость).

В ходе использования методики оценки исправности средств измерений (СИ), основанной на критерии, названным «Запас метрологической надежности» (ЗМН), проведены метрологические исследования на кафедре технологии металлов и судоремонта ФГБОУ ВПО «МГТУ», направленные на совершенствование учебного процесса и научных исследований. С этой позиции проведено решение целого ряда задач, связанных с оценкой влияния различных факторов на достоверность измерений линейных размеров. В качестве СИ, как объекта экспериментального исследования выбраны универсальные измерительные инструменты (штангенциркуль, микрометр, нутромер) с регистрацией результатов по нониусу, электронному дисплею и по индикаторной круговой шкале. С данным инструментом, с которым в ходе учебного процесса приходится сталкиваться постоянно, не имея при этом возможности произвести его метрологическую поверку с помощью специальных служб.

Выбор для исследования относительно простых СИ связан с тем, что их работоспособность в основном зависит от систематической погрешности, а случайная погрешность мала по величине, в отличие от более сложных приборов. Например, коэффициент вариации электронного твердомера по данным равен  $2,94/84,3 = 0,035$ , а для штангенциркуля он составляет не более  $0,015/30 = 0,00050$ , т.е. в 70 раз меньше. Поэтому на примере таких СИ проще решать задачу.

С точки зрения оценки качества произведены расчеты при помощи измерительного метода определения показателей качества продукции (в данном случае «ЗМН») как одного из основных методов определения значений показателей качества продукции, осуществляемого на основе технических СИ (ГОСТ 15467).

Осуществлен контроль качества, как деятельность, включающая проведение измерений, экспертизы, испытаний или оценки параметров объекта и сравнение полученных величин с установленными требованиями к этим параметрам (показателями качества).

Современные инструменты контроля качества являются методами, используемыми для решения задачи количественной оценки параметров качества. Данная оценка необходима для объективного выбора и принятия

управленческих решений при стандартизации и сертификации продукции, планировании повышения её качества и т. д.

Применение статистических методов — действенный путь разработки новых технологий и контроля качества процессов.

Позиции управления качеством предполагают внедрение системы контроля показателей качества продукта на всех этапах его жизненного цикла, от проектирования, и до последующего обслуживания. Основная задача контроля качества — не допустить появления брака, поэтому в ходе контроля проводится постоянный анализ заданных отклонений параметров продукции от установленных требований. В том случае, если параметры не соответствуют заданным показателям качества, система контроля качества помогает оперативно выявить наиболее вероятные причины несоответствия и устранить их.

Основными методами (инструментами) контроля качества, с точки зрения статистических, являются такие, как контрольный листок — инструмент для сбора данных и автоматического их упорядочения с целью облегчения дальнейшего использования собранной информации, служит в качестве средства регистрации данных (см. рис. 1, а).

При расчете методом «ЗМН» в качестве данного инструмента был использован протокол измерений с информацией: о номере измерения, дате, времени регистрации включения и выключения СИ (прибора), данные диагностируемого параметра, погрешности измерения, величину среднеквадратическое отклонение (СКО) и ЗМН (см. рис. 1, б); диаграмма разброса по методу «ЗМН» — моделирование трендов погрешности диагностических приборов, в качестве диаграмм рассматривается зависимость погрешности и плотности вероятности, а также графики зависимостей ЗМН от вероятности для заключения правомерности выбора закона распределения вероятности (исполнение того или иного закона с позиций теории вероятности), использование «ящика с усами» как графическое построение плотности вероятности с помощью специального вида графиков, в которых участвует интервальная переменная Box-and-Whisker plot.

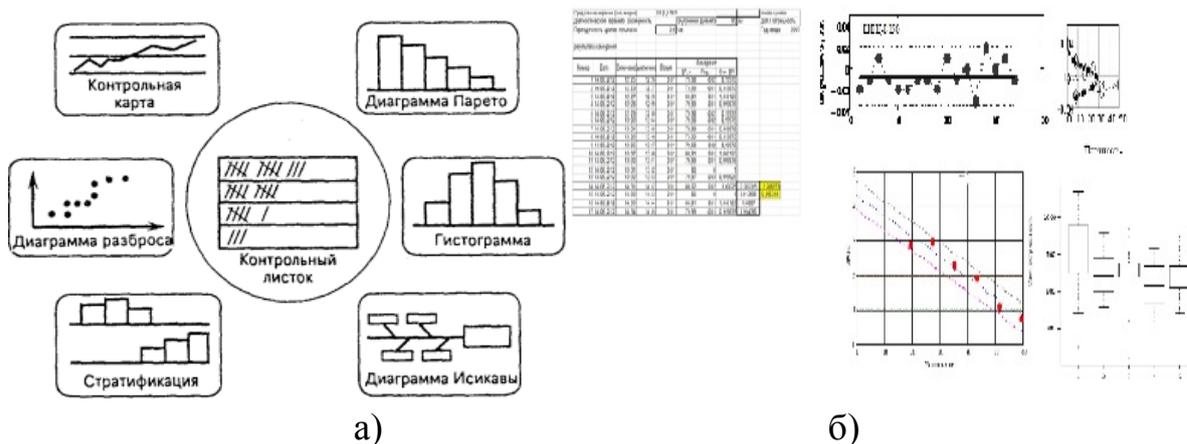


Рис. 1 – Инструменты контроля качества:

а – по комплексу показателей качества; б – полученные при экспериментальных исследованиях.

Инструменты контроля качества рассматриваются как отдельные методы, и, как система в целом, обеспечивающая комплексный контроль показателей качества. Все вышеперечисленное является важной составляющей комплексной системы контроля Всеобщего Управления Качеством.

Практическое использование инструментов контроля качества, которые являются необходимыми статистическими методами, позволяет решить 95 % всех проблем, возникающих как в ходе учебного процесса и научных исследований, также и на производстве.

Одной из самых важных задач является использование ручных инструментов, механических и измерительных, для изготовления деталей и ремонта на морских судах при выполнении функции технического обслуживания и ремонта на уровне эксплуатации судовых механизмов и оборудования. Применение методов безопасного проведения аварийных и временных ремонтов меры безопасности, предпринимаемые по обеспечению рабочей среды и по использованию ручного, механического и измерительного инструмента, позволит повысить качество выполняемых операций.

#### Литература

- 1 ГОСТ 15467-79 (СТ СЭВ 3519-81) Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. Введ. 1979-07-01. – М. : Издательство стандартов, 1987. – 35 с.
- 2 Ефремов Л. В. Вероятностная оценка метрологической надежности средств измерений: алгоритмы и программы : монография / Л. В. Ефремов. — С.-Пб. : Нестор-История, 2011. — 200 с.

3      Ефремов Л. В. Влияние человеческого фактора на метрологическую надежность мерительного инструмента / Л. В. Ефремов, Ж. В. Кумова // *Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Динамика научных badań – 2012»*. – *Przemysł*, 2012. str.25-27.

## **Решение инженерных задач современного сварочного производства с использованием компьютерных технологий**

**Пашеева Т. Ю.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологии металлов и судоремонта*)

**Аннотация.** Со временем сварщикам – технологам стало все сложнее и сложнее работать вручную. Задача автоматизации родилась не ради каприза и не из-за модных веяний, а потому что справиться без систем автоматизированного проектирования технологических процессов стало физически невозможно.

**Annotation.** It becomes much more difficult to do manual welding, because succeeding without systems of automatic projecting of technological processes is impossible. It is not the a whit or a fashion.

**Ключевые слова:** технология, сварка, технолог, проектирование, обучение.

**Key words:** technology, welding, technologist, designing, teachings.

Современный мир, убыстряющийся ритм современной жизни, наличие высокой степени конкуренции на рынке труда приводит к тому, что без информационных технологий невозможно существование многих профессий. В настоящее время практически не осталось работающих на производстве людей, не согласных с тем, что мы живем в эру информационных технологий. Не являются исключениями и такие отрасли как машиностроение, судостроение, а также образовательная и научная инфраструктура, обеспечивающая производство кадрами. Надо понимать, что без знаний, умений и профессиональных навыков в области информационных технологий молодой специалист – выпускник любого учебного заведения не может быть конкурентоспособным на рынке труда.

«Что должен уметь и знать современный технолог сварочного производства в России?» Технологию сварочного производства, оборудование, конструкционные и инструментальные материалы, математику, экономику производства, иностранный язык, следить за перспективными разработками науки и техники. Чем больше знаний, тем специалист конкурентоспособней, интеллект инженера – это сумма его знаний в области науки и техники.

Сварочные технологии – одна из основ современной цивилизации. В некоторых отраслях промышленности трудоемкость сварочных работ достигает 30-40% от общей трудоемкости изготовления изделий [1].

С одной стороны, технологам предстоит просто упорядочить свою работу, с другой – состыковать огромные базы данных, накопленных за десятилетия. Если с автоматизацией труда отечественных конструкторов вопрос фактически решён и уже мало кому необходимо доказывать преимущества компьютерного проектирования перед ручным, то в отношении технологических служб ситуация в корне отличается. В связи с этим существует ярко выраженная необходимость в автоматизации деятельности отечественных технологических служб предприятий, оснащенных не всегда новым и не всегда программируемым оборудованием. В настоящее время процесс технологического перевооружения запущен, на предприятия приходят молодые специалисты, обученные автоматизированному технологическому проектированию, полный переход от ручного технологического проектирования к автоматизированному по сути является вопросом ближайшего десятилетия.

Системы САРР (Computer Aided Process Planning – планирование технологических процессов с использованием компьютерных программ или автоматизированная технологическая подготовка) предназначены для построения последовательности технологических операций и оформления технологической документации в виде операционных и маршрутных карт.

ПО «Компас-3D» и «Вертикаль» – система автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП). Данная программа позволяет:

- проектировать технологические процессы для различных видов производств в нескольких автоматизированных режимах;
- проводить необходимые инженерные технологические расчеты в специализированных приложениях;
- рассчитывать материальные и трудовые затраты на производство;
- формировать все необходимые комплекты технологической документации, используемые на предприятии;
- использовать «Универсальный технологический справочник», входящий в САПР ТП Вертикаль для организации и развития баз данных предприятия;

- организовывать на базе представленного программного обеспечения оптимальной схемы взаимодействия различных компонентов в комплексе Единого Информационного Пространства (ЕИП) предприятия;
- организовывать работу технолога с составом изделия, а также коллективную работу над всем проектом.

В результате электронное описание изделия содержит полную информацию, необходимую для поддержки всех этапов его жизненного цикла. В данном программном обеспечении представлен принципиально новый подход к автоматизации проектирования ТП, основанный на применении типовых конструкторско-технологических элементов (КТЭ) и связанных с ними планов технологической обработки. Любую деталь можно представить как совокупность типовых КТЭ, при этом каждому элементу соответствует определенный набор планов его обработки. Таким образом, КТЭ объединяют в себе и конструкторскую, и технологическую информацию об элементах, из которых состоит деталь. Это позволяет обеспечить автоматизированный переход от геометрии детали к технологии ее изготовления.

При разработке технологического процесса сварки технологу постоянно требуется различная справочная информация – данные о материалах, оборудовании, инструменте и т.п. Ее предоставляет Универсальный технологический справочник и корпоративный справочник Материалы и сортаменты. Универсальный технологический справочник можно использовать во всех системах, входящих в комплекс, он предоставляет единую технологическую справочную информацию для всех служб предприятия. Разнообразные прикладные модули позволяют производить расчет трудовых и материальных затрат. Все приложения получают технологические данные из системы Вертикаль, а справочные данные – из Универсального технологического справочника и корпоративных справочников. При проектировании ТП можно применять Библиотеку пользователя, а также базы данных системы, выбирая в диалоговом режиме необходимую информацию с помощью Универсального технологического справочника. «Вертикаль» предоставляет полную информацию в систему управления инженерными данными для формирования сводных отчетов и ведомостей, для обработки и учета технологических данных [2].

При использовании комплекса ПО «Компас-3D» и «Вертикаль» труд технологических и конструкторских бюро приводится «к общему знаменателю». Конструкторские и технологические работы становятся

максимально доступными и прозрачными. Увеличивается скорость проектирования, уровень понимания, качество выполненных работ. Естественно доработки и создания новых проектов на основе аналогичных, либо типовых ускоряются на порядок, исключается бумажная составляющая, необходимость хранения чертежей и технологий в архивах, библиотеках и т.д.

#### Литература

1. Корюкаев, Ю.С. Роль человеческого фактора в сварке. Научно-технический журнал // «Мир сварки» №4(9) 2009 ООО «ИТЦ «Альянс сварщиков Санкт-Петербурга и Северо-Западного региона»
2. АСКОН – комплексные решения для автоматизации инженерной деятельности и управления производством [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ascon.ru/> (дата обращения: 19.04.2013).

## Обеспечение эксплуатационной надежности судна при обледенении

**Петрова Н. Е.** ( г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологии металлов и судоремонта)

**Аннотация.** В статье проведен анализ возникновения аварийных ситуаций, так как важнейшей проблемой на сегодняшний день является обеспечение безопасности мореплавания, представляющее чрезвычайно сложную и многогранную задачу. Рассмотрен случай аварийного состояния судна при обледенении.

**Abstract.** In article the analysis of occurrence of emergencies as the major problem for today is the safety of navigation representing extremely difficult and many-sided problem is carried out. The case of an emergency condition of a vessel is considered at an icing.

**Ключевые слова:** аварийная ситуация, надежность, обледенение, безопасность мореплавания, судно, Северный бассейн.

**Key words:** emergency, reliability, icing, safety of navigation, vessel, Northern pool.

### 1 Введение

Важнейшей проблемой на сегодняшний день является обеспечение безопасности мореплавания, представляющее чрезвычайно сложную и многогранную задачу, имеющую большое социальное значение.

В теории безопасности на море основное внимание должно быть уделено разработке метода анализа аварий. Необходимо рассмотреть все возможные случаи возникновения аварийных ситуаций.

### 2 Причины аварийности судов

Аварии могут возникать в результате погодных условий, плохого технического состояния судна и по вине экипажа.

Погодные условия – это независимые причины, которые нельзя предсказать заранее. Для Северного бассейна характерны сложные условия плавания круглый год: состояние моря, видимость, шквальный ветер и т.д. Наибольшее число аварий приходится на зимние и осенние месяцы, что объясняется ухудшением условий плавания – повышение бальности волнения, снежные заряды и т.д.

Аварии морских судов нередко обусловлены такими субъективными факторами, как уровень квалификации персонала и организации службы на судне. По оценкам специалистов, причинами 80% всех аварий являются неправильные действия экипажа.

Несмотря на стремление специалистов повысить безопасность

мореплавания, количество морских катастроф не сократилось, а в последние годы даже возросло. Соотношение между основными причинами гибели судов также сохраняется примерно постоянным. Так, столкновения являются причиной гибели в среднем 10,3 % общего количества погибших судов. На посадки на грунт, опрокидывания и пожары приходится соответственно 33,1; 38,9 и 17,7% ежегодных потерь судов.

### **3 Судно в условиях обледенения**

Судно в состоянии обледенения должно рассматриваться как находящееся в аварийном состоянии. Обрастание судна льдом равноценно принятию дополнительного груза с высоким центром массы, что приводит к ухудшению остойчивости и к снижению запаса плавучести. Одновременно увеличивается площадь парусности, возрастает кренящий момент от действия ветровой нагрузки и ухудшается маневренность судна. Такое воздействие обледенения может сделать судно неустойчивым. Обмерзание щелей в фальшборте и портиков в районе открытых участков палуб может привести к скоплению большого количества воды со значительной свободной поверхностью.

Борьба с обледенением должна быть организована на начальной стадии и вестись всеми возможными силами и средствами.

Для определения районов возможного обледенения используется карта зон и сезонных районов, установленная "Правилами о грузовой марке" Российского морского регистра судоходства.

При плавании в условиях обледенения:

1. следует снизить скорость судна;
2. все палубные грузы убрать в трюм;
3. в первую очередь ото льда освободить щели в фальшборте, портики, затем мачты, рангоут, такелаж и другие высоко расположенные конструкции. Скалывание льда с открытых палуб должно производиться в последовательности "сверху – вниз" (верхний мостик, ходовой мостик и т.д.). Особое внимание необходимо уделить освобождению ото льда спасательных шлюпок и плотов, обеспечив их безотказные спуск на воду и сбрасывание;
4. действенным способом борьбы с обледенением является движение со скоростью и в направлении, уменьшающим забрызгивание и неравномерность нарастания льда по бортам;
5. при несимметричном обледенении судна и появлении крена интенсивная сколка льда должна быть произведена в первую очередь с

накрённого борта. В таких случаях выравнивание крена перекачкой топлива или воды в цистерны накрённого борта категорически запрещается;

б. если имеется возможность, следует направить судно в укрытие или вывести его из района обледенения.

Ведение промысла и приём улова на палубу в условиях обледенения запрещается.

#### **4 Заключение**

Проблемы безопасности мореплавания находятся в центре внимания исследователей и проектировщиков. Основной путь их решения заключается в повышении надежности судов, что достигается за счет рационального проектирования корпуса и других конструктивных элементов судна, улучшения мореходных качеств, совершенствования средств навигации и противопожарной защиты, а также принятия других мер.

#### Литература

1. 1 Lloyd's Register of Shipping. Casualty Return. London, International marine organization, 1980-1990.
2. Lloyd's Register of Shipping. Statistical Tables. London, International marine organization, 1980-1990.
3. The statistical record of collisions and groundings. Oslo, Карлсен, Кристиансер, 1980.
4. Александров М.Н. Безопасность человека на море. Л.: Судостроение, 1983. – 208 с.
5. Анохин А. И. Развитие рыбной промышленности. М.: МРХ СССР, 1980. – 245 с.
6. Регистр судоходства Ллойда. Статистика несчастных случаев. Лондон: Международная морская организация, 1980-1990.
7. Регистр судоходства Ллойда. Статистические таблицы. Лондон: Международная морская организация, 1980-1990.
8. Статистический отчет столкновений и посадок на грунт. Осло, Карлсен, Кристиансер, 1980.

## Проблемы и пути повышения качества судоремонта

**Семенов В. П.** (*г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра технологии металлов и судоремонта*)

**Аннотация.** Рассмотрены основные проблемы и направления повышения качества отечественного судоремонта в современных условиях. В контексте решения проблем выделена необходимость обеспечения государственной поддержки ремонтно-восстановительных работ, развития предпринимательства в сфере судоремонта и подготовки кадров.

**Abstract.** The main problems and the directions of improvement of quality of domestic ship repair in modern conditions are considered. In a context of the solution of problems need of ensuring the state support of rescue and recovery operations, business developments in the ship repair and training sphere is marked out.

**Ключевые слова:** судоремонт, проблемы судоремонта, качество судоремонта, модернизация судоремонта, подготовка кадров.

**Key words:** ship repair, ship repair problems, quality of ship repair, ship repair modernization, training.

Для развития морской деятельности в России и поддержания в эксплуатационном состоянии судов различного назначения необходима развитая система качественного судоремонта. Она позволит не только повысить техническое состояние отечественного флота, но также обеспечить сокращение продолжительности и стоимости ремонтных работ, установленный уровень качества отремонтированных судов, освоить ремонт новых судов и судовых технических средств, их модернизацию и др.

Выступая частью технической эксплуатации флота и важным звеном в цепи непрерывного обслуживания судна, судоремонт обладает рядом специфических особенностей, которые заключаются в следующем:

- судоремонт в полном объёме не может быть выполнен без участия производственной базы и технических средств специального назначения;
- производственная база судоремонта требует большого разнообразия технологического оборудования и материалов;
- судоремонт органически связан с качеством технического обслуживания судна в эксплуатации;

- для работы на судоремонтных предприятиях требуется производственный и инженерно-технический персонал высокой квалификации, обладающие знаниями в области организации эксплуатации флота.

Однако развитие судоремонта в нашей стране требует решения множества проблем, среди которых главными являются:

- высокий возраст и низкое техническое состояние судов отечественного флота;
- технологическая отсталость, недостаточная загрузка производственных мощностей судоремонтных предприятий и рост конкуренции;
- нехватка и старение квалифицированного персонала;
- рост цен на сырье и энергоносители;
- недостаточное финансирование по государственным заказам;
- нехватка денежных средств на развитие и инвестиционные проекты;
- высокие налоги и высокие ставки по кредитам;
- трудности при сертификации, лицензировании, получении других разрешительных документов и др.

Решение этих проблем заключается даже уже не в деньгах или снижении непосильных налогов. Необходимо вернуть утерянное: управление, технологии, кадры. Ниша судоремонта уже прочно занята другими странами (например, Китаем, Кореей, Финляндией и др.), где себестоимость услуг ниже, сроки в два-три раза меньше отечественных, а качество судоремонта выше. Необходимо обеспечивать государственную поддержку ремонтно-восстановительных работ, развивать предпринимательство в сфере судоремонта, готовить квалифицированные кадры. Требуют решения вопросы обновления в судоремонте основных фондов.

В ведущих странах мира осуществляется переход к качественному обновлению технологической базы на основе биотехнологий, нанотехнологий, информационных и коммуникационных технологий, энергосбережения. Возрастают экологические требования к технологическим системам и организации производства.

В настоящее время ужесточаются требования к оборудованию кораблей и судов, пунктам их временного и постоянного базирования, портовых комплексов, в частности, к обеспечению их работоспособности в нештатных ситуациях, универсальности, модульности построения, надежности, качества,

безопасности, снижения стоимости. Этим требованиям, как показал опыт последних лет, принципиально могут удовлетворять только средства, созданные с использованием современных инновационных технологий на всех этапах их разработки и производства.

Процесс модернизации сферы судоремонта предусмотрен «Стратегией развития судостроительной промышленности на период до 2020 года и дальнейшую перспективу», утверждённой приказом Министра промышленности и энергетики Российской Федерации от 06 сентября 2007 года №354. Основной целью нынешнего этапа реализации Стратегии развития является широкомасштабная модернизация и техническое перевооружение предприятий отрасли и создание новых объектов научно-производственной базы.

Реализация Стратегии развития требует решение комплекса задач, сгруппированных по трём направлениям:

- развитие научно-технического и производственного потенциала, комплексная модернизация и техническое перевооружение предприятий судостроения и судоремонта;
- законодательное и нормативно-правовое обеспечение развития сферы судостроения и судоремонта;
- структурные преобразования и оптимизация потенциала предприятий судостроительной промышленности.

Это позволит создать условия для сохранения и развития высокотехнологичных производств и конкурентоспособных предприятий, обеспечивающих удовлетворение потребностей в ремонте кораблей и судов на внутреннем и мировом рынках.

Преобразования и оптимизация предполагают объединение предприятий судоремонта в группы для достижения поставленных целей и концентрации совместных усилий в рамках обеспечения морской деятельности. На практике это приведет к созданию корпораций (концернов, холдингов и т.п.) и кластеров.

Промедление в решении указанных проблем на протяжении многих лет – это серьёзный недостаток в системе государственного управления, так как в условиях жесткой конкурентной борьбы на Мировом рынке ведущие судостроительные страны, в том числе США, Китай, страны Европейского сообщества наметили новые программы и осуществляют комплексные меры поддержки развития своих национальных судостроительных отраслей.

Важное место в конкурентной борьбе занимает постоянное улучшение качества судоремонта.

Предприятия развитых стран уже достаточно давно стали активно использовать международные стандарты, соответствие которым рассматривается как гарантия того, что поставщик способен выполнить условия контракта и обеспечить стабильное качество продукции. Многие судостроительные и судоремонтные предприятия имеют системы качества, соответствующие международным стандартам.

Необходимо отметить, что простое копирование зарубежного и передового отечественного опыта результата не даст. Сила компаний, внедряющих в свою систему менеджмента качества современные новшества не в конкретных методах производства, а в системном эффекте, основанном на процессном подходе.

На фоне трансформации мировой экономики и в условиях перехода России на инновационный путь экономического развития обозначились новые внутренние ограничения роста, обусловленные существованием не только таких важных проблем развития морской деятельности, как восполнение флота, увеличение объемов национальной грузовой базы, перевозимых судами под российским флагом, реконструкция гидросооружений, расположенных на водных магистралях и др., но также и тесно связанным с ними существенным дефицитом квалифицированных инженерных и рабочих кадров.

В советские годы профессия моряка занимала одно из первых мест в списке престижных профессий. Сейчас Россия утратила свое преимущество во флоте, однако система морского и речного образования держится на высоком уровне. Наши моряки, особенно старший и средний комсостав, пользуются спросом во всем мире. Но отток кадров весьма высок. Формирование кадрового потенциала является одной из реальных проблем, которую необходимо решать как на государственном, так и на региональном уровнях.

Возврат морским профессиям их прежней высокой репутации, а также решение проблемы дефицита квалифицированных специалистов на флоте возможны только путем согласованных действий, предпринимаемых всеми заинтересованными сторонами, ответственными за подготовку моряков.

## Определение чувствительности метода диагностики подшипников качения по спектру огибающей

Сергеев К. О., Зарембицкий Ю. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра судовых энергетических установок)

**Аннотация.** В статье рассматривается чувствительность метода диагностики подшипников качения при невозможности установки датчика непосредственно на диагностируемый узел. Измерения проводились на специально изготовленном стенде, позволяющим задавать различные неисправности подшипников.

**Abstract.** Sensitivity of diagnostic technique of antifriction-type bearings if there is not possibility to install the sensor directly to the diagnosable machine component is considered in this paper. The measurements were performed on a specially fabricated stand that allows to set various fault of bearings.

**Ключевые слова:** Подшипник качения, стенд, диагностика дефектов, чувствительность метода.

**Key words:** Antifriction-type bearing, stand, fault diagnosis, sensitivity of diagnostic technique.

### Введение

Подшипники качения являются самым распространенным и крайне уязвимым элементом любого роторного механизма. Отказ подшипника, как правило, приводит к тяжелым последствиям. Поэтому техническое состояние подшипников является важнейшей составляющей, определяющей работоспособность механизма в целом. Для повышения надежности оборудования, предотвращения внезапных отказов, увеличения ресурса, разумного определения объемов предстоящих ремонтов необходимо применять методы технической диагностики. В настоящее время широкое распространение получили методы контроля и диагностики подшипников качения, базирующиеся на измерении параметров вибрации.

В вибродиагностике используются несколько методов оценки технического состояния подшипников качения, но наиболее часто применяется метод анализа спектра огибающей и метод ударных импульсов.

При применении обоих методов есть необходимость устанавливать акселерометр на подшипниковый узел, как можно ближе к подшипнику. Причем, для метода ударных импульсов это требования является более критичным, чем для метода анализа огибающей. [1] Тем не менее, и для метода огибающей, чем ближе к подшипнику установлен датчик, тем меньше вероятность пропустить

дефект. В практике диагностики, при проведении замеров на судах, не всегда имеется возможность установить акселерометр непосредственно на подшипниковый узел, по этому крайне важно знать, как зависит чувствительность метода диагностики по анализу спектра огибающей от места проведения замера.

Лабораторная установка.

Для определения чувствительности метода диагностики подшипников в лаборатории кафедры СЭУ был изготовлен стенд с двумя подшипниками качения, закрепленными в общей обойме. Подшипники шариковые, имеют по 13 тел качения. Обойма закреплена на станине установленной на платформе стенда для испытания блочных топливных насосов КИ – 921м от которого и приводится вал с напрессованы на него подшипниками. Привод стенда позволяет изменять обороты вала в широком диапазоне частот вращения.

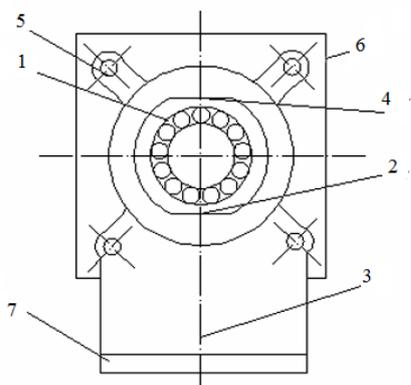


Рис. 1 – Схема лабораторной установки

1 – подшипник качения; 2 – обойма; 3 – станина; 4- точка замера 1; 5- точка замера 2; 6 – точка замера – 3; 7- точка замера 4.

#### Проведение измерений

Измерения вибрации проводились на частоте вращения вала стенда 1000 об/мин. В качестве измерительного прибора использовался виброанализатор – сборщик данных КОН.ТЕСТ С – 9000. Вибрация измерялась последовательно на нескольких точках на разном расстоянии от подшипника: точка 1 находилась на обойме, непосредственно над подшипником, точка 2 на болте, крепящем корпус обоймы к станине установки, точка 3 – в верхней, а точка 4 в нижней части станины.

Измерение проводились в два этапа: первоначально на бездефектном подшипнике определялся начальный уровень вибрации, затем, после создания двух дефектов – дефекта наружного кольца и расцентровки вала установки с приводным валом, замерялся вибросигнал с информацией о дефектах.

Измерения на всех точках контроля проводились в вертикальном направлении. Характерные частоты дефектов подшипника качения показаны на рис.2

При проведении замеров использовались две частоты полосового фильтра 8 и 32 кГц. Результаты измерений для частоты полосового фильтра 8 кГц, последовательно по точкам, приведены на рис. 3. Соединяющей линией выделена первая гармоника наружного кольца.

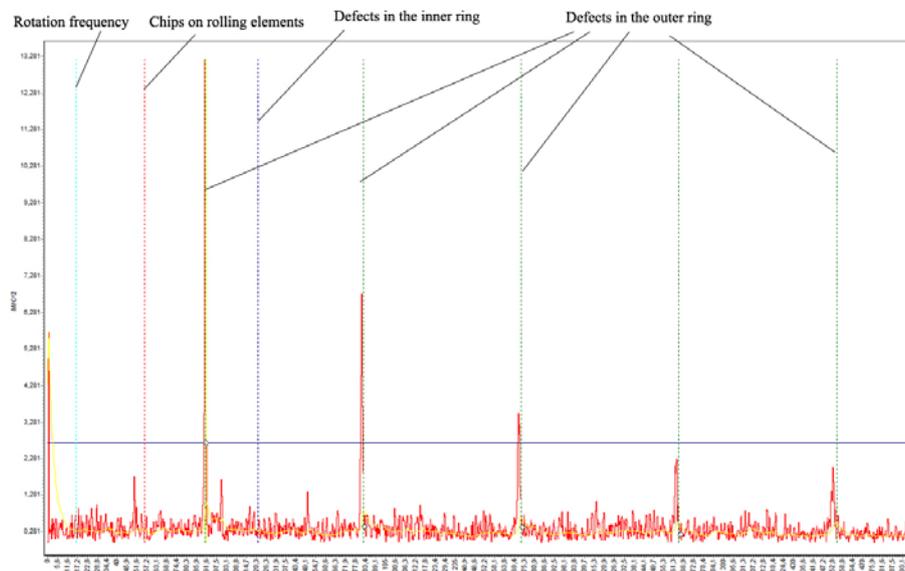


Рис. 2- Характерные частоты дефектов подшипника

### Выводы

Характерные подшипниковые частоты отчетливо наблюдаются даже при установке датчика на нижней части станины (точка 4), и на болте крепления обоймы (точка 2), что позволяет с высокой степенью достоверности диагностировать дефект. Это подтверждает высокую чувствительность и надежность метода диагностики по анализу спектра огибающей высокочастотной компоненты вибрации.

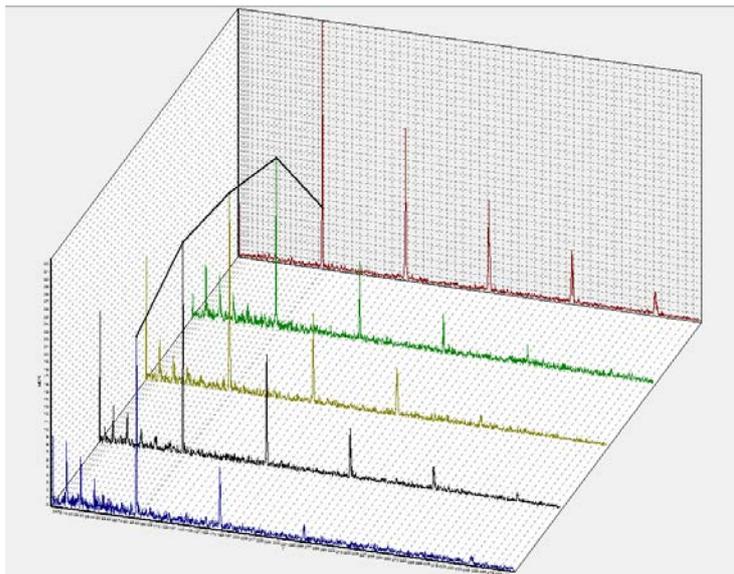


Рис. 3- Спектры вибрации дефектного подшипника

Как видно из приведенных спектров вибрации, по мере удаления места установки датчика от диагностируемого подшипника, происходит уменьшение по величине гармоник (особенно высших) характеризующих дефект, но гармоники отчетливо различимы. Кроме этого в низкочастотной части спектра появляются высшие гармоники частоты вращения – характерный признак расцентровки. Отсутствие этих гармоник в спектре для точки 1, в которой измерялась только вертикальная вибрация, подчеркивает необходимость проведения измерений, как минимум, в двух направлениях – вертикальном и горизонтальном.

#### Литература

Голуб, Е.С. Диагностирование судовых технических средств / Е.С. Голуб, Е.З Мадорский, Г.Ш. Розенберг // М: Транспорт 1993, С.150.

## Нормы вибрации для диагностики ВРК

**Сергеев К. О., Жуков А. С.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра судовых энергетических установок)

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы нормирования вибрации винторулевых колонок для диагностики их технического состояния.

**Abstract.** Measurement aspects of rudder-propeller's vibration for diagnosing their technical condition are considered in this paper.

**Ключевые слова:** нормы, диагностика, вибрация, винторулевые колонки.

**Key words:** norms, diagnostics, vibration, rudder-propellers.

Одним из методов снижения затрат на эксплуатацию и ремонт судовых технических средств является применение методов технической диагностики. Для получающих все большее распространение винторулевых колонок (ВРК), как правило, используются методы вибродиагностики. В частности, в [1] предлагается использовать, для нормирования вибрации, усредненную оценку виброскорости  $\bar{v}$ , определяемую для подшипниковых узлов верхнего редуктора ВРК.

$$\bar{v} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} \quad (1)$$

где  $\bar{v}$  - усредненная оценка виброскорости;

$v_x, v_y, v_z$  - среднеквадратичные значения виброскорости в вертикальном, горизонтальном и продольном направлениях.

Российским морским регистром судоходства (РМРС) в Руководстве по техническому наблюдению за судами в эксплуатации в приложении № 35: «Инструкция по освидетельствованию главных винторулевых колонок на основе мониторинга технического состояния» установлены критерии для применения методов безразборной диагностики к винторулевым колонкам. В основу контроля технического состояния ВРК по параметрам вибрации там положены третьюктавные спектры вибрации – среднеквадратичные значения (СКЗ) виброускорения или виброскорости на основании которых и разрабатываются соответствующие нормы.

Разработка норм вибрации

Нормирование вибрации ВРК было проведено кафедрой СЭУ ФГБОУ ВПО «МГТУ» совместно с ООО "ДиаМАНТ" на основании замеров ВРК

буксиров "Капитан Попов", "Капитан Авдюков", "Капитан Реутов. На момент измерений наработка буксиров составляла несколько месяцев, по этому результаты замеров можно положить в основу для разработки норм соответствующих (по классификации РМРС) «категории А» – состоянию объекта после изготовления.

Замеры вибрации (виброускорение, СКЗ) проводились на подшипниковых щитах верхнего редуктора в трех направлениях – вертикальном, горизонтальном и траверсом в третьоктавных полосах частот в диапазоне от 5 Гц до 5 кГц. Расположение точек контроля на верхнем редукторе ВРК показано на рис.1.

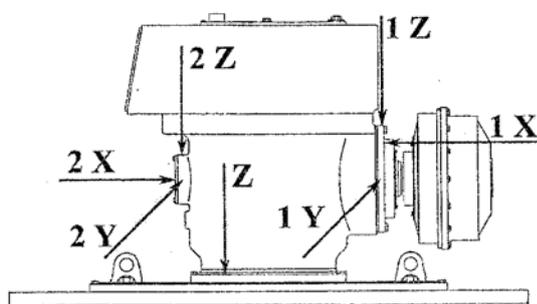


Рис. 1 – Расположение точек контроля вибрации на ВРК

Частотный диапазон нормирования вибрации определяется задачами диагностики и включает в себя как частотный диапазон проявления дефектов приводных валов: центровка и бой (5Гц – 25Гц), дефектов зацепления (100 Гц — 3 кГц), так и диапазон проявления развитых (50 Гц — 500 Гц) и зарождающихся (4 кГц — 5 кГц) дефектов подшипников. Дополнительно проводилась диагностика подшипников методом анализа спектра огибающей высокочастотной компоненты вибрации. Статистически обоснованные нормы вибрации ВРК разработаны с учётом рекомендаций по местному нормированию шума и вибрации машин в промышленности МКШС-71. По мере накопления данных по результатам контроля, нормы могут дополняться и уточняться в установленном порядке.

Целесообразно также использовать рекомендации Приложения № 35 в части применения анализа смазочного масла редукторов ВРК для контроля их технического состояния. Для этого в процессе проведения замеров отбирались пробы масла из редукторов ВРК для определения чистоты масла, физико – химических показателей и содержания продуктов износа. Контроль содержания продуктов износа проводился методом рентгеновского

флуоресцентного анализа и обеспечивал определение содержания в масле примесей железа, хрома, меди, олова и свинца

Нормы вибрации, полученные в третьоктавных полосах частот для виброускорения, затем (для унификации с Правилами РМРС) пересчитывались в третьоктавные полосы частот для виброскорости в диапазоне от 5 до 1000 Гц.

Полученные нормы для ВРК (виброускорение, СКЗ) приведены на рис.2.

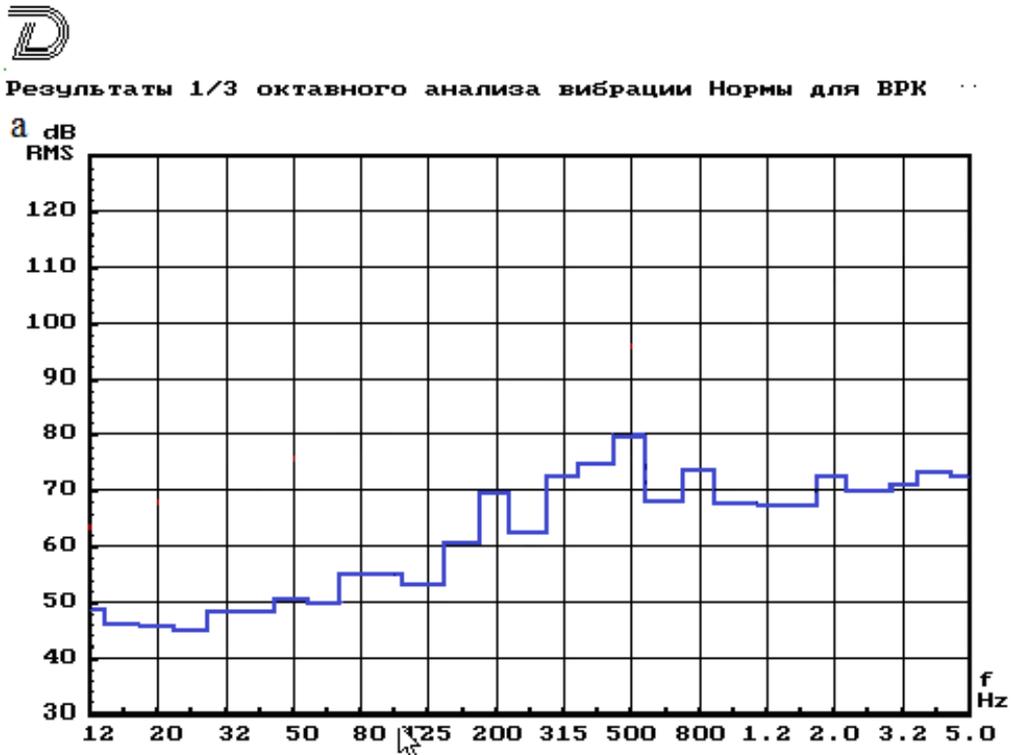


Рис. 2. Нормы вибрации для винторулевых колонок. «Категория А»

На основании опыта замеров и изучения положений РМРС были разработаны практические предложения по технологии проведения измерений вибрации ВРК.

#### Выводы

В результате проведения и обработки результатов замеров были получены нормы вибрации «категория А», которые могут быть использованы в качестве исходного уровня при мониторинге технического состояния ВРК указанных судов в эксплуатации. Значения уровней вибрации категорий норм состояния В и С могут быть получены методом пересчета норм «категории А» по методикам РМРС.

#### Литература

Брежнев А. В. Нормирование вибрации винторулевых колонок морских судов типа «Aquamaster». Проблемы эксплуатации водного транспорта и подготовки кадров на юге России // Материал седьмой региональной научно-технической конференции. – Новороссийск: МГА им. Адмирала Ушакова, 2008.-2 с.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
ШЕЛЬФОВЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ  
ПРОИЗВОДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ**

## **Трубопроводный транспорт газообразных углеводородов в состоянии плотной фазы «DENSE PHASE»**

**Вологдин Д. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра механики сплошных сред и морского нефтегазового дела)

Транспорт газообразных углеводородов в состоянии плотной фазы может иметь ряд преимуществ в условиях освоения Арктических шельфовых месторождений и транспорта добытого сырья по трубопроводу на берег. Транспортироваться в состоянии плотной фазы может смесь, состоящая из углеводородов со средней молекулярной массой до гептана включительно, так как в более тяжелых смесях возникают проблемы, связанные с образованием жидкостных пробок.

Смесь углеводородов в состоянии плотной фазы имеет плотность сопоставимую с плотностью жидкости (до  $600 \text{ кг/м}^3$  для смеси с молекулярной массой 57), в тоже время обладая вязкостью газа. Данная особенность дает коммерческое преимущество, так как позволяет транспортировать большее количество газа при благоприятных, «газообразных» кинематических характеристиках. Соответственно, чтобы перевести газообразную смесь в состояние плотной фазы, необходимо создать определенные термобарические условия – давление прокачки до 25 Мпа и температура от 0 до  $-20 \text{ C}$ .

Для обеспечения необходимых параметров прокачки, должен быть сконструирован трубопровод, способный работать в условиях сверхвысоких давлений. Данное обстоятельство поднимает ряд вопросов, требующих детального рассмотрения.

1. Необходимо проанализировать диаграмму фазовых состояний предполагаемой смеси и выделить регион возможных термобарических условий, обеспечивающих стабильное состояние и исключающих формирование жидкостных пробок.

2. Также необходимо определить влияние объемной доли различных компонентов смеси на изменение граничных условий стабильной транспортировки.

3. Установить зависимость теплоемкости и коэффициента Джоуля-Томсона от давления и температуры.

4. Определить величину потерь на трение и скорость падения давления в процессе транспортировки.

Основной вопрос, нуждающийся в рассмотрении, заключается в том, будет ли трубопровод, сконструированный для транспортировки газообразных углеводородов в состоянии плотной фазы, являться экономически выгодным, по сравнению с традиционными трубопроводами, работающими при более низких давлениях.

К достоинствам транспортировки в условиях сверхвысоких давлений можно отнести меньший диаметр трубопровода и возможность использовать одну линию для транспорта смеси углеводородов, исключив необходимость сепарации. При эксплуатации на шельфе в Арктических условиях, около нулевая температура транспортировки близка к температуре окружающей среды, что позволяет избежать проблем, связанных с растеплением и подвижками грунта.

## К вопросу строительства резервуара для хранения сжиженного природного газа

Герасимова О. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра механики сплошных сред и морского нефтегазового дела)

**Анотация.** Расчет температурного поля подземного цилиндрического резервуара для хранения сжиженного природного газа. Расчетный период составляет около месяца.

**Abstract.** Underground cylindrical storage tank contained LNG under temperature field of air and soil is considered. Period of temperature impulse is about One month.

**Ключевые слова:** эффект: снижение затрат, повышение безопасности.

**Key words:** effect: reduced costs, higher safety.

Вопрос относится к системе хранения и резервирования сжиженного природного газа (СПГ, англ. LNG — liquefied natural gas) в резервуарах при температуре  $-161\text{ C}^\circ$  и давлении близком к атмосферному.

Рассматриваемая конструкция железобетонного резервуара – подземный цилиндрический железобетонный, ёмкостью  $50\ 000\ \text{м}^3$ , с куполообразной кровлей обладающей теплоизолирующим слоем, установленного в железобетонном «стакане», покрытого железобетонным настилом с теплоизоляцией (рисунок 1).

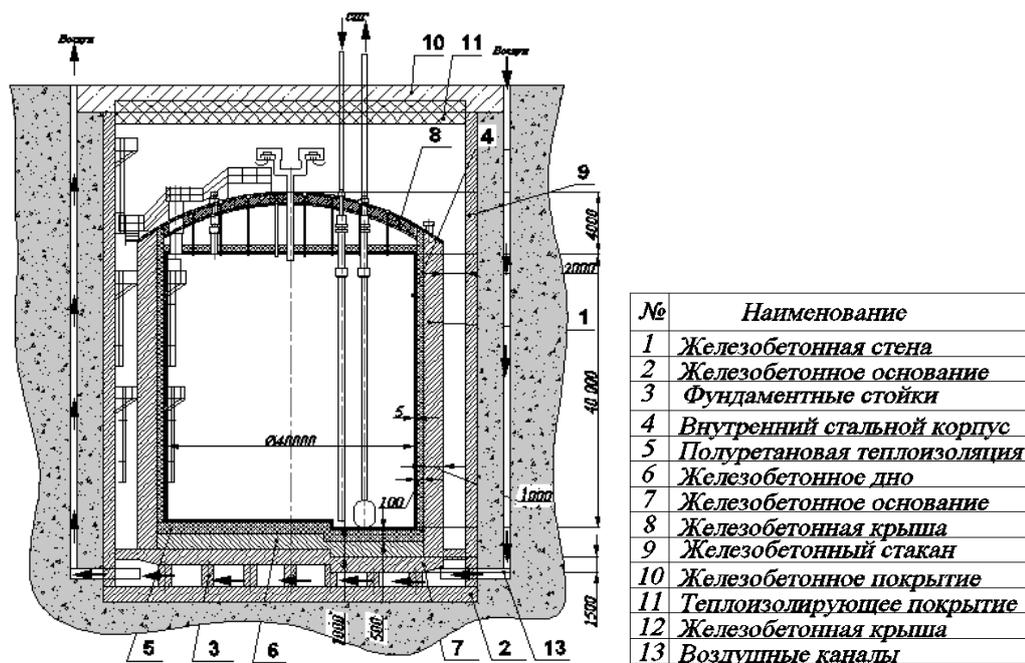


Рис.1. Подземный железобетонный резервуар

Внутреннее воздушное пространство «стакана», предлагаемой конструкции резервуара позволяет:

1. Замедлить процесс испарения продукта
  2. Исключить промерзание и пучение грунта, приводящее к разрушению резервуара
  3. Проводить профилактические исследования и ремонт резервуара.
- Проведено исследование данной конструкции на эффективность теплоизоляции.

Проведен расчет температурного поля данного резервуара в модуле Heat Transfer (теплопередача) программы Comsol Multiphysics:

Температуры (С°):

Продукта (СПГ) = -162

Грунта = +6 ÷ -5

Воздуха (вне резервуара) = +20

асчет выполнен методом конечных элементов по приведенному уравнению теплопроводности:

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} + \nabla \cdot (-k \nabla T) = Q + q_s T$$

k-теплопроводность материала

1.  $\rho$ - плотность
2.  $C_p$  –теплоёмкость
3.  $q_s$  – коэффициент конвективного теплообмена
4.  $Q$  – интенсивность теплообразования в единице объема
5.  $T$  – температура
6. оператор набла  $\nabla$ (оператор градиента),

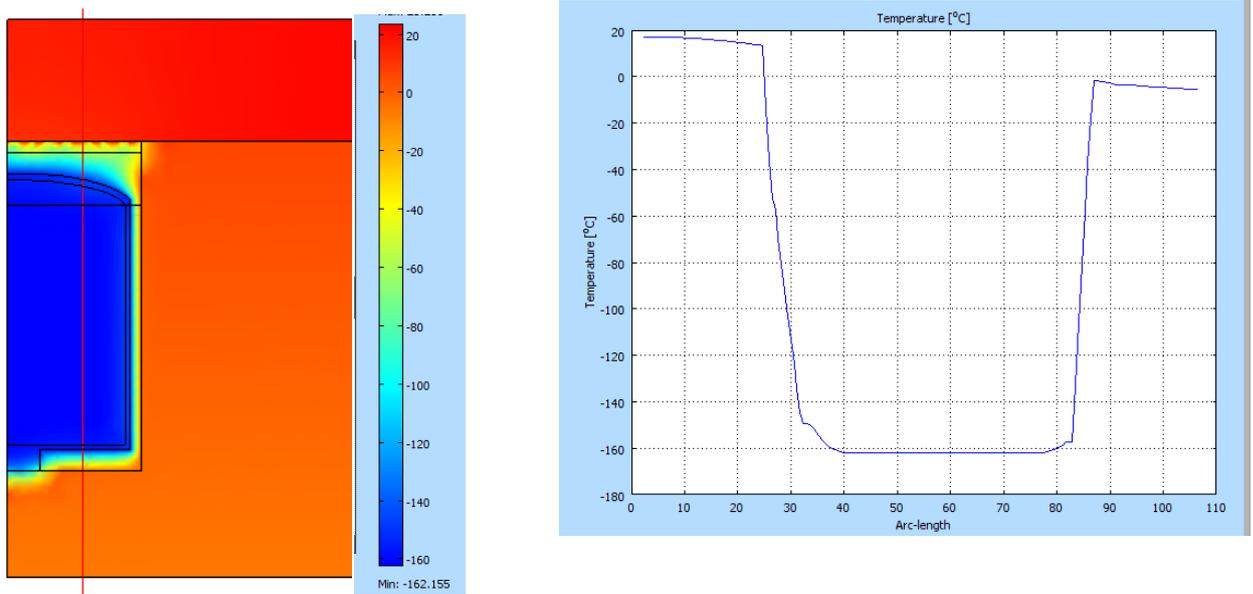


Рис.2. Распределение температуры

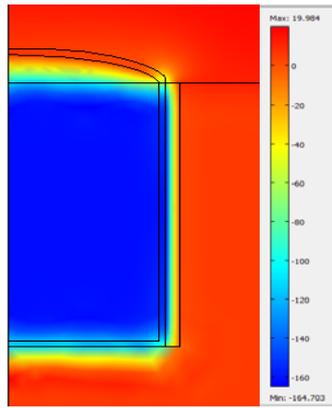


Рис.3. Распределение температуры в заглубленном резервуаре

Анализ полученных результатов:

1. В районе непосредственного соприкосновения фундамента резервуара с грунтом будет происходить большая теплопередача, которая может привести к пучению грунта, что может разрушить дно резервуара.

2. Присутствие железобетонного покрытия с теплоизоляцией над бетонной крышей резервуара и воздушная прослойка между ними существенно снижают теплообмен, присутствующий в варианте заглубленного резервуара (рисунок 3) и приводящий к повышенному процессу испарения СПГ.

3. Присутствие воздуха, имеющего очень низкий коэффициент теплопроводности, между резервуаром и грунтом позволяет исключить его промерзание и пучение и, как следствие, разрушение резервуара.

По результатам выполненной работы предлагается для предотвращения разрушения фундамента и, как следствие, разрушения самого резервуара, создавать воздушное «проветривание» пространства между плитами железобетонных оснований. Это позволит исключить процесс пучения грунта от промерзания.

#### Литература

1. Пособие по проектированию самонапряженных железобетонных конструкций (к СНиП 2.03.01-84)

## Анализ моделей разрезов горных пород

**Коротаев Б. А, Коновалов К. А** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ»,  
кафедра механики сплошных сред и морского нефтегазового дела)

По данным геолого-геофизических исследований строят модели горных пород для идентификации долей литологии разрезов горных пород.

Например, модель карбонатного разреза представляется системой уравнений [1]:

$$dt = 580K_{п} + 155И_{зв} + 141Д_{ол} + 166А_{нг} + 170К_{варц}$$

$$\sigma = 1.1K_{п} + 2.72И_{зв} + 2.86Д_{ол} + 2.98А_{нг} + 2.65К_{варц}$$

$$W = K_{п} + 0.02Д_{ол} - 0.01А_{нг} - 0.01К_{варц}$$

$$K_{п} + И_{зв} + Д_{ол} + А_{нг} + К_{варц} = 1$$

где  $K_{п}$  - коэффициент пористости,  $И_{зв}$ ,  $Д_{ол}$ ,  $А_{нг}$ ,  $К_{варц}$  – соответственно доли известняка, доломита, ангидрита и кварца,  $dt$  - интервальное время,  $\sigma$  - плотность горной породы,  $W$  - влажность породы.

Решение зависит от выбранной модели и под нее составленной системы уравнений.

Пусть модель карбонатного разреза представлена следующим образом:



Составим для нее систему уравнений:

$$dt = 580K_{п} + 155И_{зв} + 141Д_{ол} + 166А_{нг} + 170К_{варц}$$

$$\sigma = 1.1K_{п} + 2.72И_{зв} + 2.86Д_{ол} + 2.98А_{нг} + 2.65К_{варц}$$

$$K_{п} + И_{зв} + Д_{ол} + А_{нг} + К_{варц} = 1$$

$$Dt = 5300K_{п}^2 + 155И_{зв}$$

$$z = И_{зв} + Д_{ол}$$

где  $Dt$  – некоторая функция, а  $z$  сумма двух долей известняка и доломита пусть хотя бы определена приближенно геологом. При поиске решения будем  $z$  изменять от 0.1 до 1 с шагом 0.1.

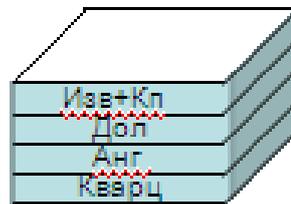
При таких условиях тестовая задача решается лишь при одном условии  $z=0.4$ .

В таблице 1 приведены результаты расчета по модели и по тестовым данным.

Таблица 1

Литология	Модель	Тест
Известняк	0.193	0.2
Доломит	0.207	0.2
Ангидрит	0.198	0.2
Кварц	0.202	0.2
Флюид	0.2	0.2
пористость	0.2	0.2

Если модель карбонатного разреза представить в следующем виде:



Тогда система линейных уравнений модели карбонатного разреза будет иметь вид;

$$d_{тсм} = 155Изв + 580Кп$$

$$\sigma_{сгм} = 1.1Кп + 2.72Изв$$

$$d_t = 147(Кп + Изв) + 141Дол + 166Анг + 170Кварц$$

$$\sigma = 0.764(Кп + Изв) + 2.86Дол + 2.98Анг + 2.65Кварц$$

$$Кп + Изв + Дол + Анг + Кварц = 1$$

$$z = Изв + Дол$$

При решении такой модели горной породы карбонатного разреза при переборе  $z$  от 0 до 1 существует одно решение при  $z=0.4$ , в остальных случаях решения нет. Расчеты производились в системе Mathcad. В таблице 2 приведены результаты расчета по модели и по тестовым данным.

Таблица 2

Литология	Модель	Тест
Известняк	0.2	0.2
Доломит	0.2	0.2
Ангидрит	0.2	0.2
Кварц	0.2	0.2
Флюид	0.2	0.2
пористость	0.2	0.2

Решение другой тестовой системы производилось в двух средах: Mathematica и Mathcad, результаты расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 3

Литология	Mathematica	Mathcad
Известняк	0	0.18
Доломит	0.22	0.12
Ангидрит	0.24	0.27
Кварц	0.34	0.24
пористость	0.19	0.19

Решение производилось также и при распределении поровой жидкости в известняке и кварце.

**Выводы:**

Для поиска решения системы уравнений лучше использовать среду Mathcad. Модели карбонатных пород лучше представлять так, чтобы пластовый флюид был в чем-то распределен или равномерно распределен по всему объему.

Аналогично можно составить модели терригенного разреза и донных отложений.

Литература

1. Научно-технический вестник Каротажник. Тверь 1992 №92 стр.81
2. Добрынин В. М и др. М: Недра, 1986.

## **Проверка пригодности бурильных и обсадных труб метрологическими методами**

**Мохов Г. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологии металлов и судоремонта)

**Аннотация.** В статье приводятся сведения о возможности проверки пригодности бурильных и обсадных труб к использованию по прямому назначению метрологическими методами.

**Abstract.** The article is about experiments on function tests of drilling and casing tubes by metrological methods.

**Ключевые слова:** труба, бурение, метрологическая характеристика, овальность, разностенность, кривизна.

В бурении используются бурильные и обсадные трубы. Естественно, что использование подобных труб оговаривается массой условий, основными из них являются требования, устанавливаемые техническими регламентами, или ГОСТами.

Среди стандартов, разработанных для определения возможности применения упомянутых труб, можно назвать отечественные стандарты ГОСТ 550-75 «Трубы стальные бесшовные для нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности», ГОСТ 631-75 «Трубы бурильные с высаженными концами», ГОСТ 632 – 80 «Трубы обсадные и муфты к ним», ГОСТ 23786 – 79 «Трубы бурильные из алюминиевых сплавов», ГОСТ 5286 – 75 «Замки для бурильных труб» и т. п.

Из массы условий, которые предъявляются к упомянутым трубам, выделим группу условий, которые связаны с метрологическими характеристиками подобных изделий, т. е. с размерами труб, допусками на их изготовление и т. п. Эти параметры должны проверяться в момент изготовления, а потом, после доставки труб непосредственно на буровую, должны проверяться и там. Это требует определенной квалификации исполнителей, и ее приобретение должно стать определенной ступенью в подготовке специалистов по бурению.

Для упрочнения и исключения возможности усталостного разрушения по трубной резьбе применяются, например, бурильные трубы с высаженными внутрь и наружу концами и коническими стабилизирующими

поясками, трубы ТБВК и трубы ТБНК. Размеры труб должны соответствовать рис. 1 и рис. 2.

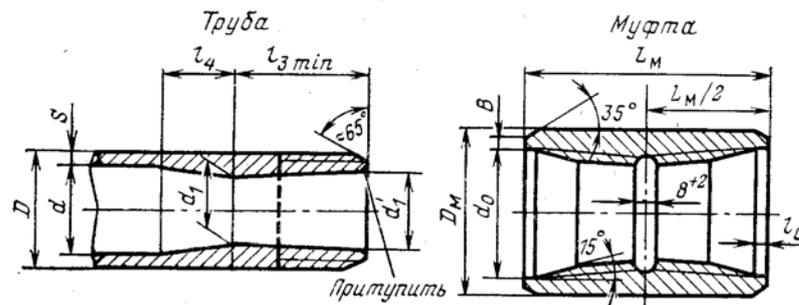


Рис. 1 Труба ТБВК с высаженными внутрь концами и муфта к ней

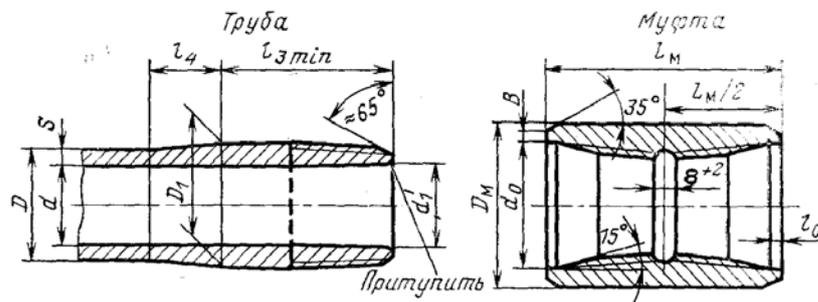


Рис. 2 Труба ТБНК с высаженными наружу концами и муфта к ней  
Допускаются следующие отклонения по размерам таких труб:

- по наружному диаметру трубы, % ±1
- по наружному диаметру муфты, % ±1
- по толщине стенки трубы, % -12,5
- по длине труб длиной 6...8 м, м +0,6
- по длине муфты, мм ±3
- по массе одной трубы, % + 9

Овальность и разностенность не должны выводить размеры трубы за предельные отклонения по наружному диаметру и толщине стенки.

Кривизна труб на концевых участках (на одной трети трубы) не должна превышать 1,3 мм на 1 м длины. Общая кривизна трубы не должна превышать 1/2000 длины трубы. Кривизна конца трубы – это частное от деления стрелы прогиба на расстояние от места измерения до ближайшего конца трубы.

На наружной и внутренней поверхности труб и муфт не допускается наличие плен, раковин, закатов, расслоений и трещин.

Допускается вырубка и зачистка указанных дефектов только вдоль оси трубы при условии, что глубина этих вырубков не выводит толщину стенки за

предельные минусовые отклонения. Заварка, зачеканка или заделка дефектов не допускается.

Поверхность высаженной части трубы и место перехода ее к телу трубы не должны иметь резких уступов. На внутренней поверхности переходной части высаженных наружу концов бурильных труб допускается одно пологое кольцевое незаполнение шириной не выше 40 мм, на внутренней поверхности допускаются следы исправления дефектов и отдельные пологие незаполнения металлом в количестве не более трех штук. Профиль и размеры профиля резьбы труб и муфт к ним должны соответствовать рис. 3 и таблице 1.

Таблица 1. Параметры профиля резьбы (в мм)

Параметры резьбы	Норма
Шаг резьбы $P$	3,175
Глубина резьбы $h_1$	$1,810_{-0,10}^{+0,05}$
Рабочая высота профиля $h$	1,734
Радиусы закругления:	
$r$	0,508
$r_1$	0,432
Зазор $z$	0,076
Угол уклона $\varphi$	$1^\circ 47' 24''$
Конусность, $2 \operatorname{tg} \varphi$	1: 16

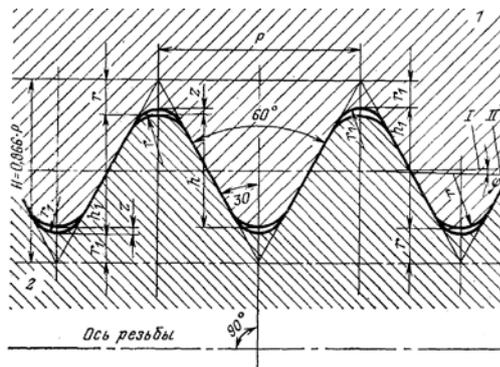


Рис. 3 Профиль резьбы бурильных труб с треугольной резьбой

Предельные отклонения от номинальных размеров трубной треугольной резьбы приведены в таблице 2.

Таблица 2 Предельные отклонения параметров трубной треугольной резьбы

Параметры	Предельные отклонения
Шаг резьбы $P$ :	
на длине 25,4 мм	$\pm 0,075$
на всей длине	$\pm 0,150$

Половина угла профиля	$\pm 1^{\circ} 15'$
Конусность (предельные отклонения по разности двух приняты на длине резьбы 100 мм):	
для труб	+0,30; -0,20
для муфт	+0,20; -0,30

При свинчивании от руки оцинкованных или фосфатированных труб отклонения по натягу  $A = \pm 2,4$  мм рис. 4)

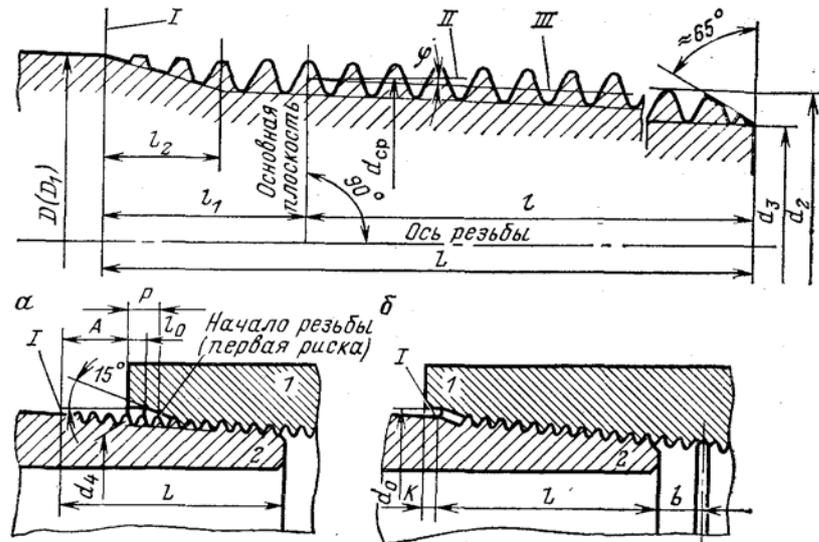


Рис. 4 Резьбовое соединение бурильных труб

1 – муфта, 2- труба

После механического закрепления муфты на трубе торец муфты должен выходить за последнюю риску на трубе на величину  $K = 1,5$  мм с отклонением  $\pm 2,4$  мм. Расстояние от торца муфты до начала резьбы на трубе должно быть  $9 \pm 3,2$  мм.

Мы показали только часть метрологических характеристик, характеризующих соединение бурильных труб. На самом деле их имеется масса, и все они должны соблюдаться при работе с подобными трубами. Как известно, все навыки приобретаются с опытом, и поэтому нам кажется, что подобный опыт студенты – нефтяники могут приобрести в нашем вузе, на кафедре ТМ и С, при изучении дисциплины метрология, стандартизация и сертификация (М,С и С). Для этого необходимо приобрести или получить у сторонних организаций на кафедру упомянутые в тексте данной статьи образцы бурильных, обсадных труб и образцы мерительных инструментов для определения их параметров. Далее, работникам кафедры ТМ и С необходимо будет разработать методические указания по проведению соответствующих работ. По утверждению этих документов следует

СЕКЦИЯ «ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ШЕЛЬФОВЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ» проводить на их основе лабораторные работы со студентами соответствующего направления.

#### Литература

1. А.С. Сароян, и др., Трубы нефтяного сортамента, Справочник специалиста, М, Недра, 1987г.
2. Трубы металлические и соединительные части к ним, Часть 1, Сборник стандартов, ИС, 1981г.
3. Современный англо-русский и русско- английский словарь по нефти и газу, М., «Руссо», 2006г.

**Определение в слоистой геологической среде тех участков в слоях, где плотность – линейно зависящая от горизонтальной координаты функция**

**Рожков А. С.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ)

**Аннотация.** В докладе решена проблема определения плотности слоистой геологической среды с криволинейными границами. Плотность должна линейно зависеть от горизонтальных координат. Настоящий доклад представляет собой способ определения таких областей в слое, в котором плотность является линейной функцией горизонтальных координат.

**Abstract.** The report solved the problem of determining the density of the layered geological environment with curvilinear boundaries. The density should depend linearly on the horizontal coordinates. This report presents a method for determining such areas in the layer in which the density is a linear function of the horizontal coordinates.

Плотность, density.

В докладе [1] было дано решение задачи определения плотности в слоистой среде околоскважинного пространства, при помощи сейсморазведочных данных. В слоях этой среды предполагались известными скорости  $V_i(x)$  или акустические жесткости  $C_i(x)$ , где  $i$  – номер слоя. Скорости или акустические жесткости являлись функциями от горизонтальной координаты  $x$ . Кроме этого были известны плотности  $\rho_{oi}$ , в каждом  $i$ -м слое в скважине. Координата по оси  $Ox$  в скважине была равна  $x_0$ . Предполагалось, что скорость  $V$  и плотность  $\rho$  связаны равенством

$$V = m\rho^k, \quad (1)$$

где  $m$  и  $k$  неизвестные константы. Предполагалось также, что в слоях, плотность  $\rho(x)$  – линейная на некоторых отрезках  $[x_n, x_k]$  функция, то есть  $\rho(x) = ax + \rho_0$ , где  $a$  и  $\rho_0$  неизвестные константы. После чего доказывалось, что параметр  $k$  находится по формуле

$$k = \frac{x_2 - x_1}{\frac{C(x_2)}{C'(x_2)} - \frac{C(x_1)}{C'(x_1)}} - 1$$

где  $x_1$  и  $x_2$  координаты двух различных точек, принадлежащих отрезку  $[x_n, x_k]$ .

Затем выводилась формула для нахождения плотности в слое

$$\rho(x) = \rho(x_0) \left( \frac{C(x)}{C(x_0)} \right)^{\frac{1}{k+1}}$$

В этой работе дается способ определения тех участков слоя, в которых плотность линейно зависит от горизонтальной координаты.

Итак, если  $\rho(x)$ -линейная функция, то и  $\frac{\rho(x)}{\rho'(x)}$  линейная функция. Поэтому там где  $\frac{\rho(x)}{\rho'(x)}$  не линейная функция и  $\rho(x)$ -не линейная функция. Следовательно, искать участки, на которых  $\rho(x)$ -линейная функция нужно лишь там, где  $\frac{\rho(x)}{\rho'(x)}$  линейная функция.

Однако легко устанавливается, что при условии (1)  $\frac{C(x)}{C'(x)} = \frac{1}{1+k} \frac{\rho(x)}{\rho'(x)}$ . Это равенство выведено в [1]. Из этого равенства в силу того, что  $\frac{1}{1+k} = \text{const}$  следует, что функции  $\frac{C(x)}{C'(x)}$  и  $\frac{\rho(x)}{\rho'(x)}$  одновременно линейны или одновременно не линейны. Что это может нам дать? А вот что. Мы можем и не зная функции  $\rho(x)$ , но зная функцию  $C(x)$ , определить участок на котором линейна функция  $\frac{\rho(x)}{\rho'(x)}$ , если сможем определить участок, на котором линейна функция  $\frac{C(x)}{C'(x)}$ . А это можно сделать, так как нам дана функция  $C(x)$ .

Какой же может быть  $\rho(x)$ , если  $\frac{\rho(x)}{\rho'(x)}$  линейная функция? Для ответа на этот вопрос потребуем, чтобы функция  $\frac{\rho(x)}{\rho'(x)}$  была линейной. Пусть  $\frac{\rho(x)}{\rho'(x)} = ax + b$ . Откуда

$$\rho(x) = \rho'(x)(ax + b) \quad (2)$$

Это обыкновенное линейное дифференциальное уравнение 1-го порядка.

Решим это уравнение. Запишем (2) так

$$\rho(x) = \frac{d\rho}{dx}(ax + b)$$

Это уравнение с разделяющимися переменными. Решим его, разделяя переменные.

$\frac{d\rho}{\rho(x)} = \frac{dx}{ax + b}$ ;  $\rightarrow \frac{d\rho}{\rho(x)} = \frac{1}{a} \frac{d(ax + b)}{ax + b}$ . Интегрируя последнее равенство, получим:

$$\ln|\rho(x)| = \frac{1}{a} \ln|ax + b| + \ln|C|; \rightarrow \ln|\rho(x)| = \ln|C| + \frac{1}{a} \ln|ax + b|. \text{ Отсюда}$$

$$|\rho(x)| = |C| |ax + b|^{\frac{1}{a}}.$$

В силу того, что  $\rho(x) > 0$  получим, что

$$\rho(x) = C |ax + b|^{\frac{1}{a}}. \quad (3)$$

где  $C > 0$

Итак, выделяя участки, на которых  $\frac{c(x)}{c'(x)}$  линейная функция, а мы можем это сделать, мы, тем самым, выделим участки, на которых функция  $\rho(x)$  будет подчиняться условию (3), при некоторых постоянных  $C$ ,  $a$  и  $b$ . При  $a=1$  функция  $\rho(x)$  будет линейной функцией. Это вполне возможно на некотором отрезке. При небольших отклонениях параметра  $a$  от единицы функция  $\rho(x)$  должна вести себя почти линейно. Но если параметр  $a$  таков, что функция  $\rho(x)$  ведет себя существенно не линейно, то должна ли она вести себя как степенная функция, как это следует из (3)? Ее поведение по большей части зависит от глубины, на которой находится слой в точке  $x$ . А эта глубина совсем не должна изменяться так, чтобы выполнялось условие (3) и ни каким образом это изменение не должно зависеть от этого условия. Но, когда значение параметра  $a$  станет таким, что  $\rho(x)$  поведет себя не линейно, по формуле (3)  $\rho(x)$  поведет себя как степенная функция. Другими словами, если мы нашли участок слоя, на котором  $\frac{c(x)}{c'(x)}$  линейная функция, то на этом участке либо  $\rho(x)$  ведет себя как линейная или почти линейная функция, либо она ведет себя обязательно как степенная функция. Вероятность же, что плотность поведет себя как степенная функция, близка к нулю. Из этого следует, что если  $\frac{c(x)}{c'(x)}$  линейная функция, то вероятность того, что плотность линейная функция близка к единице.

#### Литература

1. Определение плотности в слоистой среде околоскважинного пространства по сейсмическим данным. МГТУ Международная научно-техническая конференция «Наука и образование – 2013», стр. 767-769. Мурманск 2013.

**Условия формирования, распространения и залегания  
многолетнемерзлых отложений на шельфе Печорского и Карского морей**

**Рокос С. И.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра механики сплошных сред и морского нефтегазового дела)

**Аннотация.** Многолетнемерзлые породы шельфа Печорского и Карского морей по своему происхождению являются реликтовыми эпигенетическими образованиями, сформированными в течении последней позднеплейстоценовой регрессии (около 18-20 тыс. лет назад), когда уровень океана опустился до отметок -90...-140м. Они характеризуются островным типом распространения.

**Abstract.** Permafrost strata within the shelf of the Pechora and the Kara Seas are of relic epigenetic genesis and formed throughout the last Late-Neo-Pleistocene regression (about 18-20 ka), when the sea level decreased down to -90...-140 m. These permafrost formations are specified by insular pattern of development.

**Ключевые слова:** шельф, Печорское море, Карское море, многолетнемерзлые породы.

**Key words:** shelf, the Pechora Sea, the Kara Sea, permafrost.

Проблема многолетнемерзлых пород Баренцево-Карского шельфа начала предметно обсуждаться с середины 70-х годов прошлого века. Первые прямые данные, подтверждающие наличие здесь многолетнемерзлых льдистых образований, были получены при бурении, проведенном ОАО АМИГЭ с припайного льда у побережья п-ва Харасавэй и с буровых судов в Печорском море на площадях месторождений Поморское и Варандей-море в период с 1980 по 1983гг. Позднее бурением были вскрыты многолетнемерзлые породы около структуры Полярная, на месторождениях Медыньское-море, Русановское, а также в Байдарцкой губе и заливе Шарапов Шар Карского моря и других районах [1].

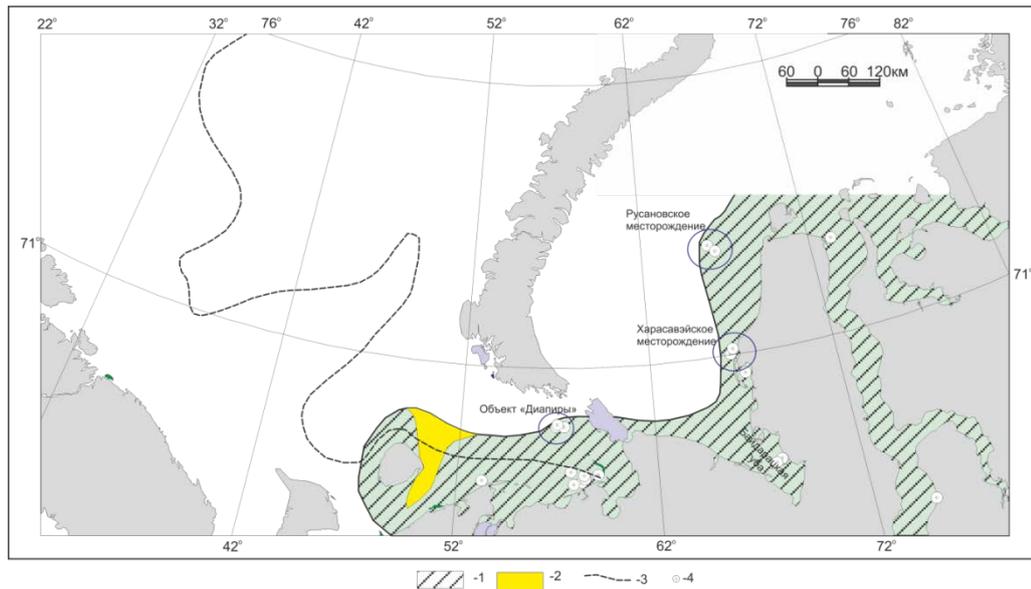


Рис. 1. Область распространения многолетнемерзлых пород на шельфе Печорского и Карского морей. 1- область распространения многолетнемерзлых грунтов, 2- талики, 3- изотерма 0оС температуры дна, 4- инженерно-геологические скважины, вскрывшие многолетнемерзлые породы.

В Печорском море и на мелководном юго-западном Карском шельфе рядом инженерно-геологических скважин на удалении от берега до 126км и более при глубинах моря до 103м были вскрыты мерзлые льдистые грунты (Рис. 1). Кровля разбуренных мерзлых массивов залегает обычно на глубине 15-50м ниже поверхности дна. Вскрытая мощность составляет около 20-30м. Распространение мерзлых льдистых пород носит островной характер. Они развиты в виде локальных разрозненных массивов неясной конфигурации.

На большей части площади акваторий Обской и Тазовской губ, а также, предположительно, и Гыданской и Печорской губах, мерзлые породы практически отсутствуют. По видимому данные акватории представляют собой крупные талики, что обусловлено воздействием относительно теплого стока впадающих рек. Здесь мерзлые льдистые грунты были вскрыты лишь в прибрежных районах на удалении не более 1км от береговой линии. Эти районы приурочены к участкам, которые относительно недавно погрузились под воду в результате интенсивной термоабразии, либо к искусственно врезанным в побережье заливам (порт Ямбург). Кроме того, крупный талик выделен также у западного побережья о. Колгуев. Вероятно, его наличие связано с древней речной долиной одного из палеорусел пра-Печоры.

Многолетнемерзлые глинистые отложения представлены в основном пластично-мерзлыми образованиями. В кернах из пластичномерзлых глинистых образований наблюдаются наклонные шпирь льда мощностью до 20-30см

(вероятно, фрагменты сетчатой криотекстуры). Песчаные разности находятся в твердомерзлом состоянии и отличаются массивной криотекстурой. В ряде разрезов (Байдарацкая губа, площадь Русановского месторождения и др.) в кровле мерзлой толщи скважинами вскрыты ледогрунтовые образования мощностью 3-5м. Они характеризуются высокой (50-70% и более) льдистостью, а также базально-атакситовой криотекстурой.

На общем фоне описанных геокриологических условий резко выделяется район, расположенный в Печорском море приблизительно в 60км на ЮЗЗ от пролива Карские ворота (Рис. 1). Этот район получил условное название «Диапиры». Данный район приурочен к относительно глубокой депрессии, на дне которой широко развиты локальные диапироподобные поднятия с относительны превышением до 20-30м при диаметре основания 50-100м. Глубина моря составляет при этом 50-70м [2]. Материалы проведенного здесь бурения показали, что эти поднятия сложены ледогрунтовыми образованиями. Кровля мерзлоты на сводах поднятий залегает на глубине менее 0.5м, мощность мерзлой толщи превышает при этом 100м. На участках между локальными поднятиями кровля мерзлой толщи залегает на глубине около 20-30м от поверхности дна.

Температура мерзлых грунтов по данным измерений в кернах и *in situ* в Печорском и составляет около  $-1.5...-2.0^{\circ}\text{C}$ , в юго-западной части Карского моря (Байдарацкая губа) она снижается до  $-2^{\circ}...-3^{\circ}\text{C}$ . Эти значения довольно близко к температуре таяния соответствующих грунтов. В скважинах, вскрывших мёрзлые грунты зависимости температуры от глубины ниже кровли мерзлой толщи безградиентные. Над кровлей градиент отрицательный.

В целом многолетнемерзлые льдистые грунты Печорского и Карского морей рассматриваются нами как реликтовые эпигенетические образования. Предполагается, что они были сформированы в течении последней сартанской регрессии, когда уровень моря опустился до отметки около -90...-140м (в качестве средней можно принять оценку -120м). В ходе последующей трансгрессии мерзлый массив оказался перекрыт водами современного бассейна с температурами, превышающими температуру таяния мерзлых грунтов. В результате реликтовая мерзлая толща в существенной степени деградировала (на значительной части площади региона – полностью).

Литература

1. Рокос С.И, Длугач А.Г., Локтев А.С, Костин Д.А., Куликов С.Н. Многолетнемерзлые породы шельфа Печорского и Карского морей: генезис, состав, условия распространения и залегания // Инженерные изыскания, №9, 2009, с. 39-41
2. Бондарев В.Н., Длугач А.Г., Костин Д.А., Рокос С.И., Полякова Н.А. Подмерзлотные скопления газа в верхней части осадочного чехла

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ  
ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ**

## Структуры сростаний титанита, рутила и ильменита в метаморфических породах западной части Кольского региона

**Бороздина С.В.<sup>1</sup>, Нерадовский Ю.Н.<sup>1,2</sup>** (<sup>1</sup> – г. Апатиты, АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра геологии и полезных ископаемых; <sup>2</sup> – г. Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН)

**Аннотация.** В статье рассматриваются взаимоотношения титановых минералов в породах западной части Кольского региона. Показано, что минералы тесно сростаются друг с другом вследствие замещения. Установлено, что титановые минералы в метаморфических породах частично сохраняют первичные признаки метаморфических условий кристаллизации, но в основном отражают условия гидротермальных процессов, локально проявленных в различных зонах постметаморфического преобразования пород.

**Abstract.** In this article the relationships of titanium minerals in western part of the Kola region rocks are examined. It is shown that minerals are closely fused with each other due to substitution. Determined that titanium minerals in metamorphic rocks partially retain primary attributes of metamorphic crystallization, however they mostly reflect the conditions of hydrothermal processes that occurred locally in different areas of postmetamorphic rock transformation.

**Ключевые слова:** ильменит, рутил, метаморфические породы.

**Key words:** titanite, ilmenite, rutile, metamorphic rocks.

Метаморфические породы Кольского региона содержат значительное количество титановых минералов – титанита, ильменита, рутила и др., минералогия которых в литературе практически не освещена, а в большинстве петрографических описаний они обозначаются как «рудные» минералы. Вместе с тем, эти минералы представляют большой научный и практический интерес [1, 2].

Главной целью работы являлось изучение генетических особенностей минералов, которые выражены в структурных взаимоотношениях. Основным методом исследований являлся рудно-микроскопический – в отраженном свете, использованы также петрографический и электронно-зондовый методы. Анализ возрастных взаимоотношений минералов проводился на основе теоретических работ по онтогении минералов и агрегатов [3, 4].

Ниже представлены результаты изучения структурных взаимоотношений титановых минералов в метаморфических породах

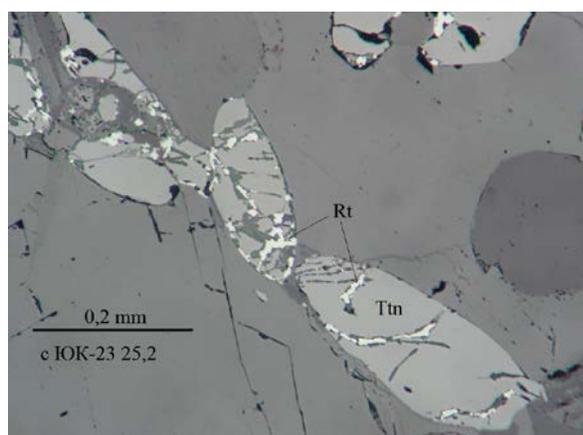
Южно-Ковдорского участка, Южной Печенги, Кеулик-Кениримского рудного узла, участка озера Верхние Кичаны и др.

Основные типы сростаний титановых минералов в метаморфических породах.

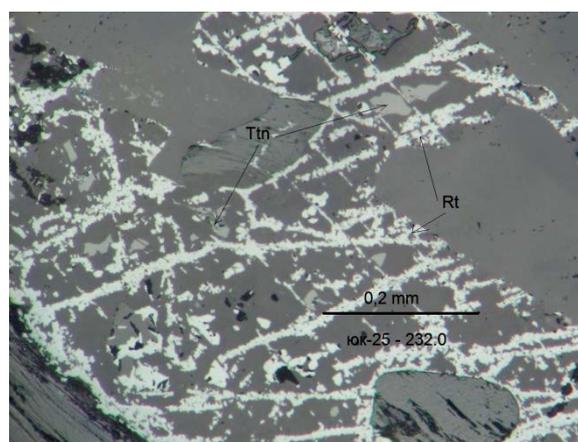
Нами установлено 5 типов (рядов) замещений рассматриваемых минералов: 1) замещение титанита рутилом, 2) замещение рутила титанитом, 3) замещение титанита ильменитом, 4) замещение ильменита титанитом, 5) замещение ильменита рутилом.

1. Замещение титанита рутилом, наиболее широко развитый процесс.

При замещении титанита рутилом, как и во всех ниже рассматриваемых случаях псевдоморфного замещения, протекают топохимические реакции, в ходе которых на начальном этапе замещения развивались разнообразные вростки рутила в виде цепочек неправильной формы или секущих прожилков (рис. 1а). Более интенсивное замещение выражено в виде густых сетчатых структур (рис. 1б), укрупнения зерен рутила и появлении сплошных блоков, между которыми еще можно встретить титанит. Крайняя форма замещения – полное замещение титанита и образование псевдоморфоз рутила по титаниту (рис. 1в). Обычно они образованы тонкой сетью и неправильными зернами рутила и не бывают сплошными.



а



б

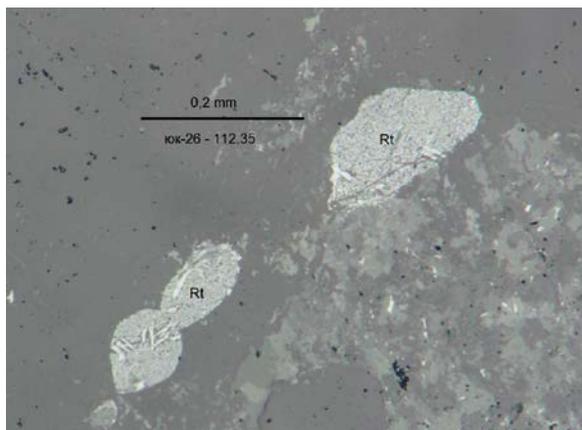


Рис. 1. Структуры, образующиеся при замещении титанита рутилом:  
а – прожилковая, б – сетчатая,  
в – псевдоморфная.

**2. Замещение рутила титанитом.** «Обратный» процесс замещения наблюдается реже. В процессе замещения титанит образовывал каймы вокруг рутила (рис. 2), т.е. замещение имело диффузионный характер. В результате не полного замещения в ядрах зерен титанита остаются реликтовые зерна рутила.

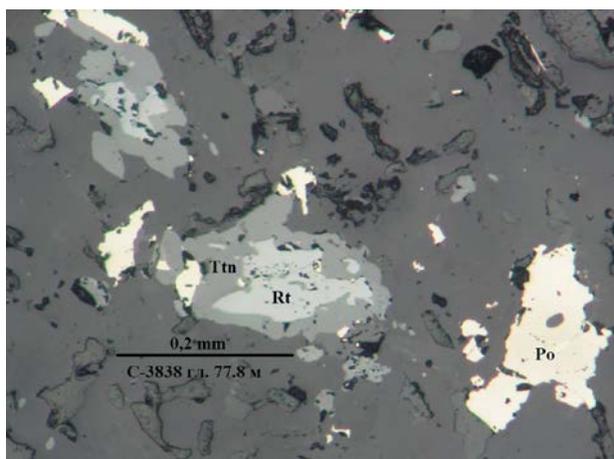


Рис. 2. Каемчатая структура замещения рутила титанитом: в зернах титанита видны реликты рутила в ядровых частях.

**3. Замещение ильменита титанитом** происходит аналогично замещению рутила (рис. 2). Ильменит замещается с краев зерен, вначале в виде тонких неполных кайм, постепенно расширяющихся с углублением процесса, вплоть до полных псевдоморфоз. Структуры замещения развиваются с сохранением внешней формы и реликтовых зерен ильменита.

**4. Замещение титанита ильменитом** – «обратный» процесс, сопровождается, в отличие от предыдущего, образованием сложных игольчатых, пластинчатых и мirmekитовых структур (рис. 4а). Замещение происходит часто с участием сульфидов и по титаниту, на контакте с сульфидами, развиваются мелкозернистые и радиально-лучистые агрегаты ильменита (рис. 4б), среди которых может присутствовать вкрапленность

пирротина или пирита. Полные псевдоморфозы ильменита по титаниту выполнены сложными сетчатыми сростками ильменита.

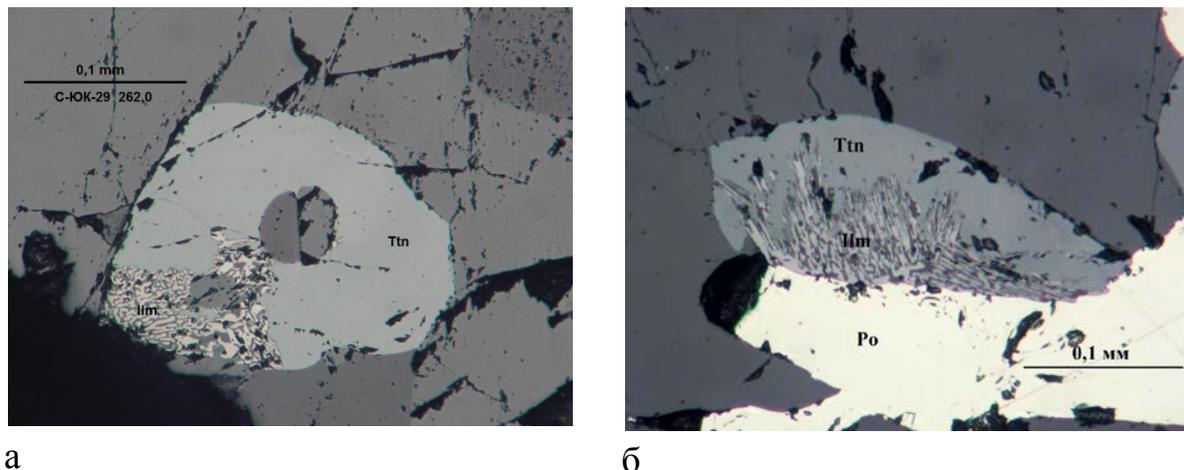


Рис. 4. Различные формы замещения титанита ильменитом: а – мирмекитовые, б – радиально-лучистые.

5. **Замещение ильменита рутилом** наблюдается редко и установлено пока только в породах Кейв. На начальном этапе замещения образуются тонкие прожилки и неправильные блоки рутила в ильмените. Далее происходит утолщение прожилков и увеличение размера зерен рутила. Наиболее глубокое из наблюдаемых площадных замещений ильменита рутилом составляло 50 % и сопровождалось выделением вкрапленности пирротина непосредственно в псевдоморфозе рутила по ильмениту, т.е. с участием сернистых растворов, аналогично развитию ильменита по титаниту.

#### Выводы

1. В метаморфических породах выявлен широкий спектр сростаний титановых минералов, выделено 5 типов замещений: титанит ← рутил, рутил ← титанит, титанит ← ильменит, ильменит ← титанит и ильменит ← рутил.

2. Установлено, что одинаковые реакции происходили с титановыми минералами в разных районах и метаморфических породах. Разные ряды замещений минералов наблюдаются в пределах одного и того же участка. Это дает основание предполагать, что изменение титановых минералов контролировалось не региональным метаморфизмом, а локальными зонами гидротермальных и метасоматических изменений.

3. Направление процесса замещения одного титанового минерала другим может привести к образованию как более богатых, так и бедных по титану минералов, т.е. как к ухудшению, так и улучшению качества титановых руд, поэтому изучение процессов изменения титановых

минералов может быть использовано в качестве поисковых признаков и для оценки технологических свойств титановых руд.

#### Литература

1. Ляхович, В.В. Акцессорные минералы как индикаторы рудообразования/ В.В. Ляхович, Н.Г. Родзянко. – Ростов, Изд-во Ростовского университета, 1974. – 256с.
  2. Костылева-Лабунцова, Е.Е. Минералогия Хибинского массива / Е.Е. Костылева-Лабунцова [и др.]. – М.: Наука, 1978. – Том 1. – 228 с.
  3. Григорьев, Д.П. Онтогения минералов / Д.П. Григорьев. – Львов: Изд-во Львовского государственного ун-та, 1961. – 284 с.
- Григорьев, Д.П. Онтогения минералов / Д.П. Григорьев, А.Г. Жабин – М.: Наука, 1975. – 339 с.

## Метасоматиты контактовых ореолов массивов девонской Кольской щелочной провинции

**Козлов Е. Н.** (г. Апатиты, Геологический институт Кольского научного центра РАН; г. Апатиты, АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра геологии и полезных ископаемых, кафедра геологии и полезных ископаемых)

**Аннотация.** Сравнение контактовых зон щелочно-ультраосновного – карбонатитового комплекса Озёрная Варака и агпаитовых сиенитовых массивов Хибин и Ловозера выявило существенные различия на минеральном и геохимическом уровнях изучения, которые позволяют предположить разницу в составах фенитизирующих агентов и объемах отделившихся флюидных фаз. При формировании фенитовых ореолов щелочно-ультраосновных комплексов в породы обрамления инфильтровался гигантский объем существенно водного раствора, бедного прочими летучими компонентами. Метасоматическая переработка гнейсов вокруг агпаитовых сиенитовых плутонов происходила под воздействием незначительных объемов гетерофазного флюида, состоящего из собственно гидротермального водного раствора и высокоплотного фторидного рассола.

**Abstract.** Comparison of the contact zones of alkaline ultrabasic carbonatite massif of the Ozernaya Varaka and agpaite syenite massifs of Khibiny and Lovozero revealed that there are significant differences in mineral and geochemical characteristics between contact aureoles of alkaline ultrabasic carbonatite massif of the Ozernaya Varaka and Khibiny and Lovozero agpaite syenite massifs, which suggested the difference in compositions of fenitic factors and volumes of detached fluid phases. Huge volume of substantially aqueous solution depleted in others components infiltrated during formation of fenitic contacts aureoles of alkaline ultrabasic complexes. Metasomatic alteration in gneisses around agpaite syenite intrusive occurred under the impact of low volumes of heterophase fluid consisting of hydrothermal aqueous solution and high-density fluorine-bearing brine.

**Ключевые слова:** контактовый ареол, метасоматоз, фениты, щелочные комплексы, Хибин, Ловозеро, Озёрная Варака, Кольский регион.

**Key words:** contact aureole, metasomatism, fenites, alkaline complexes, Khibiny, Lovozero, Ozernaya Varaka, Kola region.

Геохимическая специфика щелочных магм заключается в их обогащенности высокозарядными (HFSE), крупноионными литофильными (LILE) и редкоземельными (REE) элементами. Это определило формирование крупных, в том числе супергигантских, месторождений высоколиквидных редких металлов (Nb, Ta, Zr, Hf, U, REE), приуроченных к массивам щелочной формации, в связи с чем

исследование механизмов формирования подобных комплексов носит не только научное, но и практическое значение. Характерной чертой подобных массивов является широкое развитие контактово-метасоматических пород – фенитов и фенитизированных гнейсов, объем которых подчас сопоставим с объемом слагающих интрузивы магматитов. По этой причине при проведении любых петрологических исследований, касающихся данных комплексов, представляется необходимым учитывать масштабы метасоматического массопереноса вещества в породы обрамления, подчас – очень значительного. Несмотря на то, что к настоящему моменту времени известно более 25 плутонических комплексов, входящих в девонскую Кольскую щелочную провинцию, исследование синмагматических метасоматитов щелочно-ультраосновных массивов в большинстве случаев затруднено в связи с их низкой степенью обнаженности и/или плохой сохранностью вследствие преобразования на более поздних «карбонатитовых» этапах становления. Редкое исключение составляют массивы Ииваара (Финляндия) и Озерная Варака (Россия, Кольский полуостров), которые сложены преимущественно фойдолитами, а щелочные ультрамафиты и карбонатиты присутствуют в подчиненном количестве. Сопоставление результатов проведенных нами исследований синмагматических метасоматитов массива Озерная Варака с данными по зонам контактового взаимодействия Хибинского и Ловозерского агпайтовых массивов [1] выявило ряд существенных различий:

1. Диспропорция размеров фенитовых ореолов. Ширина зон контактового взаимодействия гигантских массивов Хибин и Ловозера составляет первые десятки метров, в то время как аналогичные зоны вокруг щелочно-ультраосновных комплексов по масштабам часто сопоставимы с размерами самих интрузий.

2. Согласно проведенным модельным расчетам, во флюиде, инициировавшем фенитизацию приконтактных пород щелочно-ультраосновных массивов, преобладали, по всей видимости,  $H_2O$  и (в меньшей степени)  $CO_2$ . В фенитизированных породах Ловозерского массива присутствует флюорит, а содержания F достигают 0.58 – 0.70 мас. %, что свидетельствует о более сложном анионном составе воздействовавшего раствора и его обогащенности фтором.

3. Различная степень подвижности HFSE и REE в процессах контактового взаимодействия щелочно-ультраосновных и агпайтовых

магм с гнейсами обрамления. Проведенный расчет баланса масс показал, что при близких концентрациях данных компонентов в «протолитах», значения абсолютного привноса-выноса для моделей формирования фенитов агпаитовых комплексов в 3 – 10 раз превышают аналогичные оценки для фенитов щелочно-ультраосновного массива Озёрная Варака.

Возможным объяснением природы данных фактов является различие состава агентов фенитизации для щелочно-ультраосновных и агпаитовых сиенитовых комплексов. Декомпрессия, сопровождающая процесс внедрения щелочных магм, способствовала отделению значительного объема флюидной фазы с самых ранних стадий становления щелочных комплексов [2]. В то же время, растворимость воды и прочих летучих компонентов в значительной мере зависит от химического состава магматического расплава и возрастает по мере увеличения его щелочности [3]. В связи с этим растворимость воды в щелочно-ультраосновных расплавах существенно ниже, чем в агпаитовых, за счет чего обособление фенитизирующего раствора в щелочно-ультраосновных комплексах происходило на более высокотемпературном этапе, при повышенной за счет термического разуплотнения флюидопроницаемости пород обрамления, а объем отделявшейся флюидной фазы был чрезвычайно велик. Обедненность фенитизирующего раствора щелочно-ультраосновных комплексов наряду с прочими летучими компонентами ( $\text{CO}_2$ , Cl, S) фтором объясняется тем, что коэффициент распределения фтора в системе флюид – щелочной расплав значительно ниже единицы [4]. Как установлено, именно участие фтора во многом определяет степень мобильности таких малоподвижных компонентов, как высокочargedные и редкоземельные элементы [5, 6], что и объясняет слабый привнос HFSE и REE в процессе формирования фенитов щелочно-ультраосновных комплексов. В ходе становления агпаитовых плутонов отделение флюида происходило иначе. Незначительность масштабов переработки пород обрамления, вероятно, связана с высокой растворимостью воды в агпаитовых расплавах, что препятствовало отделению паро-газовой фазы. В то же время, в ходе кристаллизации водосодержащих агпаитовых магм становится возможен непрерывный переход от силикатного расплава к остаточному концентрированному рассолу, способному эффективно экстрагировать редкоземельные металлы [3, 6]. По всей видимости, формирование ореола фенитизации вокруг массивов Хибин и Ловозера

произошло на позднемагматическом этапе эволюции комплексов под воздействием сложного гетерофазного флюида, состоящего из собственно гидротермального водного раствора и высокоплотного фторидного рассола. Подтверждением этого является возраст цирконов из зоны экзоконтактовых метасоматитов Ловозера, показывающий, что их формирование происходило на несколько миллионов лет позднее главной фазы становления агпайтовых сиенитов [7]. Генерация флюидной фазы происходила не во всем объеме магматической камеры, а в узкой эндоконтактовой зоне шириной до 200 метров. Отделение флюида привело к изменению вещественного состава пород данной зоны, резко отличных от нефелиновых сиенитов внутренних частей массива.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 12-05-00244).

#### Литература

1. Арзамасцев, А.А. Контактное взаимодействие агпайтовых магм с гнейсами фундамента: на примере Хибинского и Ловозерского массивов / А.А. Арзамасцев [и др.] // Петрология. – 2011. – Т. 19. – №2. – С. 115–139.
2. Когарко, Л.Н. Летучие компоненты в магматических процессах / Л.Н. Когарко [и др.] // Геохимия. – 1978. – №9. – С. 1293–1321.
3. Когарко, Л.Н. Проблемы генезиса агпайтовых магм / Л.Н. Когарко. – М.: Наука, 1977. – 293 с.
4. Когарко, Л.Н. Фтор в силикатных расплавах и магмах / Л.Н. Когарко [и др.]. – М.: Наука, 1981. – 128 с.
5. Rubin, J.N. The mobility of zirconium and other “immobile” elements during hydrothermal alteration / J.N. Rubin [et al.] // Chemical Geology. – 1993. – V. 110. – P. 29–47.
6. Граменицкий, Е.Н. Фазовые отношения во фторсодержащей гранитной и нефелин-сиенитовой системах и распределение элементов между фазами (экспериментальное исследование) / Е.Н. Граменицкий [и др.]. – М.: ГЕОС, 2005. – 188 с.
7. Арзамасцев, А.А. Длительность формирования полифазной магматической системы палеозойских щелочных комплексов центральной части Кольского полуострова: U-Pb, Rb-Sr, Ar-Ar данные / А.А. Арзамасцев [и др.] // Доклады РАН. – 2007. – Т. 413. – №5. – С. 666–670.

## Некоторые черты петрогеохимической эволюции архейских метабазитов Кольского региона

Козлов Н.Е.,<sup>1,2</sup> Мартынов Е.В.,<sup>1,2</sup> Сорохтин Н.О.,<sup>1,2,3</sup> Марчук Т.С.<sup>2</sup>

(1 – г. Апатиты, АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра геологии и полезных ископаемых; 2 – г. Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН; 3 – г. Москва, Институт океанологии РАН им П.П.Ширшов)

**Аннотация.** Авторами рассмотрена эволюция состава архейских основных пород Кольского региона. Для этой цели был разработан метод поиска тренда отличий групп пород в заданных рядах совокупностей. В ходе исследований выявлены новые тенденции, проявленные в цикличности изменения состава пород в ходе геологического времени.

**Abstract.** The authors examined the evolution of Archean mafic rocks of the Kola region. For this purpose was developed the method of search of a trend of differences of groups of breeds in the set ranks of sets. The studies revealed new trends manifested in cyclical changes in the composition of rocks in the course of geological time.

**Ключевые слова:** эволюция состава, основные породы, докембрий, поиск тренда отличий.

**Key words:** evolution of the composition, basic rocks, Precambrian, search trend differences.

Важным при изучении эволюции состава метамагматитов раннего докембрия является ранжирование объектов по времени формирования их протолитов. Понимая, что при решении данного вопроса будущее, без сомнения, принадлежит геохронологии, авторы настоящей работы полагают, что определенную роль здесь могут играть и петрогеохимические методы, позволяющие выявлять тренды изменения состава пород и их ассоциаций во времени, как это было неоднократно показано ранее [1, 2, 3]. Важно и то, что они одновременно позволяют описывать тенденции изменения состава породных ассоциаций во времени, используя количественные показатели. В рамках этого направления проведены и настоящие исследования.

Методологически авторы придерживались выбранного ранее подхода – сравнение однотипных по петрогеохимической номенклатуре образований. В настоящей работе для изучения были выбраны породы основного состава, метаморфизованные аналоги которых распознаются наиболее надежно и достаточно широко распространены в пределах большинства раннедокембрийских комплексов. Состав этих пород

изучался во всех доступных авторам структурах архея Кольского региона. В итоге было исследовано подавляющее большинство структур раннего докембрия региона. Кроме того, с учетом его возможной генетической связи с архейскими образованиями Карелии, Канады и Гренландии, для некоторых сопоставлений использовались данные о составе основных пород этих регионов. Всего в работе были использовано более 2100 полных силикатных анализов.

Для нахождения тенденций в изменении вещественного состава пород, при переходе от одной какой-либо группы к другой, был применен метод поиска тренда отличий в заданных рядах совокупностей при введённом исследователем отношении частичного порядка [4]. Содержательно задача моделирования сводится к аппроксимации отношения частичного порядка линейной функцией  $P:Z \rightarrow R$ , связанной с параметрами химического состава образований в виде  $P(Z_i) = M\{(c, Z_i)\}$ . Качество аппроксимации оценивается значением функционала:

$$J(P) = \min_U \sum \lambda((c, Z_i), (c, Z_j)), \text{ где } U = \{(Z_i, Z_j) | Z_i < Z_j\}.$$

Вектор  $c$ , который будем называть фактором частичного порядка  $F$ , характеризует общую направленность (тренд) изменчивости химических составов относительно частичного порядка (рис.1).

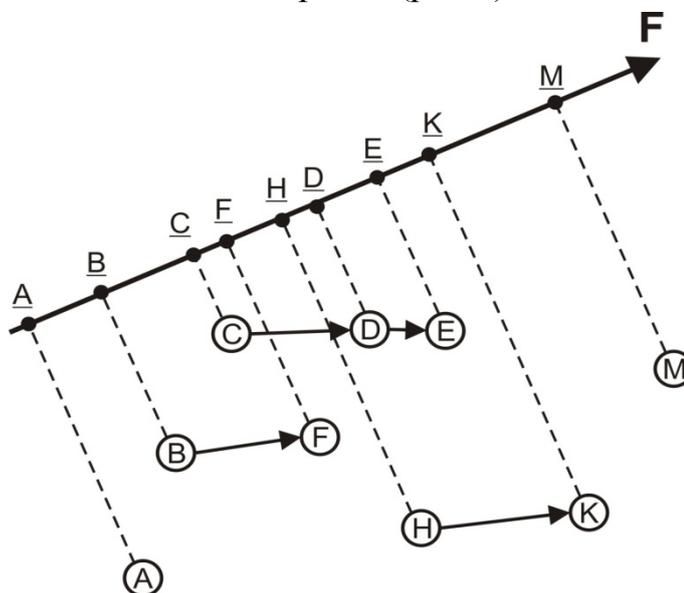


Рис. 1. Пример представления отношения частичного порядка в виде графа: В предшествует ( $\rightarrow$ ) F;  $C \rightarrow D$ ;  $D \rightarrow E$ ;  $H \rightarrow K$ . Положение A и M, а также B и F относительно C, D и E, а также H и K и на факторе F изначально не задается

Для поиска возможного тренда изменения состава архейских пород от более молодых к более древним были сформулированы условия, определенные, исходя из геологической ситуации: 1. Титовско-Колмозерский пояс является более молодым по отношению к Мурманскому и Кольско-Норвежскому доменам, поскольку его породные ассоциации на дометаморфическом этапе формировались в результате взаимодействия последних на границе между ними [5]; 2. Лапландский гранулитовой пояс является более молодым по отношению к Лоттинскому домену и Беломорскому подвижному поясу, в результате взаимодействия которых и происходило его заложение как вулканогенно-осадочного комплекса; 3. Породы древнейших комплексов Карелии, Канады и Гренландии, исходя из имеющихся датировок, сформированы, в сравнении с архейскими метаморфитами Кольского региона, на более раннем этапе развития Земли. Следует отметить, что неоднозначность трактовки возраста протолита Лапландского гранулитового пояса не меняет сути второго условия, поскольку оно выполняется при принятии как архейского, так и протерозойского времени заложения данной структуры.

Далее был найден фактор, характеризующий тренд изменения состава metabазитов, при котором одновременно выполняются сформулированные выше условия, причем отличия пород для каждой из частных задач должны быть значимыми при 5%-м уровне значимости (рис.1).

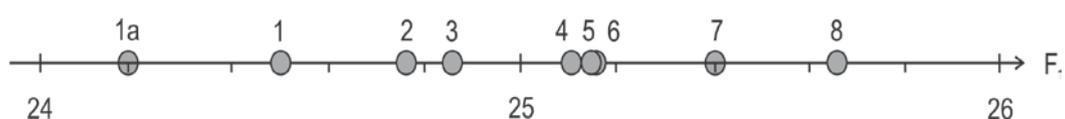


Рис.1. Положение точек составов архейских metabазитов Кольского региона в сравнении с образованиями Карелии, Канады, Гренландии на факторе  $F_1=0.34SiO_2-0.46TiO_2+0.25Al_2O_3+0.19\Sigma Fe+0.19MnO-0.07 MgO+0.38CaO-0.24Na_2O-0.57K_2O$ . 1a – древнейшие образования Карелии, Канады, Гренландии, 1-8 – домены Кольского региона: 1 – Кейвский, 2 – Лоттинский (аллареченский и нотозерский комплексы), 3 – Чапомский, Терский и частично Умбинский, 4- Кольско-Норвежский, 5 – Мурманский, 6- Беломорский подвижный пояс; 7-8 – архейские пояса Кольского региона: 7 – Лапландско-Колвицкий, 8 – Титовско-Колмозерский,

Следует подчеркнуть, что поиск фактора  $F_1$  базировался на информации о составе лишь тех объектов, относительный возраст

которых, исходя из геологических данных, устанавливается достаточно определенно. Взаимное расположение на нем комплексов, перечисленных в различных условиях задачи, а также других структур, не задавалось.

Для большинства объектов архея их положение на факторе  $F_1$  не противоречит последовательности формирования в ходе развития северо-восточной части Балтийского щита, предложенной на основе комплексного изучения состава пород в сочетании с данными по геофизике и геохронологии большим коллективом исследователей (Глубинное строение..., 2010). Серьезное несоответствие положение на данном «временном» факторе с названными выше данными отмечается для Лапландско-Колвицкого гранулитового пояса, хотя оно выглядит не так уж противоречиво, если учесть материалы ряда других исследователей [1, 6, 7]. Не вполне объяснимо также положение на факторе  $F_1$  Кейвской структуры, которая максимально близка по составу слагающих ее основных метавулканитов к древнейшим образованиям Карелии, Канады и Гренландии. Причины этого должны стать предметом специального исследования.

Особенности состава метабазитов Лапландско-Колвицкого гранулитового еще раз свидетельствует о близости к комплексам архея, как это отмечалось нами и ранее [3], чему должны искать объяснение сторонники гипотезы о палеопротерозойском времени его заложения. Заметим также, что в случае принятия модели формирования метавулканитов Лапландско-Колвицкого гранулитового пояса на архейском этапе взаимодействия Беломорской подвижной зоны и Кольского микроконтинента, время их формирования укладывается в интервал 2.89-2.80 млрд. лет, что соответствует времени субдукции пород Беломорского аккреционно-коллизийного орогена под окраину Кольского континента [5].

#### Литература

1. Козлов, Н.Е. Вещественный состав метаморфических комплексов высокобарных гранулитовых поясов и проблема формирования их протолитов (на примере лапландских гранулитов) / Н.Е. Козлов // Автореф. дисс. докт. геол.-мин. наук. – Спб., – 1995. – 36 с.
2. Козлов, Н.Е. Черты петрогеохимических различий основных пород энсиалических и энсиматических комплексов (сравнительный анализ

- фанерозоя и докембрия) / Н.Е. Козлов и [и др.] // Геохимия. – 1999. – №6. – С. 582-588.
3. Козлов, Н.Е. Основные породы Лапландского гранулитового пояса и вещественная гетерогенность раннедокембрийской мантии / Н.Е. Козлов [и др.] // Геохимия. – 2010. – Т. 48. – №5. – С. 538-543.
4. Мартынов, Е.В. Реконструкция обстановок формирования протолитов метаморфических комплексов докембрия на основе статистического моделирования их характеристик по петрогеохимическим данным // Автореф. дисс. канд. геол.-мин. наук. – Спб. – 1997. – 23 с.
5. Глубинное строение, эволюция и полезные ископаемые раннедокембрийского фундамента Восточно-Европейской платформы: Интерпретация материалов по опорному профилю 1-ЕВ, профилям 4В и ТАТСЕЙС: в 2 т. + комплект цветных приложений. – М.: ГЕОКАРТ: ГЕОС, 2010, т.1 – 408 с. +48 цв.вкл., Т.2 – 400 с. + 32 цв. вкл. (РОСНЕДРА, РАН, ГЕОКАРТ).
6. Минц, М.В. Ранний докембрий северо-востока Балтийского щита: Полеогеодинамика, строение и эволюция континентальной коры (Тр.ГИН РАН, вып. 503) / М.В. Минц [и др.]. – М.: Научный мир, 1996. – 287 с.
7. Вревский, А.Б. К геохимии редкоземельных элементов в Лапландском гранулитовом комплексе (Балтийский щит) / А.Б. Вревский [и др.] // Вестник МГТУ. – 2000. – Т.3. – №2. – С. 315-324.

## Сульфидная минерализация в титаномагнетитовых рудах Колвицкого месторождения (Кольский полуостров)

Нерадовский Ю. Н.,<sup>1,2</sup> Войтеховский Ю. Л.,<sup>1,2</sup> Гришин Н. Н.,<sup>3</sup> Касиков А. Г.,<sup>3</sup> Ракитина Е.Ю.<sup>3</sup> (<sup>1</sup> – г. Апатиты, АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра геологии и полезных ископаемых; <sup>2</sup> – г. Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН; <sup>3</sup> – г. Апатиты, ИХТРЭМС КНЦ РАН)

**Аннотация.** Впервые изучена сульфидная минерализация в Колвицких титаномагнетитовых рудах, приведены анализы минералов. Исследования показали, что минерализация обладает редкими качествами. Сульфидная масса обогащена медью и кобальтом. Главный сульфид железа представлен троилитом, не содержащим примесей. В пентландите и виоларите установлено присутствие кобальта до 7%.

**Abstract.** In this article sulphide mineralization in Kolvitsa titanium-magnetite ores is studied for the first time and analysis of minerals are given. It is shown that sulphide mineralization has rare properties. Sulfide mass is enriched with copper and cobalt. The main iron sulfide is presented by troilite without impurities. Presence of cobalt in pentlandite and violarite up to 7% is established.

**Ключевые слова:** титаномагнетитовые руды, сульфиды, троилит, пентландит.  
Key words: titanomagnetite ores, sulfides, troilite, pentlandite.

Сульфидная минерализация является составной частью практически всех титаномагнетитовых руд Кольского региона, но изучена она неравномерно [1, 2]. В рудах Колвицкого месторождения обнаружено более 30 минералов [3] из них 13 сульфидов: борнит, виоларит, валлериит, ковеллин, кубанит, макинавит, марказит, пентландит, пирит, пирротин, троилит, сфалерит, халькозин. Среднее содержание сульфидов составляет в руде 4.3 %, в отдельных участках достигает 10%. Сульфидные минералы могут быть отнесены к двум парагенетическим ассоциациям: магматической (троилит, халькопирит, кубанит, пентландит) и гидротермальной (борнит, халькозин, макинавит, валлериит, сфалерит, пирит, марказит, ковеллин, виоларит)

Минералы магматической ассоциации

Троилит входит в состав первичной сульфидной вкрапленности (рис. 1). Размеры вкрапленности до 1 мм, преимущественно менее 0,5 мм. Пространственно вкрапленность приурочена к породообразующим минералам, редко непосредственно к титаномагнетиту. Содержание

троилита варьирует от 5 до 65% объема сульфидной вкрапленности (рис. 2). Троилит имеет стехиометрический состав (таблица), который соответствует формуле –  $Fe_{0,992}S$  (рассчитано по Буллах [4]).

Таблица 1. Химический состав сульфидных минералов Колвицкого месторождения.

Минерал	№№	Fe	Ni	Cu	S	Co	As	Сумма
Халькопирит	3/86	30.93	0.00	34.32	35.15	0.00	0.00	100,40
Халькопирит	4/86	30.38	0.00	34.95	34.93	0.00	0.00	100,26
Халькопирит	58/86	30.59	0.01	34.60	34.94	0.00	0.00	100,14
Кубанит	68/86	42.19	0.23	24.03	34.22	0.00	0.00	100,67
Кубанит	3/86	42.11	0.01	23.23	33.67	0.00	0.01	99,03
Кубанит	58/86	42.12	0.03	23.90	34.15	0.00	0.00	100,20
Кубанит	68/86	38.99	0.02	25.05	36.49	0.00	0.00	100,55
Виоларит	68/86	17.46	36.53	0.00	40.57	6.22	0.00	100,78
Пентландит	3/86	30.39	30.26	0.00	33.73	5.69	0.00	100,07
Пентландит	58/86	30.74	31.91	0.00	33.87	3.75	0.00	100,27
Пентландит	68/86	31.08	29.01	0.00	33.78	6.42	0.00	100,29
Пирротин	68/86	62.81	0.13	0.01	36.35	0.01	0.00	99,31
Пирротин	3/86	62.61	0.01	0.00	36.59	0.06	0.08	99,35
Пирротин	4/86	62.80	0.01	0.01	36.74	0.00	0.01	99,57
Пирротин	58/86	62.79	0.01	0.01	36.67	0.00	0.01	99,49

Примечание: анализы выполнены на волно-дисперсионном электронно-зондовом микроанализаторе MS-46 “Самеса”, аналитик С.А.Реженова.

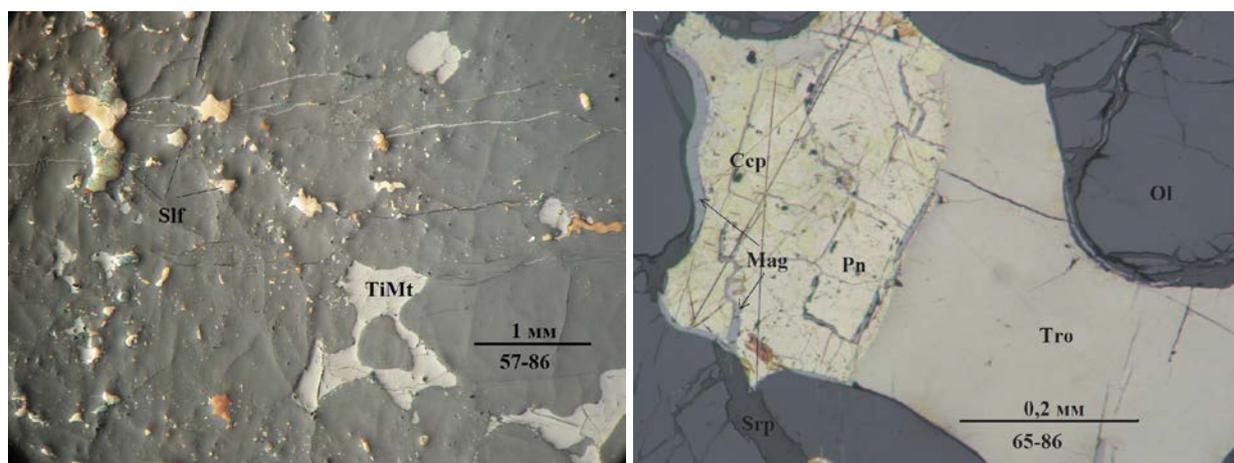


Рис.1. Сульфидная и Рис.2. Срастание троилита с титаномагнетитовая вкрапленность пентландитом во вкрапленности в пироксените

Пентландит составляет от 10 до 24% объема первичной сульфидной вкрапленности. Представлен в форме зерен различного размера в сростках с троилитом, халькопиритом и кубанитом (рис. 2). Содержит прожилки магнетита, образует сростки с халькопиритом и макинавитом, замещается виоларитом, имеет высокую примесь кобальта (3,75-6,42%, таблица).

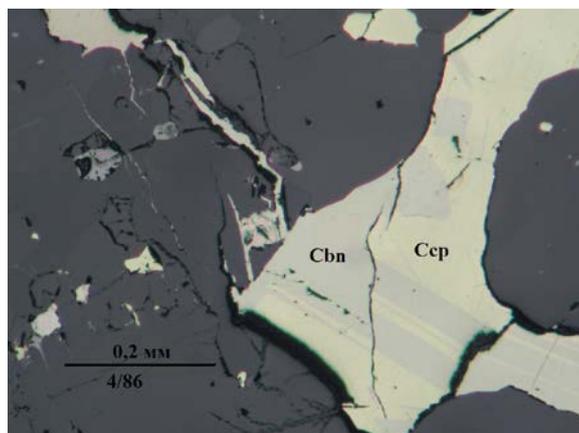


Рис. 3. Халькопирит с пластинчатыми включениями кубанита

Халькопирит составляет от 32 до 47% объема первичной сульфидной вкрапленности. Содержит разное количество включений кубанита в виде пластинчатых вростков, реже борнита и сфалерита, представляющих продукты распада твердого раствора (рис. 3). Кроме вкрапленности халькопирит нередко образует прожилки, выделяется две генерации: халькопирит-1 магматического этапа и халькопирит-2 – метаморфического этапа формирования руд.

Кубанит – составляет от 18 до 28% в составе сульфидной массы первичной вкрапленности. Обычная форма – пластинчатые выделения в халькопирите, продукты распада твердого раствора (рис. 3). Содержание в халькопирите достигает 70%. Кроме выделения кубанита в виде продукта распада твердого раствора в халькопирите, наблюдается отложение кубанита в прожилках и замещение кубанитом халькопирита и троилита в первичной вкрапленности. Выделяется две генерации кубанита.

#### Минералы гидротермальной ассоциации.

Минералы этой ассоциации, вероятно, образовались в зоне окисления и с глубиной количество их уменьшается.

Макинавит развит по пентландиту, халькопириту и кубаниту. Формы зерен сложные, в пентландите они подобны лепесткам (рис.4), в халькопирите и кубаните линзовидные, клиновидные и пр. Самостоятельных выделений за пределами этих минералов не образует.

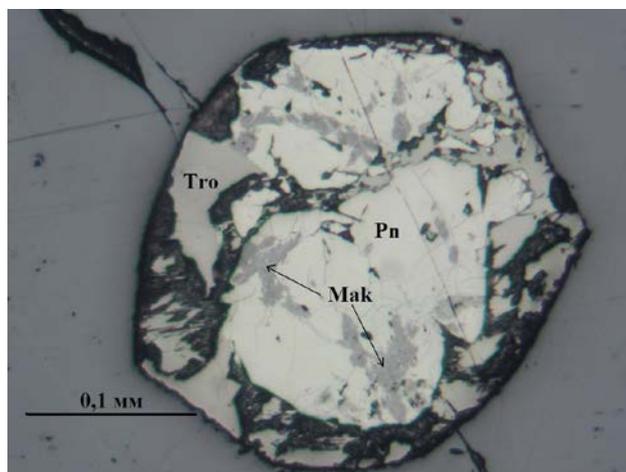


Рис. 4. Морфология выделений макинавита в пентландите.

Виоларит развивался исключительно по пентландиту. Распространен везде где есть пентландит. Характерна высокая примесь кобальта (таблица), вероятно, заимствованный при замещении пентландита.

Валлериит широко распространен в сульфидной вкрапленности и жилах совместно с магнетитом и серпентином. Образуется за счет замещения различных минералов меди халькопирита и кубанита, при этом резорбирует зерна троилита и пентландита. Ассоциирует с борнитом и ковеллином.

Ковеллин, халькозин, борнит встречаются совместно. Образуют ассоциацию вторичных медных минералов: борнит – халькозин – ковеллин, развивавшимся по первичным минералам – халькопириту и кубаниту, при этом также выделялся магнетит (рис. 5, 6).

Сфалерит встречается в срастаниях с халькопиритом, образует выделения на краю зерен или внутри. Относится к продуктам распада твердого раствора.

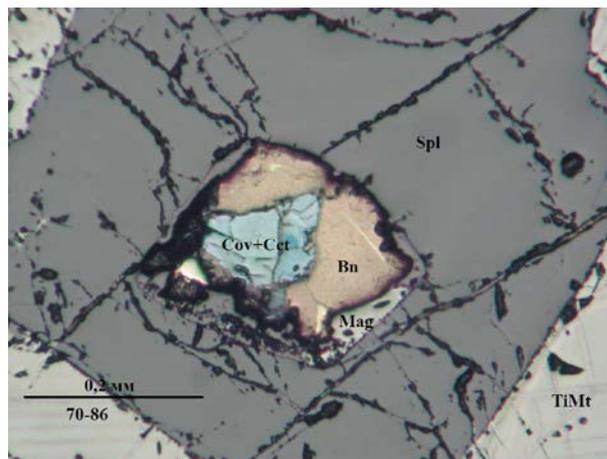
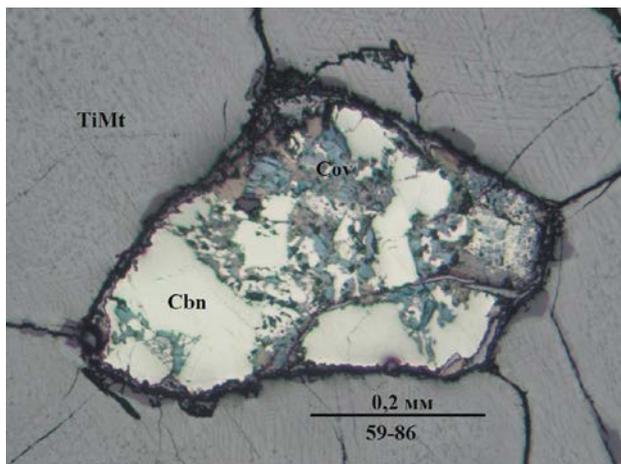


Рис. 5. Прожилковая структура замещения кубанита ассоциацией ковеллином и халькозином по поздних минералов – ковеллин, халькопириту. халькозин и борнит.

Пирит, марказит, развиты незначительно по троилиту (рис.7) в зонах трещиноватости, поэтому встречаются довольно глубоко от поверхности. Замещение троилита пиритом и марказитом наблюдалось до глубины 30 м от поверхности, а замещение сульфидов гидроокислами железа – до глубины 60 м.

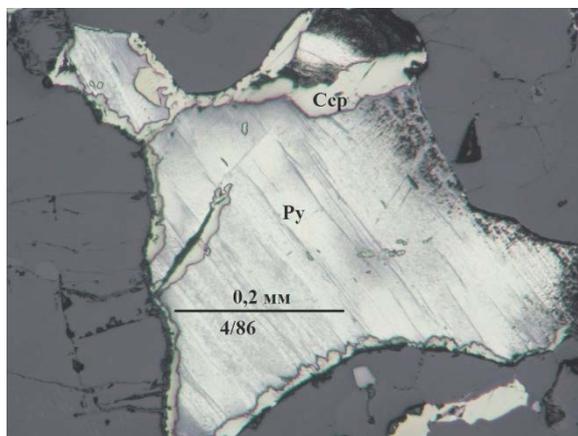


Рис. 7. Псевдоморфоза пирита по троилиту

1. Сульфидная минерализация в Колвицких титаномагнетитовых рудах состоит из минералов магматической и гидротермальной ассоциаций. Магматические минералы представлены троилитом, пентландитом, кубанитом и халькопиритом. Характерны высокотемпературные продукты распада твердого раствора и хорошая сохранность структур.

2. Минералы гидротермальной стадии представлены макинавитом, борнитом, ковеллином, халькозином, валлериитом, халькопиритом, кубанитом, пиритом и марказитом. Для этой ассоциации характерно развитие по ранним минералам и отложение в трещинах, секущих ранние структуры и минералы. По условиям образования минералы характеризуют зону окисления месторождения.

3. В целом минерализация отличается уникальным минеральным и химическим составом: главный сульфид железа – троилит, пентландит и виоларит содержат высокую примесь кобальта (до 6,5%), медные минералы составляют более 60% сульфидной массы. Аналогов такого состава сульфидной минерализации в титаномагнетитовых рудах неизвестно.

4. Тип сульфидной минерализации и структурные взаимоотношения с главными рудными минералами свидетельствуют о первично-магматическом происхождении ее и отсутствии метаморфических преобразований.

#### Литература

1. Кавардин, Г.И. О сульфидном медно-никелевом рудопроявлении в Цагинском массиве габбро-лабрадоритов / Г.И. Кавардин // Сб. Вопросы геологии и минералогии Кольского полуострова. – Л.: Изд-во АН СССР, – 1960. – С.39-49.
2. Юдин, Б.А. Окисные железо-титановые и железные руды магматических формаций Карелии и Кольского полуострова / Б.А. Юдин. – Петрозаводск: Карелия, 1987. – 213 с.
3. Войтеховский, Ю.Л. Колвицкое месторождение (геология, вещественный состав руд) / Ю.Л. Войтеховский и [др.] // Вестник МГТУ, 2014.
4. Буллах, А.Г. Руководство и таблицы для расчета формул минералов / А.Г. Буллах. – М.: Недра, 1967. – 144 с.

## Исследование теплового состояния многолетнемерзлых горных пород на базе кода PORFLOW

Новожилова Н. В.<sup>1</sup>, Амосов П. В.<sup>1,2</sup> (г. Апатиты, <sup>1</sup> Горный институт КНЦ РАН, <sup>2</sup> КФ ПетрГУ, физико-энергетический факультет, кафедра теплофизики)

**Аннотация.** Представлены результаты исследования методами численного моделирования теплового состояния многолетнемерзлых горных пород, выполненные на базе кода PORFLOW. С учетом климатических условий района размещения подземного объекта анализировалось термическое воздействие модуля на вмещающий массив при вариации его размеров, глубины залегания и коэффициента теплопроводности обделки.

**Abstract.** The results are presented of study of permafrost thermal state using numerical modelling methods based on PORFLOW code. The thermal impact of module on the host rock has been analysed at variation of its sizes, location depth and thermal conductivity coefficient of lining material taking into account climatic conditions of underground facility's location.

**Ключевые слова:** численное моделирование, многолетнемерзлые горные породы, тепловое состояние, размеры оттаивания.

**Key words:** numerical modelling, permafrost, thermal state, thawing sizes.

**Введение.** Томтор (71°02' с.ш., 116°33' в.д., Оленекский район) – один из перспективных районов Якутии по добыче полиметаллических руд. Редкие металлы (литий, бериллий, цирконий, тантал, ниобий, иттербий, диспрозий) и редкие земли (лантаноиды, иттрий, скандий) имеют важное стратегическое значение. Как один из вариантов по обеспечению планируемых горных работ электрической и тепловой энергией, специалистами Горного института КНЦ РАН (научные руководители: академик РАН Мельников Н.Н., проф., д.т.н. Конухин В.П.) рассматривается подземное размещение атомной станции малой мощности (АСММ) в многолетнемерзлых горных породах (ММГП).

Оценить термическое воздействие радиационно опасного объекта на вмещающий породный массив с учетом фазового перехода «лед-вода» для сценария нормальной эксплуатации необходимо с позиций обеспечения тепловой безопасности размещения АСММ в ММГП.

**Постановка задачи.** Схематично подземная АСММ, размещаемая на глубинах 15, 30, 45 или 60 м, представлена квадратом размером 10х10 м или 15х15 м или 20х20 м (в зависимости от выбора установки) (рис.1). Для исследования вопросов теплового состояния вмещающего массива представляется достаточным рассмотреть нестационарную тепловую задачу с учетом фазовых переходов «лед-вода» в двухмерной постановке.

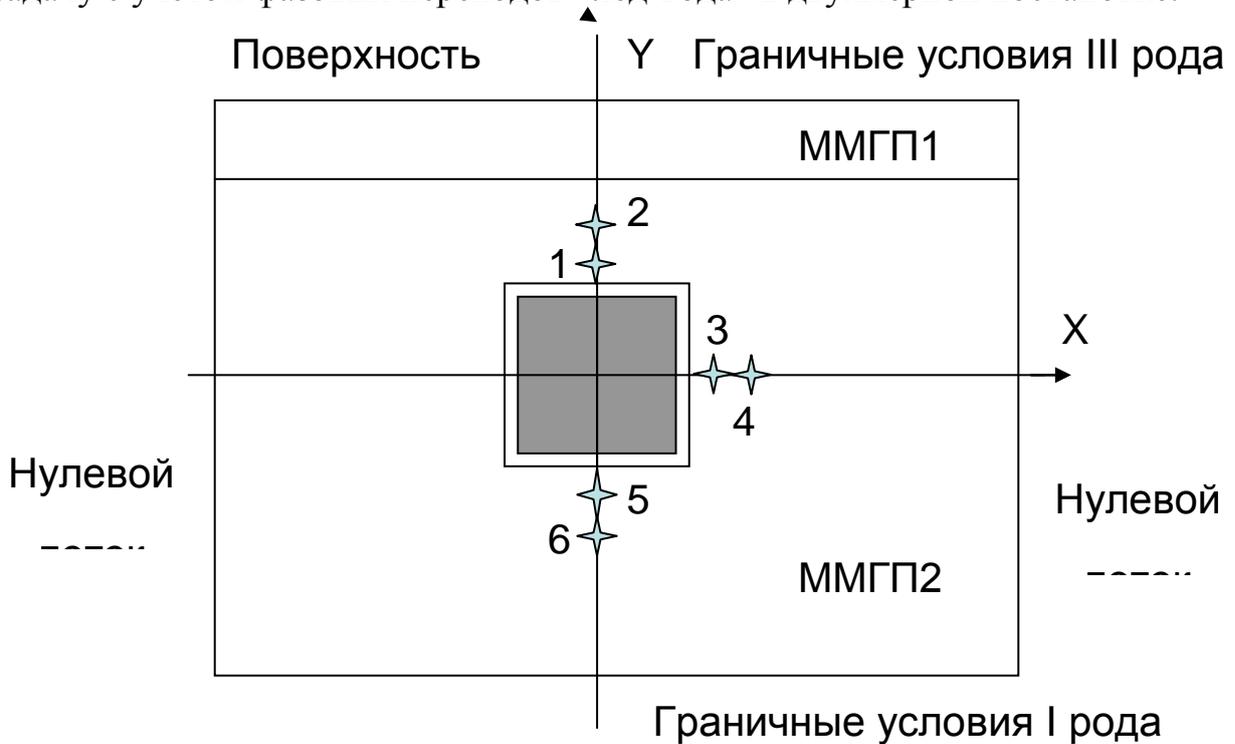


Рис. 1. Принципиальная схема модели тепловой задачи (1-6 – точки контроля)

**Исходные параметры модели.** Два слоя вмещающего массива: ММГП1 (толщина 12 м) и ММГП2, толщина которого изменяется в зависимости от глубины залегания объекта.

Теплофизические характеристики ММГП («скелета»): теплопроводность 2 Вт/(м·К); теплоемкость 800 Дж/(кг·К); плотность 2000 кг/м<sup>3</sup>; пористость 0,1 (ММГП1) и 0,05(ММГП2).

Теплофизические параметры воды и льда стандартные.

Параметры слоя обделки: толщина 1,0 м; плотность 2000 кг/м<sup>3</sup>; теплоемкость 800 Дж/(кг·К); пористость 0,10; теплопроводность 2,0; 1,0; 0,5; 0,25 Вт/(м·К).

Граничные и начальные условия для тепловой задачи: на поверхности модели условие 3-го рода (коэффициент теплообмена 10 Вт/(м<sup>2</sup>·К) и температура -14 °С); на боковых границах условие нулевого потока; на нижней границе условие 1-го рода (температура -6,3 °С).

Температура в модуле реакторной установки  $20^{\circ}\text{C}$ ; в слое обделки  $5^{\circ}\text{C}$ ; в породе  $-7,5^{\circ}\text{C}$  (ММГП1) и  $-7^{\circ}\text{C}$  (ММГП2).

Продолжительность времени моделирования – 10 лет. Численные эксперименты выполнены с помощью верифицированной программы PORFLOW (задействована модель Wheeler) [1].

Анализировались двухмерные пространственно-временные распределения температуры, динамика температуры в точках контроля (см. рис. 1) и вдоль осей X и Y, проходящих через модуль.

**Результаты расчетов.** В качестве примера на рис. 2 представлено пространственное распределение изолиний температуры со значениями  $-5$ ,  $0$  и  $+5^{\circ}\text{C}$  для модуля, заглубленного на 15 м, размером  $10 \times 10$  м при вариации коэффициента теплопроводности обделки.

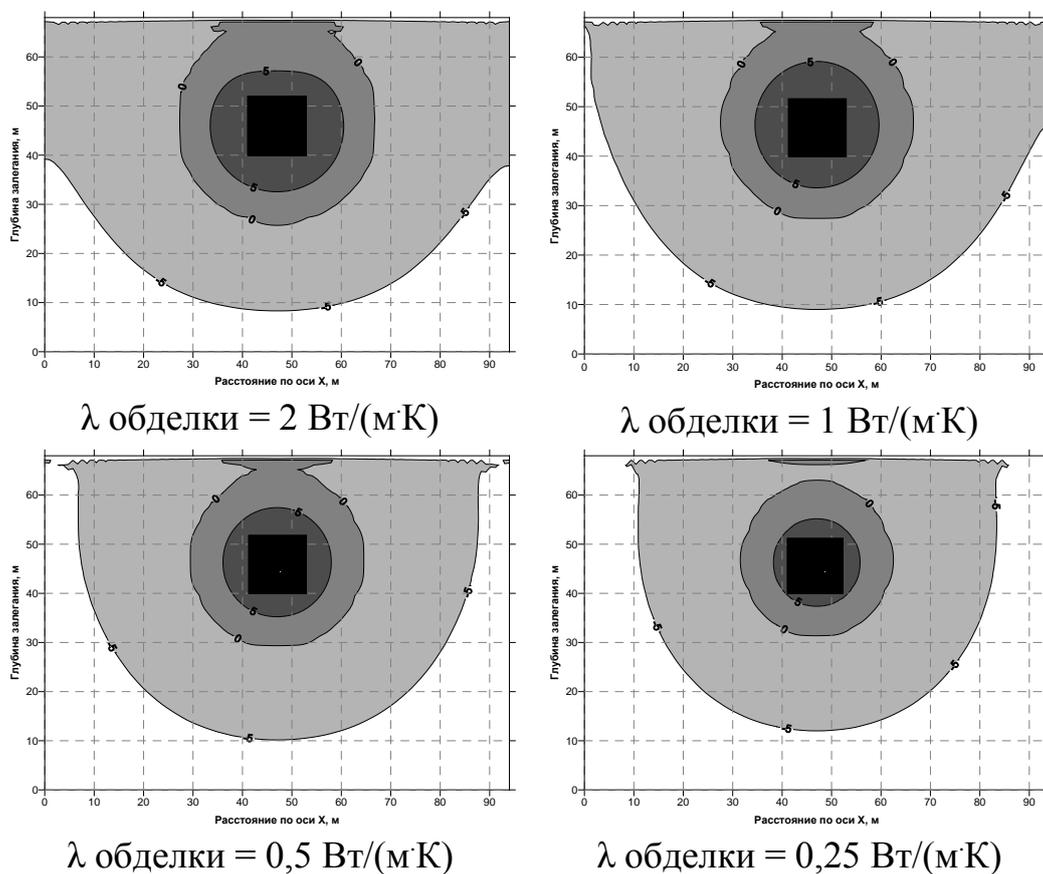


Рис.2. Пространственное распределение изолиний температуры со значениями  $-5$ ,  $0$  и  $+5^{\circ}\text{C}$  при глубине залегания 15 м (объект  $10 \times 10$  м)

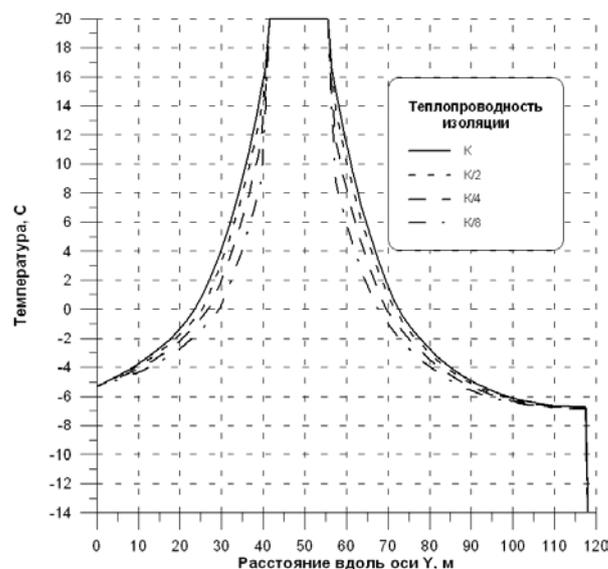


Рис.3. Распределение температуры вдоль вертикальной оси при глубине залегания модуля (15x15 м) 60 м и вариации коэффициента теплопроводности обделки

Дополнительно на рис. 3 представлено распределение температуры вдоль вертикальной оси для модуля 15x15 м, расположенного на глубине 60 м, при вариации коэффициента теплопроводности обделки.

Анализ результатов двухмерных пространственно-временных распределений температуры, динамики температуры в точках контроля и вдоль осей X и Y, проходящих через модуль, в графической и цифровой форме позволил определить размеры области оттаивания ММГП в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Диапазоны размеров оттаивания для обоих направлений (при слабом влиянии глубины) в зависимости от коэффициента теплопроводности обделки составляют: для модуля 10x10м от 14 до 9 м; для модуля 15x15 м от 16 до 11 м; для модуля 20x20 м от 18 до 11 м.

Естественно, что минимальные значения соответствуют минимуму коэффициента теплопроводности.

#### Литература

1. Runchal A. PORFLOW a software tool for multiphase fluid flow, heat and mass transport in fractured porous media. User's manual (version 3.07). – ACRI, 1997. – 326 p.

## Петрохимическая характеристика и первичная природа супракрустальных пород Ёнского ЗКП и его обрамления

**Пожиленко В.И.<sup>1,2</sup>, Лосев А.В.<sup>1</sup>** (1 – г. Апатиты, АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра геологии и полезных; 2 – г. Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН)

**Аннотация.** По петрохимическим характеристикам гнейсы Ёнского зеленокаменного пояса соответствуют – андезитам, дацитам и риолитам, амфиболиты – толеитовым базальтам (платобазальтам), ультрабазиты – перидотитовым коматиитам, а гнейсы обрамления соответствуют глинам.

**Abstract.** In terms of petrochemistry, the gneiss of the Yona greenstone belt corresponds to andesite, dacite, and rhyolite, and the amphibolite to tholeite basalt (or flood basalt), the ultramafic rocks to peridotitic komatiites, and the framing gneiss to clays.

**Ключевые слова:** структура, петрохимические диаграммы, первичная природа, глины, базальты, коматииты.

**Key words:** structure, petrochemical diagrams, the primary nature, clays, basalts, komatiites.

Ёнский зеленокаменный пояс находится в северо-западной части Беломорского подвижного пояса. Представляет собой сложную асимметричную синформу северо-западного простирания размером около 100×50 км. Сложен Ёнский ЗКП верхнеархейским ёнским комплексом гнейсов и амфиболитов [1, 2].

Толщи амфиболовых и биотит-амфиболовых гнейсов преобладают в разрезе и содержат в разных количествах маломощные прослои амфиболитов. Возраст амфиболовых гнейсов (метариодацитов) Ёнского ЗКП из дорожной выемки около г. Полярные Зори – 2778±4 млн лет [3].

Толщи разнообразных (полевошпатовых, гранатовых, эпидот- и диопсидсодержащих) амфиболитов мощностью от нескольких метров до 700-1500 м и протяженностью от сотен метров до 70 км составляют меньшую часть разреза. В наиболее мощных толщах амфиболитов выявлены многочисленные линзообразные и пластообразные конкордантные тела метаультрабазитов [4].

Толщи гнейсов и амфиболитов Ёнского ЗКП претерпели в неоархее и палеопротерозое многократные процессы деформации, мигматизации и метаморфизма разных уровней – от низко- до высокотемпературной

амфиболитовой и даже гранулитовой фаций [5, 6, 7]. Достаточно широко не только в пределах Ёнского ЗКП, но и в обрамлении (в комплексе основания) в амфиболитах встречаются реликты апоэклогитов [8], несколько реже – реликты эклогитов. Время образования и генезис эклогитов являются в настоящее время предметом широкой научной дискуссии (статьи Березина А.В., Докукиной К.А., Конилова А.Н., Скублова С.Г., Щипанского А.П., Япаскурта В.О. и многих других исследователей).

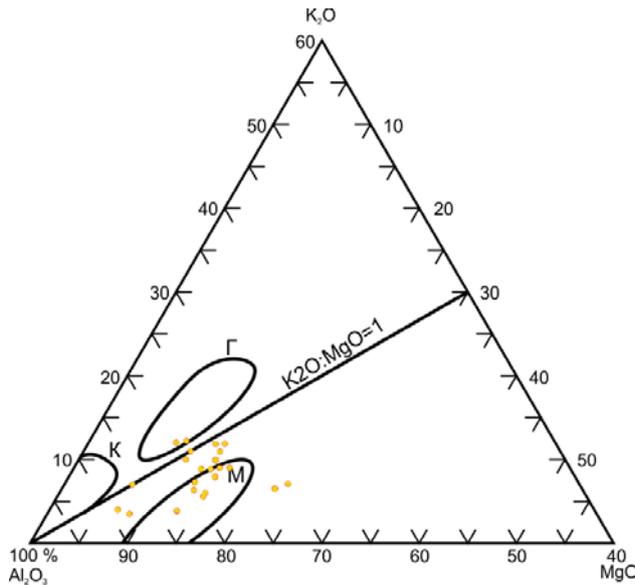


Рис. 1. Положение фигуративных точек анализов кианит-гранат-биотитовых и гранат-биотитовых гнейсов обрамления (комплекса основания) на диаграмме  $Al_2O_3 - K_2O - MgO$  [Головенко, 1977].

Породы обрамления (комплекса основания) представлены разнообразными гнейсами и мигматитами по породам ТТГ с реликтами амфиболитов. Кроме того выделяются толщи, представленные кианит-гранат-биотитовыми, кордиерит- и силлиманитсодержащими и гранат-биотитовыми гнейсами. На петрогенетических диаграммах А.А. Предовского [9], а также на диаграмме В.К. Головенка [10] (рис. 1) фигуративные точки их анализов

располагаются в полях монтмориллонитовых и монтмориллонит-гидрослюдистых глин.

Гнейсы, амфиболиты, базиты и ультрабазиты Ёнского ЗКП на петрохимических диаграммах Петрокомитета (рис. 2) и TAS располагаются в поле субщелочных толеитовых пород – от пикробазальтов до риолитов.

Фигуративные точки анализов амфиболитов, базитов и гипербазитов располагаются в поле пород толеитовой серии (рис. 3) и соответствуют коматиитам, базальтовым коматиитам, высокожелезистым и высокомагнезиальным толеитовым базальтам (рис. 4).

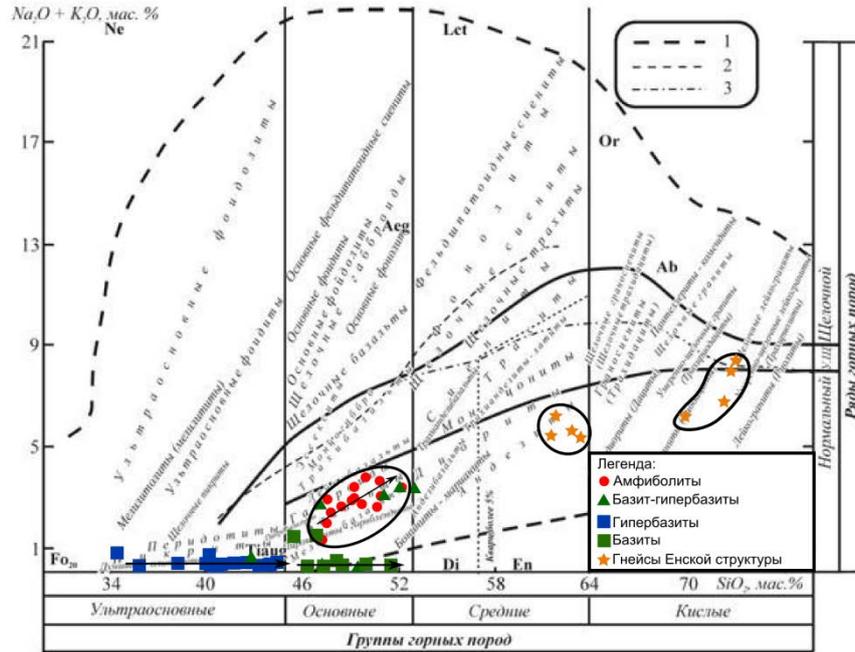


Рис.2. Положение фигуративных точек анализов пород Енского ЗКП на диаграмме Петрокомитета.

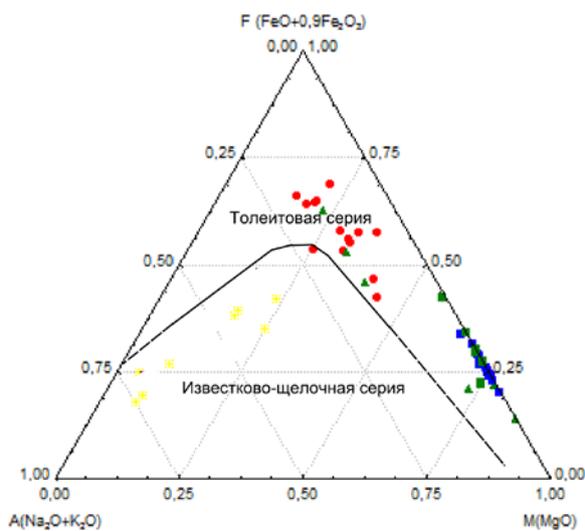


Рис.3. Положение фигуративных точек анализов пород Енского ЗКП на диаграмме AFM [Irvine and Baragar, 1971].

Условные обозначения: ● – амфиболиты, ▲ – базит-гипербазиты, ■ – гипербазиты, ■ – базиты, \* – гнейсы.

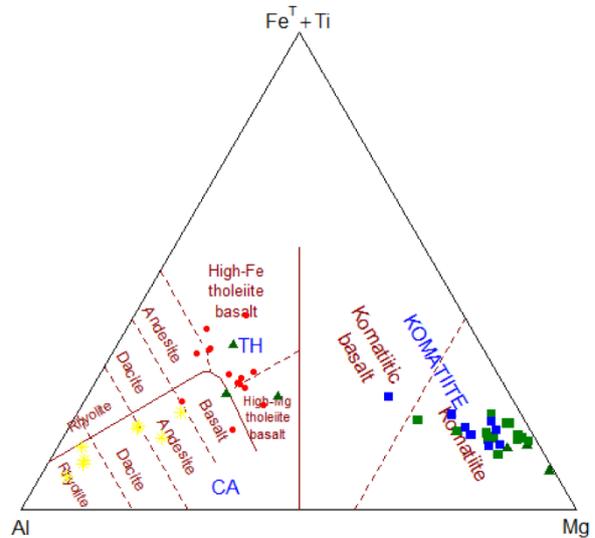


Рис. 4. Положение фигуративных точек анализов пород Енского ЗКП на диаграмме Дженсена [11].

Условные обозначения: ● – амфиболиты, ▲ – базит-гипербазиты, ■ – гипербазиты, ■ – базиты, \* – гнейсы.

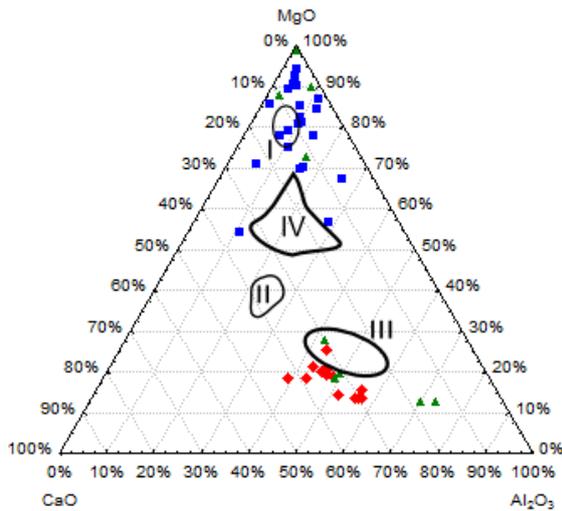


Рис. 5 Положение фигуративных точек анализов пород Енского ЗКП на диаграмме CaO – MgO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Условные обозначения: ● – амфиболиты, ▲ – базит-гипербазиты, ■ – гипербазиты. Поля пород: I – перидотитовые коматииты; II – базальтовые коматииты; III – метатолиты; IV – метапикриты.

Соответствие ультрабазитов перидотитовым и пироксенитовым коматиитам подтверждается и диаграммой (рис. 5), в то время как фигуративные точки анализов амфиболитов располагаются в поле метатолитов (рис. 5).

В группе пород, близких по петрографическим признакам и выделенных под индексом «базит-гипербазиты» значительно варьируют содержания MgO, CaO и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, поэтому фигуративные точки их анализов на ряде диаграмм имеют значительный разброс. Отсюда следует, что в дальнейшем будет необходимо провести более детальное и

дробное разделение этих пород на группы.

Для определения геотектонических обстановок образования метатолитовых базальтоидов была отобрана довольно однородная по петрохимическому составу группа полевошпатовых, гранатовых и диопсидсодержащих амфиболитов. Фигуративные точки анализов этих пород компактно расположились в поле континентальных платобазальтов (рис. 6).

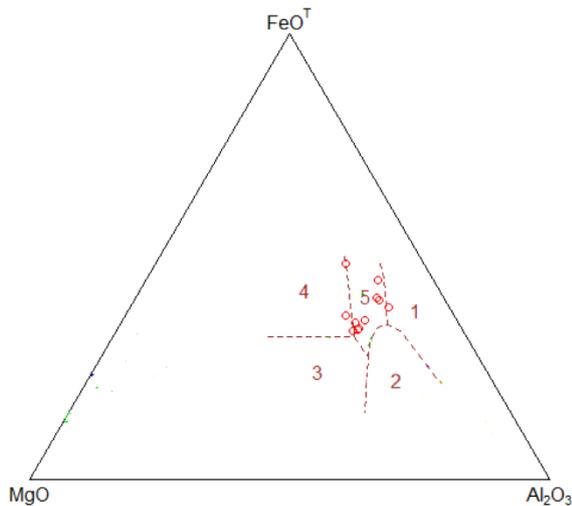


Рис. 6. Положение фигуративных точек анализов амфиболитов Енского ЗКП. на диаграмме Пирса [Pearce et al, 1977].

Поля геотектонических обстановок: 1 – островные (из зон спрединга), 2 – орогенные (островодужные и окраинно-континентальные), 3 – океанические абиссальные, 4 – океанические островные, 5 – континентальные (платобазальты).

Таким образом, достаточно однозначно определяется первичная природа выше рассмотренных петрографических и петрохимических разновидностей супракрустальных пород Ёнского ЗКП и обрамления.

- Глинозёмистые гнейсы обрамления по петрохимическому составу соответствуют монтмориллонитовым и монтмориллонит-гидрослюдистым глинам.

- Амфиболовые и биотит-амфиболовые гнейсы Ёнского ЗКП по петрохимическому составу аналогичны андезитам, дацитам и риолитам субщелочной известково-щелочной серии.

- Преобладающая часть разнообразных амфиболитов, слагающих пластовые тела Ёнского ЗКП, соответствует базальтам толеитовых серий, сформированным в условиях континентальных обстановок.

- Ультрабазиты, конкордантные с амфиболитами, являются метакоматиитами не только по общим петрохимическим характеристикам, но и по  $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$  отношениям и содержанию  $\text{TiO}_2$ .

#### Литература

1. Геологическая карта Кольского региона (северо-восточная часть Балтийского щита). (Главный редактор Ф.П. Митрофанов). 1996.
2. Геология рудных районов Мурманской области. (В.И. Пожиленко, Б.В. Гавриленко, Д.В. Жиров, С.В. Жабин). – Апатиты: изд. КНЦ РАН, 2002. – 359 с.
3. Пожиленко В.И., Балашов Ю.А., Ганнибал Л.Ф., Кощев О.А. Возраст эндогенных процессов Ёнского сегмента Беломорья. // Тез. докл. Всеросс. совещ. «Главные рубежи геол. эволюции Земли в докембрии и их изотопно-геохронологич. обоснование», 14-16 ноября 1995 г., Санкт-Петербург. – СПб., 1995. С. 53-54.
4. Пожиленко В.И. Метагипербазиты Ёнско-Риколатвинской зоны северо-западного Беломорья. // Базит-гипербазитовый магматизм главных структурно-формационных зон Кольского полуострова. Апатиты, изд. КФ АН СССР, 1987. С. 83-87.
5. Пожиленко В.И. Минеральные парагенезисы метапелитов – индикаторы полиметаморфизма Ёнской зоны Беломорья. // Минеральные парагенезисы метаморфических и метасоматических пород. – Апатиты, изд. КФ АН СССР, 1987. – С. 110-117.

6. Пожиленко В.И., Беляев О.А. Тектоно-метаморфические процессы Северо-Запада Беломорского подвижного пояса (Балтийский щит) // Материалы Второго Всероссийского петрографического совещания «Петрография на рубеже XXI века (итоги и перспективы)», том IV, 27-30 июня 2000 г., Сыктывкар. – Сыктывкар: изд. НЦ УрО РАН, 2000. – С. 301-303.
7. Пожиленко В.И. К проблеме метаморфизма гнейсов Ёнского сегмента Северо-Запада Беломорского подвижного пояса // Материалы X Всероссийской Ферсмановской научной сессии «Геология и стратегические полезные ископаемые Кольского региона», 8-9 апреля 2013 г., Апатиты. – Апатиты: изд. КНЦ РАН, 2013. – С. 92-96.
8. Пожиленко В.И. К проблеме эклогитов Ёнского сегмента Беломорского составного террейна (северо-восток Фенноскандинавского щита) // Материалы 45 (XLV) Тектонического совещания «Геологическая история, возможные механизмы и проблемы формирования впадин с субокеанической и аномально тонкой корой в провинциях с континентальной литосферой». – М.: ГЕОС, 2013. – С. 163 – 167.
9. Предовский А.А. Реконструкция условий седиментогенеза и вулканизма раннего докембрия. – Л.: Наука, 1980. – 152 с.
10. Головенко В.К. Высокоглинозёмистые формации докембрия. – Л.: Наука, 1977. – 268 с.
11. Irvine T.N. and Baragar W.R. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. – Canad. Journ. Earth. Sci., 1971, 8, №5. – P. 523-547.

## Изотопия пород Порьиташских интрузий (Печенгская структура)

**Скуфьин П. К.<sup>1</sup>, Баянова Т. Б.<sup>2</sup>, Серов П. А.<sup>2</sup>** (<sup>1</sup> г. Анапиты, АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра геологии и полезных ископаемых; <sup>2</sup> – г. Анапиты, Геологический институт КНЦ РАН)

**Аннотация.** Исследованы породы Порьиташских интрузий Печенгской структуры, внедрившиеся в метаосадки каллояврской свиты на границе Северо- и Южнопеченгской зон Печенгской структуры. Изотопный U-Pb возраст по трем типам цирконов равен  $1904 \pm 7$  млн. лет.

**Abstract.** Studied Poritash intrusions rocks of the Pechenga structure, introduced in metasediments Kalloyavr suite on the border of North and South Pechenga zones of the Pechenga structure. U-Pb isotopic age of three types of zircon is  $1904 \pm 7$  Ma.

**Ключевые слова:** Печенгская структура, Порьиташские интрузии, цирконометрия, изотопный U-Pb возраст.

**Key words:** Pechenga Area, Poritash intrusions, U-Pb isotope age.

Печенгская структура представляет собой синклиний, северная часть которого сформирована породами северопеченгского подкомплекса, сложенного четырьмя вулканогенными свитами, в основании которых – маломощные осадочные свиты: маярвинская, пирттиярвинская, заполярнинская и матертская [1]. Юго-западная часть синклинория срезана Южнопеченгской структурно-формационной зоной.

Время формирования пород северопеченгского подкомплекса находится в интервале 2550-1905 млн. лет. Время формирования пород южнопеченгского подкомплекса – 1905-1700 млн. лет [2]. Разрез подкомплекса представлен каллояврской, брагинской, менельской, каплинской и касейокской свитами. В породы каллояврской свиты внедрился ряд крупных субсогласных субвулканических тел андезитового состава. В геологической литературе они обычно называются Интрузии г. Порьиташ, которые считаются представителями одного из вулканочентров Южнопеченгской зоны – Порьиташского вулканочентра (ПорВЦ).

Субвулканические интрузии пород ПорВЦ протягиваются в виде серии кулисовидно расположенных линзовидных субсогласных тел, достигающих максимальной мощности 1.5 км в узле пересечения этого разлома с зоной влияния поперечного глубинного Хихнаярвинского

разлома. Установлено асимметричное строение крупной экструзии ПорВЦ в районе гор Порьиташ и Лак-Порьиташ (Рис. 1). Кровельная ее часть сложены лейкократовыми дацитами, а приподошвенная часть, мощностью около 0.5 км, которая хорошо выделяется на магнитных и гравиметрических картах, представлена андезидацитами и дацитами. К приподошвенной части приурочена целая серия линзовидных и субизометрических тел эруптивных брекчий риолитового состава.

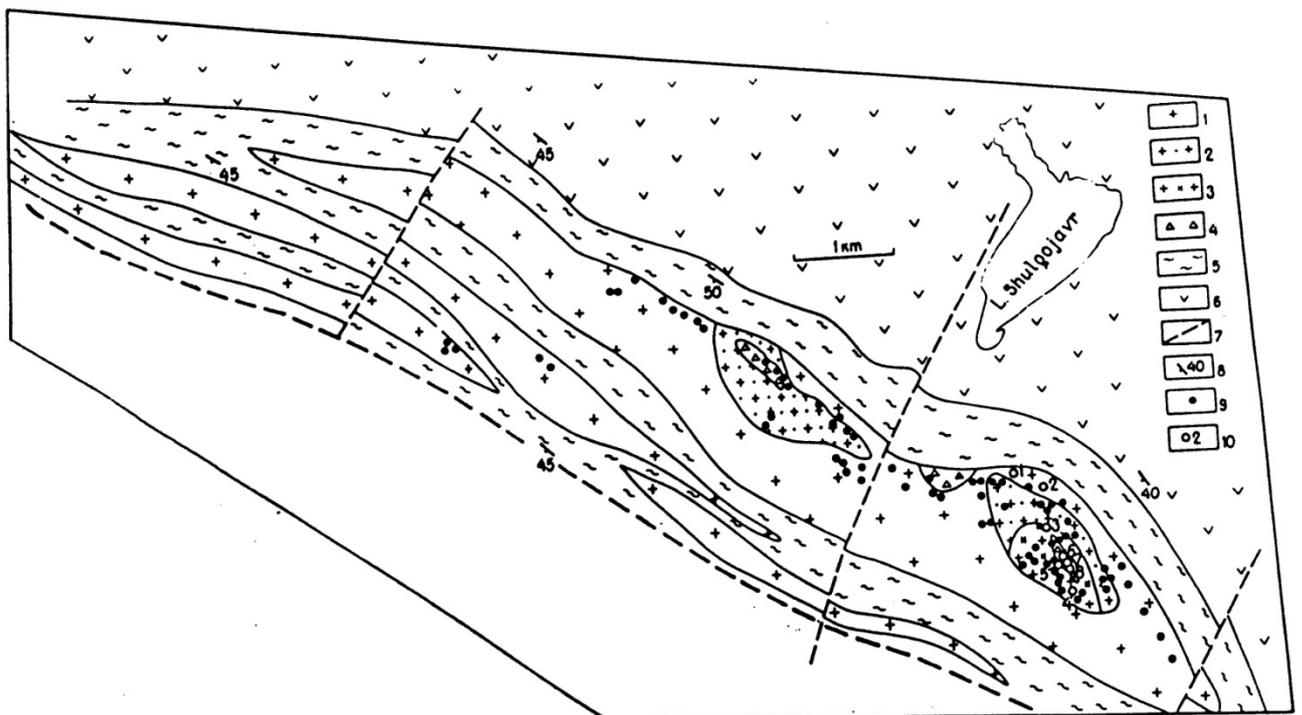


Рис.1. Схематическая геологическая карта [1] ПорВЦ.

Условные обозначения: 1-4 – вулканиты ПорВЦ: 1 – дациты и андезидациты (менее 5% мафических фенокристов); 2 – андезиты и андезидациты (5-15% мафических фенокристов); 3 – андезиты (более 15% мафических фенокристов); 4 – риолиты эруптивной брекчии.

В табл. 1 приведены средние составы среднекислых и кислых порьиташских пород и андезитоидов каплинской свиты.

В табл. 2 приведены изотопные Sm-Nd данные для пород ПорВЦ и близких по возрасту образований Печенгской структуры. Вулканиты ПорВЦ имеют характеристики коровой контаминации и характеризуются отрицательными величинами  $\epsilon_{Nd}$  от -3.32 до -4.55.

Таблица 1. Средние составы вулканитов ПорВЦ и каплинской свиты.

	1	2	3	4	5	6	7
	n=1	n=30	n=7	n=5	n=19	n=5	n=6
SiO <sub>2</sub>	60.42	63.11	66.70	72.86	58.57	66.14	73.82
TiO <sub>2</sub>	0.81	0.92	0.83	0.42	0.76	0.60	0.54
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.16	13.92	12.57	11.41	14.53	12.59	12.27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.10	2.40	2.26	0.67	1.65	0.72	0.23
FeO	5.04	4.47	3.94	2.67	4.19	4.21	2.15
MnO	0.09	0.08	0.07	0.04	0.09	0.07	0.05
MgO	2.86	2.49	2.15	0.65	3.81	1.69	1.16
CaO	2.31	3.47	1.97	2.73	4.89	3.69	1.45
Na <sub>2</sub> O	4.68	2.70	3.58	1.17	3.82	4.50	3.77
K <sub>2</sub> O	3.18	2.90	2.44	5.78	3.24	2.09	1.97
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.20	0.20	0.12	0.26	0.20	0.17
CO <sub>2</sub>	0.00	0.06	0.14	0.06	1.51	0.10	0.41
S	0.00	0.08	0.06	0.29	0.03	0.01	0.03
Σ	96.65	96.80	96.91	98.87	97.35	96.61	98.02

Примечание. Каллоярская свита (1-4): 1-3 – туф андезитовый, 4 – риолит. Каплинская свита (5-7): 5 – андезит, 6 – дацит, 7 – риолит.

Таблица 2. Sm-Nd данные для пород ПорВЦ и близких по возрасту вулканитов.

	Порода	Свита	Содержание, ppm		Изотопные отношения		T <sub>DM</sub>	Возраст	ε <sub>Nd</sub> (T)
			Sm	Nd	<sup>147</sup> Sm/ <sup>144</sup> Nd	<sup>143</sup> Nd/ <sup>144</sup> Nd			
1	Андезит	Каплинская свита	9.17	52.0	0.1066	0.511243± 9	2703	1904	-5.21
2	Андезит		8.11	46.3	0.1058	0.511217± 4	2719	1904	-5.53
3	Андезит		8.38	47.3	0.1072	0.511264± 5	2688	1904	-4.95
4	Андезит-базальт		7.13	39.2	0.1101	0.511393± 15	2575	1904	-3.13
5	Дацит	Интуризии	2.22	10.1 4	0.1323	0.511542± 7	2995	1904	-5.66
6	Риолит		4.94	24.3	0.1231	0.511481± 8	2795	1904	-4.59

Изотопный U-Pb возраст по трем типам цирконов равен  $1904 \pm 7$  млн. лет, координаты двух точек имеют близконкордантное положение, полученный новый возраст вулканитов интерпретируется временем формирования (Рис. 2).

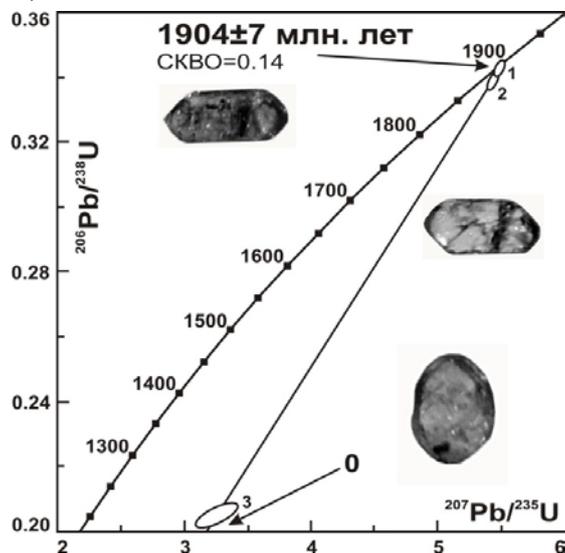


Рис. 2. Изотопная U-Pb диаграмма с конкордией для цирконов из пород ПорВЦ.

Возраст пород сопоставим с возрастом плагиогранитов Шуонияврского массива и кварцевых диоритов Каскельярского массива в южном обрамлении Печенгской структуры – соответственно,  $1939 \pm 7$  млн. лет и  $1940 \pm 17$  млн. лет [3], а также с трахидацидами Панареченской структуры –  $1907 \pm 18$  млн. лет [4].

#### Литература

1. Скуфьин, П. К. Раннепротерозойские вулканогенные формации Печенгско-Варзугского пояса / П.К. Скуфьин. – Автореферат докторской диссертации. – М.: МГУ., 1998. – 66 с.
2. Скуфьин, П. К., Баянова Т.Б. Раннепротерозойский вулкан центрального типа в Печенгской структуре и его связь с рудоносным габбро-верлитовым комплексом (Кольский полуостров) / П.К. Скуфьин, Т.Б. Баянова // Петрология. – 2006. – Т. 14. – № 6. – С. 649-669.
3. Скуфьин, П. К. Абсолютный возраст гранитоидов Шуонияврского массива из южного обрамления Печенгской структуры (Кольский полуостров) / П.К. Скуфьин [и др.] // ДАН. – 2000. – Т. 370. – № 2. – С. 227-230
4. Скуфьин, П.К. Изотопный возраст субвулканических гранитоидных пород раннепротерозойской Панареченской вулcano-тектонической

структуры (Кольский полуостров) / П.К. Скуфьин [и др.] // ДАН. – 2006. – Т. 408. – № 6. – С. 805-809.

## **Особенности микроклинов из осадочных пород разреза СГ-3 в сопоставлении с поверхностными**

**Скуфьин П. К.<sup>1,2</sup>, Лютоев В. П.<sup>3</sup>** (<sup>1</sup> г. Апатиты, АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра геологии и полезных ископаемых; <sup>2</sup> г. Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН, <sup>3</sup> г. Сыктывкар, Институт геологии Коми НЦ УрО РАН)

**Аннотация.** Исследованы микроклины из аркозов лучломпольской свиты печенгского комплекса разреза СГ-3 в сопоставлении с поверхностными аналогами. По составу и структурным параметрам микроклинов из разреза СГ-3 аналогичен поверхностным образцам, но имеет отличия в кристаллической решетке.

**Abstract.** Investigated microcline of arkoses luchlompolskoy Pechenga Complex Formation in the SG-3 in comparison with surface counterparts. Composition and structural parameters of the microcline of the SG-3 is similar to surface samples, but has differences in the crystal lattice.

**Ключевые слова:** печенгская структура, Кольская сверхглубокая скважина, микроклин, рентгеноструктура, рентгенолюминесценция.

**Key words:** pechenga Area, Kola Superdeep borehole, microcline, X-ray structure, X-ray luminescence.

В северном крыле Печенгской структуры, СГ-3 пересекает лишь породы северопеченгского подкомплекса. Породы подкомплекса формируют четыре мегаритма, в основании которых находятся осадочные свиты (ОС), а в кровле – вулканогенные свиты (ВС). В составе подкомплекса выделена лучломпольская (III ОС) свита.

Целью проведенного исследования было сопоставление свойств породообразующего микроклина из разреза осадочных пород III ОС, хорошо прослеженных в разрезе СГ-3, структурной скважины IX и на поверхности. Выявленные отличия могут характеризовать различную направленность петрогенеза и минерагенеза на разных глубинах.

Осадки III ОС представлены красноцветными гематит- и магнетитсодержащими аркозовыми песчаниками и гравелитами, красноцветными доломитами, а также туфогенными песчаниками.

Были исследованы микроклины реперного уровня из псефитовых аркозовых песчаников разреза СГ-3 (обр. СГ-4840.2, СГ-4871.2, СГ-4879.8), скв. IX (обр. IX-304.8 и IX-328.1) и коренных обнажений (обр. А-1 и А-2).

Микроклины различной глубинности не имеют существенных различий ни по составу (табл. 1), ни по степени триклинности и степени Al-Si упорядоченности (табл. 2), что вполне соответствует предположению о гомологичности разноглубинных аркозовых пород.

Таблица 1. Химизм (мас. %) микроклинов из поверхностных пород III ОС и из скважин IX и СГ-3.

	Химический анализ			Микрозондовый анализ					
	A-1	IX-304.8	СГ-4871.2	A-1	IX-304.8	IX-328.1.	СГ-4840.2	СГ-4871.2	СГ-4879.8
SiO <sub>2</sub>	65.42	65.39	65.5	64.51	63.81	64.88	64.36	64.64	64.69
TiO <sub>2</sub>	0.05	0.05	0.19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.71	19.57	19.72	18.43	18.09	18.01	18.45	18.47	18.61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.15	0.22	0.35	-	-	-	-	-	-
FeO	0.07	0	0.07	0.03	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00
MnO	0	0	0	-	-	-	-	-	-
MgO	0.02	0	0.02	-	-	-	-	-	-
CaO	0.23	0	0.1	0.06	0.07	0.04	0.00	0.00	0.04
BaO	-	-	-	0.49	0.71	0.43	0.44	0.40	0.49
Na <sub>2</sub> O	0.28	0.21	0.2	0.19	0.19	0.19	0.22	0.20	0.24
K <sub>2</sub> O	15.05	14.75	14.2	16.45	16.69	16.46	16.38	16.19	16.15
Li <sub>2</sub> O	0.0001	0.0001	0.0	-	-	-	-	-	-
Rb <sub>2</sub> O	0.031	0.045	0.012	-	-	-	-	-	-
Cs <sub>2</sub> O	0.0	0.0008	0.0012	-	-	-	-	-	-
Σ	100.01	100.24	100.42	100.16	99.55	100.04	99.84	99.95	100.21

Таблица 2. Характеристики рефлексов на дифрактограммах, степени триклинности и Al-Si упорядоченности структуры микроклинов III ОС

hkl	A1		IX-304.8		СГ-4871.2	
	I <sub>0</sub>	2Θ	I <sub>0</sub>	2Θ	I <sub>0</sub>	2Θ
-201	20	21.06	20	21.09	19	21.08
130	22	23.28	22	23.28	22	23.28
-130	21	24.04	20	24.06	19	24.06
040	100	27.52	100	27.52	100	27.50
1-31	27	30.28	23	30.28	24	30.28
131	21	29.50	18	29.50	20	29.50

060	26	41.88	23	41.88	21	41.88
-204	29	50.62	28	50.60	24	50.60
$\Delta p$	0.95		0.95		0.95	
$\sigma_p$	0.95		1.00		1.00	

Изучение микроклина методом рентгенолюминесценции показывает, что разноглубинные образцы характеризуются однотипными спектрами РЛ. Видна широкая асимметричная полоса излучения в области 400 нм, осложненная по краям дополнительными малоинтенсивными полосами.

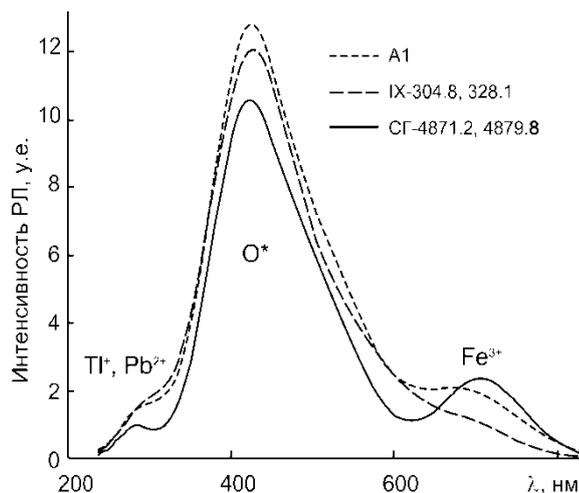


Рис. 1. Спектры рентгенолюминесценции образцов микроклина из поверхностных обнажений, из пород скв. IX и из пород СГ-3.

Усредненные спектры пар образцов из поверхностных обнажений (А-1), из пород скважин IX и СГ-3 приведены на рис. 1. Интегральные интенсивности полос РЛ в процентах от суммарной яркости свечения всех полос даны в табл. 3. На 80-90% свечение обязано кислородным дефектам в структуре микроклина. Наиболее высокое оно у микроклинов скв. IX, минимальное – у их гомологов из разреза СГ-3. Дополнительно изучена кинетика разгорания полосы кислородных центров. Она характеризуется начальным скачком интенсивности РЛ в момент включения рентгеновского возбуждения с последующим плавным увеличением до стационарного значения. Приблизительно кинетика разгорания описывается выражением  $I(t) = I_{\infty} - (I_{\infty} - I_0) \cdot e^{-t/\tau}$ , где  $I_{\infty}$  – стационарное значение РЛ;  $I_0$  – амплитуда скачка интенсивности РЛ в самом начале рентгеновского возбуждения;  $t$  – время;  $\tau$  – временной параметр. Параметры временной ( $\tau$ ) и амплитудный ( $\alpha = 1 - I_0 / I_{\infty}$ ) – наиболее удобные характеристики кинетики РЛ, так как слабо зависят от чувствительности аппаратуры. По кривым разгорания РЛ более точно определяется амплитудный скачок  $\alpha$ ,

его величина уменьшается с ростом концентрации структурных дефектов в кристалле, составляющих конкуренцию процессу сенсibilизации центра свечения, в данном случае – кислородных центров. Результаты измерений приведены в таблице 3. В результате установлено, что при внешнем подобию кислородные полосы характеризуются различной кинетикой разгорания. Параметр  $\alpha$  у образцов поверхностных и из скв. IX различается незначимо. Но у глубинных микроклинов из аркозовых песчаников разреза СГ-3 он заметно выше (см. табл. 3).

Таким образом, кристаллическая решетка микроклинов из разреза СГ-3 характеризуется меньшей дефектностью в сравнении с приповерхностными микроклинами. С этим согласуется также более низкие вклады в спектр РЛ полос примесной люминесценции микроклинов из аркозов СГ-3.

Микроклины поверхностных и приповерхностных зон идентичны. Но кристаллическая решетка микроклинов из разреза СГ-3 характеризуется меньшей дефектностью. Это является возможным следствием различных условий метаморфизма пород на разных уровнях

Таблица 3. Характеристика рентгенолюминесценции образцов микроклина III ОС из поверхностных пород и из скважин IX и СГ-3

Образец	Яркость РЛ, у.е	Вклад полос в РЛ, %			$\alpha$
		Tl <sup>+</sup> , Pb <sup>2+</sup>	O*	Fe <sup>3+</sup>	
A-1	2300	2.7	87	11	0.62
A-2	2700	3.1	82	15	0.61
IX-304.8	2300	3.7	91	6	0.54
IX-328.1	2300	1.6	88	10	0.57
СГ-4871.2	1800	2.4	85	13	0.72
СГ-4879.8	2200	2.0	81	17	0.73

## Магнезиальные вяжущие из доломита Титановского месторождения

**Тюкавкина В. В.<sup>1</sup>, Гуревич Б. И.<sup>2</sup>** (1 – г. Мурманск, МГТУ, кафедра ПГС; 2 – г. Апатиты, ИХТРЭМС КНЦ РАН, лаборатория минерального сырья и силикатного синтеза)

**Аннотация.** Изучены режимы обжига доломита Титановского месторождения. Выявлено влияние продолжительности и температуры обжига доломита на прочностные свойства магнезиального вяжущего.

**Abstract.** The regimes of firing of dolomite from Titanovskoe deposit are studied. The effect of time and temperature of firing dolomite on strength of magnesia binder are revealed.

**Ключевые слова:** магнезиальные вяжущие, доломит, обжиг, декарбонизация, плотность, прочность

**Key words:** magnesia binder, dolomite, firing, decarbonization, density, strength

В связи с развитием малоэтажного строительства повышается интерес к магнезиальным вяжущим, которые характеризуются высокими эксплуатационными характеристиками, обладают бактерицидными свойствами и являются экологически безопасными. С использованием магнезиального вяжущего можно изготавливать сухие быстротвердеющие строительные смеси, стеновые блоки, наливные полы, подоконные доски, пенобетонные изделия, декоративные изделия для отделки интерьеров помещений и т.д.

Сырьем для получения оксида магния в Мурманской области может служить доломит Титановского месторождения, который длительное время в дробленном виде использовался как декоративный щебень для создания фактуры наружной поверхности стеновых панелей. В настоящее время месторождение не разрабатывается. В ранее проведенных работах показана принципиальная возможность получения магнезиального цемента на основе частично обожженного доломита Титановского месторождения [1].

Доломит Титановского месторождения характеризуется неоднородным составом, содержание основных оксидов изменяется в следующих пределах, мас. %: CaO -22-26, MgO – 12-18, потери при прокаливании (ППП) – 37-42, в качестве примесей присутствуют SiO<sub>2</sub> -7-

16,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0.2-0.6,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - 0.3-1.0,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  – 0,03- 0.2,  $\text{TiO}_2$  – 0.03-0.1. Плотность исходного доломита  $2.86 \text{ г/см}^3$ . Минеральный состав представлен доломитом – 80-90 мас% и кварцем – 7-17 мас.%.

Исходный доломит характеризуется двумя эндотермическими эффектами: при  $755 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $840 \text{ }^\circ\text{C}$ , первый соответствует разложению  $\text{MgCO}_3$ , второй – разложению  $\text{CaCO}_3$ . При производстве магнезиального вяжущего из доломита его подвергают низкотемпературному обжигу:  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{MgO} + \text{CO}_2$ . Неразложившийся карбонат играет роль инертного заполнителя. На характер кинетики диссоциации доломитов и физико-химические, механические свойства образовавшихся продуктов, оказывают влияние количество растворимых солей, размерность кристаллов и их распределение [2,3]. Для получения каустического доломита обжиг следует вести так, чтобы продукт содержал, по возможности, больше  $\text{MgO}$  и минимальное количество  $\text{CaO}$ . Процесс производства должен обеспечить получение вяжущего с наибольшей активностью. Основными параметрами, определяющими активность магнезиального цемента из доломита, являются: температура и длительность обжига, химико-минералогический состав каустического доломита, дисперсность вяжущего, концентрация затворителя, консистенция смеси.

Для отработки режимов обжига и изучения влияния примесных минералов на качество каустического доломита использовали щебень фракции 5-10 мм. Обжиг проводили в муфельной печи двумя способами: материал загружали в холодную печь (Х) и предварительно нагретую печь до температуры обжига (Г). Подъем температуры до заданной температуры происходил в течение 2- 2.5 часов, продолжительность обжига изменялась от 1.5 до 2.5 часов. Результаты приведены в таблице.

Как видно из приведенных данных, с увеличением температуры и продолжительности обжига растут потери при прокаливании и содержание свободной извести, поэтому при повышении температуры обжига время выдержки материала в печи должно сокращаться, так, при обжиге доломита при  $720^\circ\text{C}$  время выдержки материала в печи не должно превышать 2-х часов. Плотность обожженного материала в зависимости от температуры, времени и условий обжига изменяется от  $2.87$  до  $3.05 \text{ г/см}^3$  и возрастает с увеличением содержания свободной извести. Доломит, загруженный в предварительно нагретую печь до температуры обжига, при прочих равных условиях,

содержит меньше свободной извести, следовательно, имеет и меньшую плотность по сравнению с доломитом, поставленным в холодную печь.

Таблица 1. – Влияние режима обжига доломита на степень его декарбонизации

Т обжига, °С	Время обжига, ч-мин	Загрузка в холодную печь			Загрузка в горячую печь		
		ППП, мас. %	СаО <sub>св.</sub> , мас. %	Плотность, г/см <sup>3</sup>	ППП, мас. %	СаО <sub>св.</sub> , мас. %	Плотность, г/см <sup>3</sup>
690	1-30	13.46	нет	2.87	9.28	нет	2.86
	2-00	18.89	нет	2.87	17.62	нет	2.87
	2-30	20.34	1.40	2.89	20.07	0.90	2.88
700	1-30	13.85	нет	2.87	13.42	нет	2.87
	2-00	20.45	0.31	2.89	19.94	нет	2.88
	2-30	20.88	2.45	2.91	21.52	1.62	2.90
710	1-30	13.51	нет	2.89	13.42	нет	2.87
	2-00	20.31	0.49	2.90	19.94	0.19	2.88
	2-30	21.22	1.62	2.92	21.52	1.89	2.91
720	1-30	17.40	нет	2.89	18.20	нет	2.89
	2-00	21.08	3.44	2.94	20.26	2.50	2.99
	2-30	21.77	5.54	3.01	22.19	4.21	3.02
	3-00	32.30	11.70	3.05			

Для определения прочностных свойств каустический доломит затворяли раствором хлористого магния с плотностью 1.21 г/см<sup>3</sup>, образцы размерами 2×2×2см твердели в воздушной среде. Прочность вяжущего на основе каустического доломита в зависимости от продолжительности и температуры обжига доломита изменяются в широких пределах от 4 до 76 МПа (рисунок). Минимальная прочность наблюдается при продолжительности обжига 1.5 ч. Наибольшая прочность достигается при продолжительности обжига 2-2.5 ч.

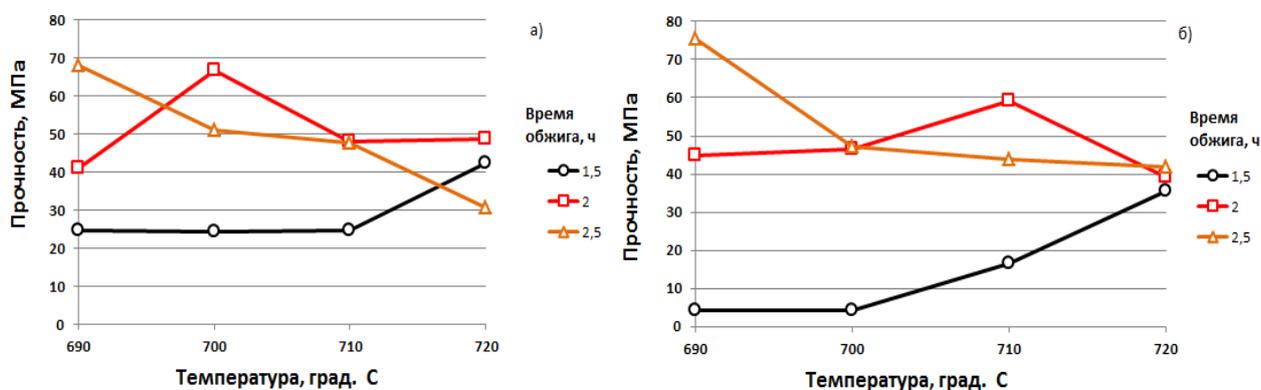


Рис.1. Прочность каустического доломита в возрасте 28 сут при т/ж= 2.2 в зависимости от температуры и продолжительности обжига: а) – материал ставили в холодную печь, б) – материал ставили в горячую печь

Таким образом, установлено, что температура обжига доломита должна составлять 690-720<sup>0</sup>С, продолжительность 2-2.5 часа, причем с увеличением температуры должно сокращаться время обжига, и, наоборот, при увеличении продолжительности обжига должна понижаться температура обжига. Качество каустического доломита пригодного для получения магнезиального вяжущего может быть оценено по содержанию СаОсв., плотности, потери массы. Содержание СаОсв. в каустическом доломите не должно превышать 2 мас.%, плотность должна находиться в пределах 2,87- 2,92 г/см<sup>3</sup>, потери массы при обжиге – 14-20 мас.%.

#### Литература

1. Кабанов, В. С. К вопросу о замене в магнезиальных оксихлоридных цементах магнезита на частично обожженный доломит [Текст] / В.С. Кабанов // Горнопромышленные отходы как сырьё для производства строительных материалов: сб. науч. тр. – Апатиты: КНЦ РАН, 1992. – С.75-78.
2. Зуев, В. В. Поцелуева Л.Н., Гончаров Ю.Д. Кристаллоэнергетика как основа оценки свойств твердотельных материалов [Текст] / В.В. Зуев, Л.Н. Поцелуева, Ю.Д. Гончаров. – С-Пб.: Проспект Науки, 2006.-139с.
3. Вайвад, А.Я. Магнезиальные вяжущие вещества [Текст] / А.Я. Вайвад. – Рига: Зинатне, 1972. – 310 с.

## О перспективах нефтегазоносности мезо- и неопротерозойских отложений полуостровов Средний и Рыбачий (Кольский регион)

**Чикирёв И.В.<sup>1,2</sup>**, **Сушков А.В.<sup>1</sup>** (1 – г. Апатиты, АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра геологии и полезных ископаемых; 2 – г. Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН)

**Аннотация.** В статье на основе анализа литологических данных делается вывод о перспективах неопротерозойских отложений п-ова Средний на углеводородное сырье. В мезо- и неопротерозойских отложениях п-ова Рыбачий возможно скопление углеводородного сырья эпигенетического происхождения.

**Abstract.** The hydrocarbon prospectivity of the Neoproterozoic sediments of the Sredny Peninsular is substantiated based on analysis of lithological data. Accumulation of hydrocarbons of epigenetic origin is feasible in Meso- and Neoproterozoic sediments of Rybachy Peninsular.

**Ключевые слова:** неопротерозой, мезопротерозой, нефтегазоносность, п-ов Средний, п-ов Рыбачий, Кольский регион.

**Key words:** Neoproterozoic, Mesoproterozoic, hydrocarbon potential, Sredny Peninsular, Rybachy Peninsular, Kola region.

Территория п-овов Среднего и Рыбачьего является частью единого Тимано-Варангерского пояса, обрамляющего Восточно-Европейскую платформу с северо-востока.

В настоящее время большинством признается аллохтонный характер границы между п-овами Средним и Рыбачьим. Полевыми исследованиями, проведенными в 2009-2010 гг., было установлено, что зона надвига достаточно четко фиксируется от устья губы Эйна до мыса Земляного широким развитием тектонических брекчий, катаклазитов и милонитов (рис 1). По-видимому, амплитуда перемещения п-ова Рыбачьего может достигать десятки км.

Характер ритмичности мезо- и неопротерозойского комплекса п-ова Рыбачьего и закономерности ее изменения в направлении снизу (мотовская свита) вверх (цыпнаволоцкая свита) свидетельствуют о нормальной последовательности отложений, отвечающей трансгрессии бассейна в условиях лавинной седиментации, когда каждый последующий слой формировался в условиях более удаленных от береговой линии, чем предыдущий. Степень изменения пород п-ова Рыбачьего отвечает стадии метазенеза, о чем свидетельствует достаточно широкое развитие в псаммитах хлорита, серицита и эпидота.

Согласно существующей стратиграфической схеме [1], среди неопротерозойских отложений, распространенных на п-ове Среднем, выделяются две серии (снизу вверх): кильдинская и волоковая, которые подразделяются на ряд свит.

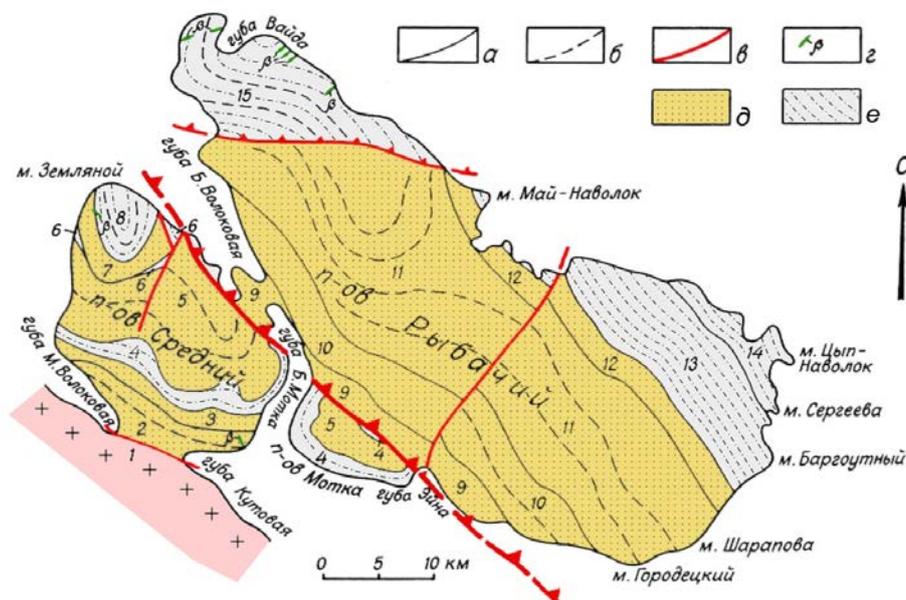


Рис. 1. Схема геологического строения полуостровов Среднего и Рыбачьего (составлена с использованием данных В.З. Негруцы и др., [1])

1. Архей-нижнепротерозойский фундамент. 2-6. Свиты кильдинской серии: 2 – пярярвинская; 3 – палвинская; 4 – поропелонская; 5 – землепахтинская; 6 – каруярвинская. 7-8. Свиты волоковой серии: 7 – куяканская; 8 – пуманская. 9-11. Свиты эйновской серии: 9 – мотовская; 10 – лонская; 11 – перевальная. 12 – 15. Свиты баргоутной серии: 12 – майская; 13 – зубовская; 14 – цыпнаволоцкая; 15 – скарбеевская. а – геологические границы установленные; б – геологические границы предполагаемые; в – разрывные нарушения; г – дайки долеритов; д – поля преимущественного развития псаммитов, обладающих коллекторскими свойствами; е – поля преимущественного развития аргиллитов и сланцев, обладающих свойствами покрышек.

Кильдинская и волоковая серии сложены аркозовыми, олигомиктовыми, кварцевыми крупно-, среднезернистыми песчаниками, а также алевролитами и аргиллитами. Подчиненную роль в разрезе играют конгломераты и гравелиты. Карбонатные породы, представленные в основном доломитами, встречаются лишь среди отложений палвинской и каруярвинской свит. Формирование отложений кильдинской и волоковой серий происходило в подводно-дельтовых обстановках, о чем могут свидетельствовать структурно-текстурные признаки пород (преобладание

в разрезе хорошо- и среднесортированных псаммитов, однонаправленная косая слоистость потокового типа, сменяющаяся разнонаправленной и др.).

Степень изменения пород п-ова Среднего, п-ова Мотки (п-ов Рыбачий) и о. Кильдина отвечает стадии позднего (глубинного) катагенеза, о чем свидетельствует широкое развитие в псаммитах регенерационного цемента и инкорпорационного сочленения зерен.

Нефтегазоносность верхнего протерозоя (мезо- и неопротерозоя) доказана открытием промышленных месторождений углеводородного сырья на Сибирской, Восточно-Европейской, Аравийской, Китайской, Индостанской и др. древних платформах [2, 3]. Отсюда понятен тот интерес к изучению мезо- и неопротерозоя Кольского региона с целью оценки их в качестве возможного источника углеводородного сырья. Перспективность рифей-ведских отложений прибрежной северной области (п-ов Рыбачий, п-ов Средний, о. Кильдина) начала обсуждаться еще в 90-е годы прошлого века и продолжается по настоящее время [4, 5, 6].

Анализ литологических характеристик верхнепротерозойских отложений п-овов Среднего, Рыбачьего и о. Кильдина позволяет сделать выводы о их возможной нефтегазоносности.

Наиболее перспективными на нахождения углеводородного сырья следует считать отложения кильдинской (п-ов Средний, о. Кильдин, п-ов Мотка) и волоковой (п-ов Средний) серий по следующим основаниям:

- степень преобразования пород серий отвечает стадии глубинного катагенеза, являющейся, как известно, главной стадией нефтеобразования;
- циклический характер осадконакопления в неопротерозойское время предопределяет чередование в разрезе серий песчаников (реже карбонатов) и глинистых пачек; первые могут рассматриваться как коллекторы, вторые – в качестве покрышек;
- чередование и взаимозамещение в разрезе серий не только по вертикали, но и по латерали глинистых и песчаных (карбонатных) толщ, может предопределять формирование большого числа ловушек различных типов;
- возможность накопления углеводородов среди отложений серий в обстановке поднадвиговой зоны п-ова Рыбачьего;
- установленные в породах серий повышенные содержания углеводородных газов, битумов и органического углерода [4].

Что же касается пород комплекса п-ова Рыбачьего (эйновская и баргоутная серии), то он не обладает теми признаками, которые перечислены выше. По-видимому, в псаммитах п-ова Рыбачьего, обладающих коллекторскими свойствами, возможно лишь нахождение углеводородов, имеющих эпигенетическое происхождение.

#### Литература

1. Негруца, В.З. Баренцевоморский фосфоритовый бассейн / В.З. Негруца [и др.]. – Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1994. – 119 с.
2. Баженова, О. К. Литолого-геохимические предпосылки нефтегазоносности верхнего протерозоя Московского авлакогена и сопредельных территорий / О.К. Баженова [и др.] // Геология нефти и газа. – 1997. – №4. – С. 51-59.
3. Кузьмин, Д.А. Геохимическая характеристика докембрийских нефтематеринских пород Лешуконского прогиба Мезенского, возможно нефтегазоносного, бассейна / Д.А. Кузьмин // Вестник Московского университета, серия Геология. – 2005. – №6. – С. 45-49.
4. Митрофанов, Ф.П. Углеводороды и органический углерод в верхнепротерозойских осадочных отложениях Северо-Запада Кольского полуострова: значение для оценки перспектив нефтегазоносности шельфа Баренцева моря / Ф.П. Митрофанов Ф.П. [и др.] // Геология и геофизика. – 1996. – т.37. – №8. – С. 125 – 135.
5. Митрофанов, Ф.П. Структурная зональность прибрежной области Кольского полуострова в связи с перспективами ее нефтегазоносности / Ф.П. Митрофанов Ф.П. [и др.] // Геология и геофизика. – 2004. – т. 45. – №1. – С. 151 – 160.
6. Сорохтин, Н.О. Геология и потенциальная нефтегазоносность п-ова Рыбачий (Кольский полуостров) / Н.О. Сорохтин [и др.] // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2011. – №5. – С. 14–19.

## Рудные минералы риодацитовых порфиров в разрезе СГ-3

**Яковлев Ю. Н.<sup>2</sup> , Скуфьин П. К.<sup>1,2</sup>** (<sup>1</sup> г. Апатиты, АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра геологии и полезных ископаемых; <sup>2</sup> г. Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН)

**Аннотация.** Рассматривается рудная минерализация интрузии риодацитовых порфиров в разрезе СГ-3. Рудная минерализация существенно оксидная. Преобладают магнетит и ильменит, изредка встречаются гематит и рутил. Сульфиды: пирротин, халькопирит и пирит. Минералы отличаются стабильностью составов и малым количеством изоморфных примесей.

**Abstract.** Considered ore mineralization of rhyodacite porphyry intrusion in the SG-3. The oxide mineralization significantly. Dominated by magnetite and ilmenite, and occasionally there are hematite and rutile. Sulphides: pyrrhotite, chalcopyrite and pyrite. Minerals are stable compounds and a small amount of isomorphous impurities.

**Ключевые слова:** печенгская структура, Кольская сверхглубокая скважина, протерозой, рудная минерализация, интрузия риодацитовых порфиров .

**Key words:** pechenga Area, Kola Superdeep borehole, Proterozoic, ore mineralization, rhyodacite porphyry intrusion.

Тело риодацитовых порфиров в протерозойском комплексе имеет мощность около 100 м и располагается на глубине 4,67-4,77 км разреза СГ-3. Ранее оно включалось в состав осадочной лучломпольской свиты [1].

Рудная минерализация в теле риодацитовых порфиров разнообразна и сопоставима с таковой в вулканитах оршоайвинской и в осадках лучломпольской свит. Среди сульфидов здесь установлены халькопирит, пирит, пирротин, борнит, миллерит, зигенит, сфалерит и молибденит; среди оксидов – магнетит, гематит, ильменит, рутил и лейкоксен; среди силикатов – сфен и циркон. Наиболее распространенными являются халькопирит и пирит; они установлены примерно в 40% изученных образцов, остальные встречаются редко. Среди оксидов наиболее распространенным является магнетит, ему уступает ильменит, обратные соотношения встречаются редко. В целом рудная минерализация риодацитовых порфиров существенно оксидная. Суммарное содержание оксидов обычно в несколько раз превосходит суммарное содержание сульфидов. Преобладающие оксиды представлены несколькими морфологическими разновидностями. Магнетит образует мелкую самостоятельную вкрапленность изометричных, нередко идиоморфных зёрен, реже наблюдаются их неправильные, "пятнистые" скопления.

Ильменит и ранний гематит обычно представлены самостоятельными пластинчатыми и чешуйчатыми индивидами, реже наблюдаются их "облачные" скопления. Ильменит и магнетит образуют также очень мелкую "пыль" или "сыпь", в которой минералы различаются с трудом. Циркон всюду представлен мелкой рассеянной вкрапленностью округлых зёрен.

В целом рудная минерализация от верхнего контакта тела риодацитовых порфиров к нижнему становится менее разнообразной и более бедной, существенно оксидной. Вблизи нижнего контакта ильменит почти полностью замещен рутилом.

Микронзондовые анализы рудных минералов показаны в табл. 1 и 2.

Преобладающие в риодацитовых порфирах оксиды, а также силикаты характеризуются стабильностью и чистотой химического состава..

Таблица 1. Химический состав (массовая доля, %) сульфидов из тела риодацитовых порфиров

№ п/п	Глубина	S	Fe	Cu	Ni	Co	ЭПГ	При-меси	Сумма
<b>Пирротин</b>									
1	4679.8	40.18	58.29	0.16	1.80	0.12	0.00	0.00	100.55
2	4691.1	39.16	60.44	0.06	0.21	0.17	0.00	0.09- Zn	100.14
3	4698.0	38.86	60.87	0.00	0.24	0.09	0.00	0.00	100.06
4	-""-	38.93	60.87	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	100.18
5	4777.0	38.19	62.10	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	100.70
<b>Халькопирит</b>									
1	4679.8	35.15	30.30	34.61	0.03	0.00	0.00	0.00	100.10
2	-""-	34.46	30.17	34.68	0.00	0.00	0.00	0.00	99.31
3	-""-	34.90	29.93	34.72	0.00	0.00	0.00	0.00	99.55
4	4691.1	35.09	29.53	34.84	0.00	0.00	0.00	0.00	99.45
5	4698.0	34.57	30.39	34.71	0.00	0.00	0.00	0.00	99.67
6	4718.0	34.84	30.42	34.62	0.00	0.00	0.00	0.00	99.88
7	-""-	34.83	30.31	34.63	0.00	0.00	0.00	0.00	99.77
8	4761.8	35.01	30.48	34.74	0.00	0.00	0.00	0.00	100.22
9	4777.0	35.16	30.34	34.81	0.00	0.00	0.00	0.00	100.31
<b>Пирит</b>									
1	4679.8	53.27	46.46	0.10	0.14	0.00	0.00	0.00	99.97
2	4698.0	53.05	46.71	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	99.85
3	-""-	52.83	46.33	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	99.27
4	4718.0	53.96	46.23	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	100.91
5	4724.9	51.71	47.10	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	98.99

№ п/п	Глубина	S	Fe	Cu	Ni	Co	ЭПГ	При- меси	Сумма
6	-""-	52.38	47.85	0.04	0.00	0.19	0.00	0.00	100.46
7	4777.1	53.10	46.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.57
8	-""-	53.55	46.84	0.04	0.06	0.00	0.00	0.00	100.51
<b>Зигенит</b>									
1	4679.8	43.07	9.19	0.41	20.03	27.52	0.00	0.00	100.22
<b>Миллерит</b>									
1	-""-	35.06	1.52	0.09	62.24	1.08	0.00	0.00	99.99
<b>Сфалерит</b>									
1	-""-	32.36	3.72	0.70	0.14	0.33	61.37- Zn	1.29- Cd	99.98
2	4691.1	33.20	6.07	0.13	0.00	0.16	61.06- Zn	0.32- Cd	100.95

Примечание: 1. ц – центр зерна; к – край зерна; в образце сфалерита 4679.8 установлена примесь As 0.08 %; в большинстве образцов определялись, но не были обнаружены: Pt, Pd, Au, Ag, Sb, Cd, As.

2. Анализы минералов выполнены в ГИ КНЦ РАН Е.Э.Савченко на микронзонде MS-46 по стандартным методикам.

Таблица 2. Химический состав (масс. %) оксидов и силикатов из риодацитовых порфиров

№ п/п	Глубина	FeO Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn O	Mg O	CaO	Σ
<b>Магнетит</b>											
1	4695.2	92.94	0.0 4	0.25	0.03	0.12	0.00	0.00	0.00	0.02	93.38
2	4718.0	91.95	0.0 0	0.20	0.00	0.10	0.03	0.00	0.08	0.04	92.40
3	4724.9	92.19	0.0 0	0.31	0.04	0.11	0.00	0.06	0.08	0.00	92.78
4	-«»-	92.09	0.0 6	0.37	0.13	0.12	0.00	0.00	0.17	0.05	92.99
5	4737.6	93.03	0.0 0	0.16	0.00	0.17	0.00	0.03	0.00	0.00	93.39
6	4734.8	93.05	0.0 0	0.00	0.05	0.08	0.00	0.00	0.00	0.04 - NiO	93.22
7	4756.5	92.83		0.12			0.03	0.05			93.03
8	4756.8	92.58				0.08		0.02			92.68
9	4761.8	92.30	0.0 0	0.26	0.00	0.07	0.04			0.03	92.70
<b>Ильменит</b>											

№ п/п	Глубина	FeO Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn O	Mg O	CaO	Σ
1	4680.0	42.92	52.29	0.43	0.00	0.08	0.00	3.47	0.10	0.16	99.45
2	4698.0	44.73	52.08	0.41	0.00	0.12	0.08	2.89	0.11	0.04	100.46
3	4777.1	44.97	52.83	0.47	0.03	0.10	0.00	2.22	0.13	0.03	100.78
<b>Гематит</b>											
1	4695.2	97.69	1.30	0.64	0.00	0.18	0.08	0.00	0.00	0.06	99.95
2	4724.9	99.43	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	99.80
<b>Рутил</b>											
1	4695.2	0.57	97.56	0.73	0.05	0.11	0.00	0.00	0.06	0.04	99.12
2	4724.9	0.89	97.51	0.24	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	99.05
3	4777.4	0.65	98.46	0.58	0.07	0.19	0.00	0.00	0.00	0.35	100.30
<b>Сфен (титанит)</b>											
1	4680.0	0.68	39.28	30.72	0.00	0.94	0.00	0.07	0.00	28.26	99.95
2	4724.9	1.23	38.03	30.85	0.00	1.53	0.00	0.06	0.49	27.07	99.26
<b>Циркон</b>											
1	4724.9	0.16	0.16	33.48	64.60- ZrO <sub>2</sub>	0.05	0.00	0.00	0.04	0.06	99.83
2	4777.4	0.03	0.79	33.13	64.74- ZrO <sub>3</sub>	0.04	0.00	0.00	0.00	0.05	100.05

Примечание: 1. пропуск в колонке – компонент не определялся.

#### Литература

1. Кольская сверхглубокая. Научные результаты и опыт исследований. – М.: МФ «Технонефтегаз», 1998. – 260 с.

## Характеристика рудных минералов в разрезе СГ-3

**Яковлев Ю. Н.<sup>2</sup> , Скуфьин П. К.<sup>1,2</sup>** (<sup>1</sup> г. Апатиты, АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра геологии и полезных ископаемых; <sup>2</sup> г. Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН)

**Аннотация.** Обобщены основные черты развития рудной минерализации в разрезе, вскрытом СГ-3 (0.0-12.2 км), как в протерозойском, так и в архейском комплексах. Показаны интервалы преимущественной концентрации сульфидов, оксидов, а также благородных металлов.

**Abstract.** Summarizes the main features of mineralization sectional exposed by SG-3 (0.0-12.2 km) in Proterozoic and Archean complexes. Shown preferred concentration ranges of sulfides and oxides, and noble metals.

**Ключевые слова:** Печенгская структура, Кольская сверхглубокая скважина, протерозой, архей, рудная минерализация.

**Key words:** Pechenga Area, Kola Superdeep borehole, Proterozoic, Archean, ore mineralization.

Во всех свитах комплекса присутствуют рудные минералы, представленные в основном сульфидами и оксидами, с незначительной примесью других минеральных видов.

Таблица 1. Состав рудной минерализации в породах печенгского комплекса, вскрытых СГ-3 и скв. IX и X.

№ п.п	Минералы	Свиты										
		mt	gd	zp	rdz	lch	prt IX	or IX	ma X			
Главные минералы												
1	Пирротин	●	●	●	○					○	●	○
2	Пентландит	●	●	○							●	○
3	Халькопирит	●	●	●	○	○	○	○	○	○	●	●
4	Пирит	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●
5	Магнетит	○	○	●	●	●	●	●	●	●	○	○
6	Ильменит	○	○		●	●	●	○	●	○	○	○
7	Гематит		○		●	●	●	●	○	○	○	
8	Лейкоксен	○	○	○	○		○	○	○	○		○
9	Сфен(титанит)		○		○	○						○
Второстепенные и редкие минералы												
	Количество	5	16	3	7	6	5	2	9	3	12	5

Примечание. ● – преобладающие минералы, ○ – второстепенные минералы. Свиты: mt – матертская, gd – ждановская, zp – заполярнинская, rdz – субвулканические риодациты, lch – лучломпольская, prt – пиргтиярвинская, or – оршоайвинская, ma – маярвинская; IX и X – структурные скважины в северо-западной части рудного поля.

Общий перечень выявленных рудных минералов представлен в табл. 1, где учтены также данные по структурным скважинам IX и X, пробуренным в 8-10 км к ССЗ от СГ-3 и вскрывшим соответствующие интервалы нижних свит комплекса в северной части Печенгской структуры. В таблице 1 дан перечень только главных рудных минералов, а второстепенные и редкие рудные минералы показаны общим числом. Более полный список всех рудных минералов, обнаруженных в керне разреза СГ-3, показан в таблице 2.

Количество главных рудных минералов во всех свитах примерно одинаково (6-8 видов), а второстепенных и редких варьирует широко, что, вероятно, в значительной степени связано с различной изученностью отдельных интервалов. В целом рудная минерализация печенгского комплекса изменяется следующим образом (табл. 1). Маярвинская свита обладает отчетливой сульфидной специализацией: в ней сульфиды и их аналоги заметно преобладают над оксидами. Залегающие выше свиты, включая и риодациты, характеризуются отчетливой оксидной специализацией: оксидов в них значительно больше, чем сульфидов. В заполярнинской свите сульфиды и оксиды развиты примерно одинаково, а в ждановской и матертской свитах отчетливо проявлена сульфидная специализация; к тому же в ждановской свите установлено наибольшее количество рудных минералов, главным образом, в пределах тел рудоносных гипербазитов. Таким образом, в процессе накопления свит печенгского комплекса, имело место изменение условий рудообразования – от примеси рудных минералов в породах до формирования богатых медно-никелевых руд, что свойственно и Печенгскому синклинию в целом: на различных его участках (как по простиранию, так и по падению) содержание медно-никелевых сульфидов варьирует от бедной вкрапленности до богатых руд. Содержание полезных компонентов на большей части массива невелико (до 0.5% Ni), а в низах его развиты густовкрапленные и брекчиевидные руды с высоким содержанием полезных компонентов: Ni – 1.12-1.47%, Cu – 0.57-2.08%, S – 9.52-22.56%.

Породы лучломпольской свиты содержат оксидное (магнетит-гематитовое) оруденение, которое в СГ-3 не опробовалось, но по минеральному составу аналогично железным рудам той же свиты в центральной части синклиория, где развиты гематитовые оолиты и аркозовые метагравелиты с высоким содержанием  $Fe_2O_3$  (50.34-71.86%) и FeO (2.05-6.94%), что соответствует богатым железным рудам.

Таким образом, СГ-3 вскрыла руды двух типов, известных в приповерхностной зоне Печенгского рудного поля и тем самым значительно расширила перспективы его рудоносности.

### Рудная минерализация архейского комплекса СГ-3.

В разрезе архея, вскрытого СГ-3, преобладают гнейсы (около 60% его мощности) и амфиболиты (примерно 30%), незначительную часть (3-5%) составляют метабазиты, ультрабазиты, гранитные пегматиты и различные метасоматиты.

Таблица 2. Перечень рудных минералов, обнаруженных в разрезе СГ-3

№№ п.п.	Протерозойский комплекс	№№ п.п.	Архейский комплекс
	<b>Главные минералы</b>		<b>Главные минералы</b>
1	Пирротин (гекс. и мон.)	1	Пирротин (мон., гекс.)
2	Пентландит	2	Пентландит
3	Халькопирит	3	Халькопирит
4	Пирит	4	Пирит
5	Магнетит	5	Магнетит
6	Ильменит	6	Гематит
7	Лейкоксен	7	Ильменит
		8	Сфен (титанит)
	<b>Второстепенные и редкие</b>		<b>Второстепенные и редкие</b>
8	Графит	9	Железо самородное
9	Сфалерит	10	Медь самородная
10	Галенит	11	Золото самородное
11	Макинавит	12	Электрум
12	Алтайт	13	Кремний
13	Аргентопентландит	14	Кадмий
14	Борнит	15	Олово самородное
15	Виоларит	16	Графит
16	Марказит	17	Аргентопентландит
17	Молибденит	18	Сфалерит
18	Кобальтин	19	Галенит
19	Данаит	20	Миллерит
20	Титаномагнетит	21	Зигенит
21	Хромшпинелид	22	Кубанит
22	Безымянный (AgTe)	23	Борнит
23	Сфен (титанит)	24	Виоларит
24	Циркон	25	Марказит
		26	Титаномагнетит
		27	Хромшпинелид
		28	Гематит
		29	Рутил
		30	Лейкоксен
		31	Циркон
		32	Безымянный (Cu, Zn, Ni, Co)
		33	БЕЗЫМЯННЫЙ (Pb <sub>3</sub> Bi)

В породах архейского комплекса установлены следующие разновидности сульфидного и оксидного оруденения: сульфидное медно-никелевое, сульфидное колчеданное (пирит-пирротинное), оксидное железное (гематитовое), оксидное титано-железное (титаномагнетитовое), полиметаллическое (галенит-сфалеритовое, иногда с примесью молибденита), благороднометальное (золото-серебряное и платинометальное). Напомним, что в протерозойском комплексе данного района присутствуют сульфидные медно-никелевые и оксидные железные руды, подсеченные многими тысячами разведочных скважин и многими горными выработками, тогда как в разрезе СГ-3 они представлены единичными подсечениями. А благороднометальное оруденение установлено лишь в единственной Кольской сверхглубокой скважине.

**ХИМИЯ**

**Adsorbed layers of gelatin with surfactants at liquid interface**

**Derkach S. R., Petrova L.A., Dyakina T. A., Voronko N. G.** (*Murmansk, Murmansk State Technical University, Chemistry department*)

**Abstract:** This article is devoted to discussing the results of studies of the influence of low-molecular weight surfactant additions on the composition and properties of gelatin adsorbed layers which are spontaneously created at water/air and water/non-polar-liquid interfaces. The evolution of the interfacial layers' properties (with increasing surfactant concentration) is discussed in connection with the properties and content of gelatin–surfactant complexes appearing in the aqueous phase.

**Key words:** interfacial adsorbed layer, gelatin, ionic surfactant, complexes, interface tension, surface shear rheology, foam and emulsion films

Adsorption layers of polymeric surface-active compounds which create self-organized structures at the water/air or water/non-polar-liquid interface are an interesting object for versatile studies. During the last decades, theoretical and experimental studies on the regularities of interface layer formation were actively carried out by many outstanding scientists and experts. The permanent interest in understanding the behaviour and properties of adsorption layers at liquid interfaces is determined by their determining role in stabilizing disperse systems, foams, and emulsions

This review is devoted to complex discussing the results of studies of surface properties of aqueous gelatin-surfactant mixtures. The base for consideration is experimental data published in periodicals as well as original authors' data obtained in studies of gelatin/surfactant complex formation, surface tension, adsorption, and rheological properties on gelatin/surfactant interface layers in comparison with pure gelatin interface [1].

Gelatin with random interleave of polar and hydrophobic amino acid residues is capable of formation of complexes with ionic surfactant having variable composition. They form as a result of electrostatic and hydrophobic interactions. Also, interaction with non-ionic surfactant is possible under certain

conditions. Purposeful change of gelatin properties (hydrophilic-lipophilic balance, surface activity) was carried out basing on the knowledge of amino acid content and peculiarities of its secondary, tertiary and quaternary structure which determines conformation state and self-organization of macromolecules on different levels,

Complex analysis of experimental data provides the basis for classifying gelatin/surfactant complexes (of varying composition) to a special type of surfactants with properties different from properties of individual components entering a complex.

At certain ratio of components (at low degrees of association) and pH values close to the isoelectrical state, hydrophobicity of complexes increases in comparison with gelatin macromolecules. The process of association is accompanied with the decrease in proton mobility in amino acid residues, decrease in the share of collagen-like parts of macromolecules, increase in their compact, and increase in the apparent radius of particles in bulk. At the same time, volume of hydrophobic domains and solubility ability of complexes increases.

Surface activity of gelatin macromolecules can be governed by addition of small quantities of ionic surfactant which are less than maximal bonding possibility of gelatin (in relation to this surfactant). Adsorption of gelatin/surfactant complexes which are more surface active in comparison with pure gelatin leads to significant decrease in the surface (interface) tension. At low degrees of bonding, the width of forming adsorption layers of complexes is less in comparison with gelatin. It is due to conformation transformation of biopolymer macromolecules in interaction with surfactant and consequently, denser packing of structure units in interface. Interface adsorption layers forming in these conditions have unique viscous, elastic and plastic properties.

An increase in surfactant concentration (i.e. surfactant/gelatin ratio) in a system results in evolution of rheological properties which change from viscoplastic to Newtonian (Fig. 1). Such changes in the rheology are obliged to formation gelatin/surfactant complexes and consequently, interface layers of different composition and structure along with increasing surfactant concentration.

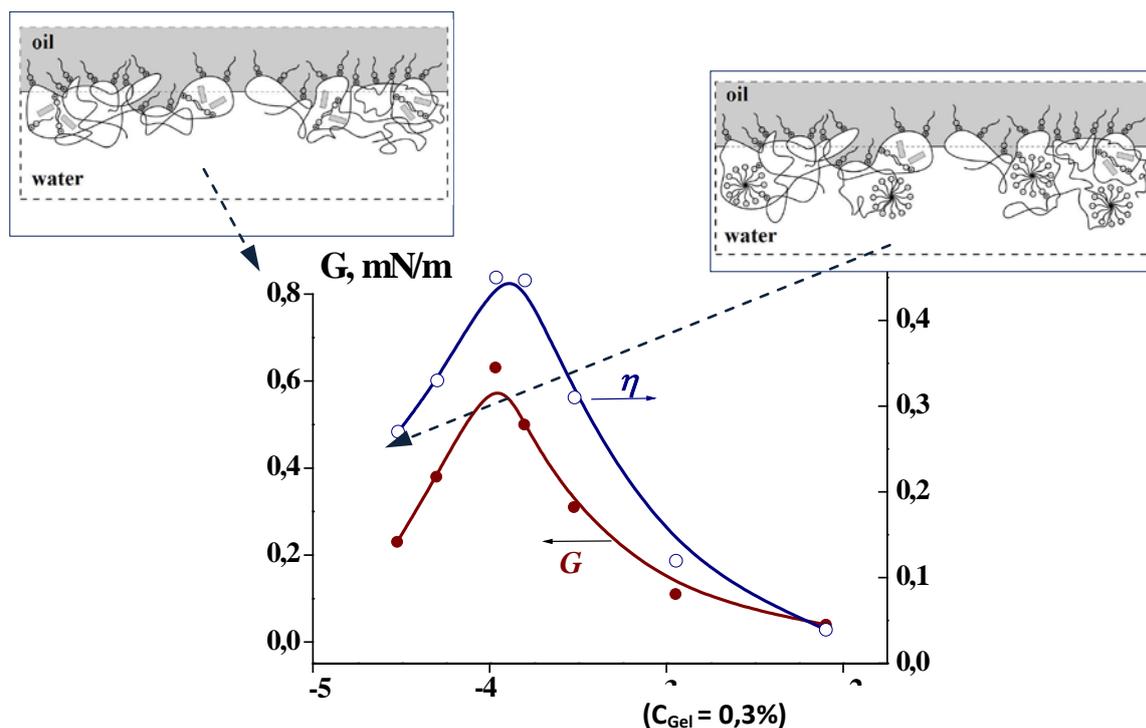


Fig. 1. Elasticity modulus and viscosity for adsorption layers of the aqueous gelatin(Gel)–sodium dodecylsulfate(SDS) mixtures ( $t = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{pH } 5.8\text{--}6.0$ ,  $\tau_s = 0.28\text{ mN/m}$ ) and the models reflecting the structure of adsorbed layers.

Peculiarities of stabilization of such disperse systems as foams and emulsions by using gelatin/surfactant complexes are clearly manifested for model systems – bilateral liquid foam and emulsion films. Maximal stabilizing effect is observed for complexes which were formed at low degrees of gelatin/surfactant association in vicinity of the isoelectrical state of a complex. Rheological properties of bilateral films are determined mainly by rheological properties of stabilizing interface layers.

Future rather complicated step in developing fundamental investigations of adsorption layers formed by gelatin/complex forming surfactant is evidently, related to a detailed description and prediction of the interface properties on the base of known and new theoretical models considering equilibrium and kinetics of adsorption layers.

Reference:

1. Derkach S.R. Interfacial layers of complex-forming ionic surfactants with gelatin. // *Advances in Colloid and Interface Science*. In press.

## Effect of pollution on the exoglycosidic activity of chondroitin sulfate-enzyme system

**Portsel M. N.<sup>1</sup>, Novikov V. Yu.<sup>2</sup>, Konovalova I. N.<sup>1</sup>.** (*Murmansk*, <sup>1</sup>*The Murmansk State Technical University (MSTU)*; <sup>2</sup>*Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO)*).

**Abstract.** Activity of chondroitin sulfate-exoglycosidic enzyme system in water with pollution by bentonite surfactant PKD-515 and crude oil was studied. It is shown that the activity of the enzyme preparation on the pure substrate is 1.5-2 times higher than in the presence of contaminants. Changing of exoglycosidic chondroitin activity model system in the presence of an enzyme indicates the possibility of contamination of the system in use as a biomarker.

**Key words:** exoglycosidic activity, chondroitin sulfate, enzyme contamination biomarker.

Pollutants as a part of stationary sewage discharges (drilling platforms, coastal settlements, at economic activities of fishing fleet) are capable to be transformed and collected in sea medium [1, 2]. Pollutant disposal necessarily leads to degradation of ecological situation and finally – to decrease in number of bioresources.

Industrial-technological wastes of drilling which are collected and stored in terrain of drilling platforms are constitute widespread danger to objects of environment. They contain contaminations of mineral and organic nature which in the composition are materials and the chemical reagents used for preparation and processing of drilling solutions, for example, surface-active substances (SAS), bentonite [2].

The aqueous medium provides the best requirements for bioaccumulation – the accumulation phenomena in alive organism of manifold substances, by their extraction from abiotic phases (waters, soil, air) and from nutrition (trophic transmission). Hydrobionts accumulate materials in concentrations in thousand times higher, than contain in water. In case of consumption of alien materials if these materials cannot be digested or simply output from an organism, their accumulation on a course edible chains, especially begins in the event that the yielded material has the long-term continuance of biological half-decay [1]. Action which can render occurrence in biological system of the yielded material is necessary in a bottom of examinations of real biological effect of pollutants.

Enzymes are sensitive bioindicators (biomarkers) of activity both connatural, and anthropogenic factors [3]. They reflect a physiology-biochemical state of an organism, and also its stability and adaptable possibilities. A biomarker – the term designating gauged event, descending in biological system. The phenomenon then is interpreted as reflectance or a marker of more blanket state of an organism or population. As a biomarker exogenetic substance (or metabolite) in an organism, an interaction yield between linking (or metabolite) and endogenous a builder, or other event related to action can act. For example, on change of a physiology-biochemical state of an organism it is possible to estimate and predict consequences of a finding of toxicants in water [4, 5].

In this paper results of studying of exoglycosidic activity of system chondroitin sulphate-enzyme in the conditions of contamination by bentonite, SAS of complex activity ПКД-515 and oil crude are given.

#### Materials and methods

Chondroitin sulphate was extracted from cartilaginous tissue of salmon (*Salmo salar*) on technology for which bottom were known expedients from publications [6-8] are taken. The method developed by authors was closest to one from US Patent [8] and included defatting of cartilaginous tissue by acetone, dissolution in dilute alkali solution, enzymic hydrolysis of protein and sedimentation of chondroitin sulphate from hydrolysate by ethanol. An enzyme preparation was extracted from a hepatopancreas of the King crab *Paralithodes camtschaticus* on the technology developed in PINRO (Murmansk) [9, 10].

Exoglycosidic activity determination is founded on change of reducing sugars content in solution of substrate after addition of enzyme [11]. The content of reducing sugars was defined by method given in publication [12].

#### Results and discussion

In the table the results of studying exoglycosidic activity of enzyme preparation from a hepatopancreas of the King crab with use chondroitin sulphate as substrate are given.

Table 1. The exoglycosidic activity of enzyme preparation from a hepatopancreas of the King crab in relation to substrate – chondroitin sulphate ( $\text{mmol} \times \text{mg}^{-1} \times \text{min}^{-1}$ ).

Pure substrate (chondroitin sulphate)	Contamination additives			
	drilling solution	oil	SAS	drilling solution, oil, SAS
$7,014 \times 10^{-4}$	$7,548 \times 10^{-4}$	$3,659 \times 10^{-4}$	$5,375 \times 10^{-4}$	$2,287 \times 10^{-4}$

It is clear from data given in the table that activity of enzyme preparation from hepatopancreas of the King crab on pure substrate in 1,5-2 times above, than in the presence of oil and SAS. Enzyme preparation activity in the presence of a drilling solution is a little above, than on pure substrate ( $7,548 \times 10^{-4}$  and  $7,014 \times 10^{-4} \text{ mmol} \times \text{mg}^{-1} \times \text{min}^{-1}$ , accordingly). Most likely, it is possible to explain it by adsorption of enzyme preparation and chondroitin sulphate on a surface of particles of bentonite. The total contamination by all studied materials invokes the greatest reduction of enzyme activity that testifies to complex character of activity of contaminants on an living organism.

The state of any living system depends on exterior actions of surrounding medium and consequently can be used as indicator of biological state of organism. Polysaccharide chondroitin sulphate is a part of a cartilaginous fabric of fishes and the action of alimentary ferments of other hydrobionts on it as on substrate can be used for estimate of the changes take place in environment.

#### Conclusion

The exoglycosidic activity changes of modelling system chondroitin sulphate-enzyme in the presence of oil contaminations, SAS and builders of drilling solutions, confirm the possibility of use of this system as a biomarker.

#### References

1. Kutsenko, S. A. Fundamentals of Toxicology / S. A. Kutsenko. – St. Petersburg: Foliant, 2004. – 570 p.
2. Yagafarova, G. G. Biotechnological method of utilization of oil-slimes and drilling sludge / G. G. Yagafarova, M. Mavlyutov, V. B. Barakhina // Mining Bulletin. – 1998. – No. 4. – P. 43-46.
3. Venkateswara, Rao J. Sublethal effects of an organophosphorus insecticide (RPR-II) on biochemical parameters of tilapia, *Oreochromis mossambicus* / Rao J. Venkateswara // Biochemistry and Physiology. Part C. Toxicology and Pharmacology. 2006. – Vol. 143, № 4. – P. 492-498.
4. Perevoznikov, M. A. Heavy metals in freshwater ecosystems / M. A. Perevoznikov, E. A. Bogdanova. – St. Petersburg: GosNIORKH, 1999. – 228 p.
5. Faschuk, D. Ya. Anthropogenic load on geosystem sea-catchment area and its consequences for fishery / D. Ya. Faschuk, V. V. Sapoznikov. – Moscow: VNIRO, 1999. – 124 p.

6. Method of chondroitin sulphate extraction from animal's tissues : pat. RU 2061485, A61K35/22 / S. E. Vasyukov, N. A. Kir'yanov. – No. 92014708/14; appl. 28.12.1992; publ. 10.06.1996.
7. Extraction, separation and purification of chondroitin sulfate from chicken keel cartilage / ShuangLi Xiong, AnLin Li, ZhaoMin Wu, Ming Wei // Journal Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2009. – Vol. 25, No. 1. – P. 271-275.
8. Salmon-origin chondroitin sulfate : pat. US 20030162744, A61K 031/737, C08B 037/00 / M. Takai, H. Kono. – No. 220539; appl. 17.12.2002; publ. 28.08.2003.
9. Mukhin, V. A. Enzymatic protein hydrolysates of sea hydrobiont's tissues: preparing, properties, and practical application / V. A. Mukhin, V. Y. Novikov. – Murmansk: PINRO, 2001. – 97 p.
10. Mukhin, V. A. Enzymatic hydrolysis of proteins from Crustaceans of the Barents Sea / V. A. Mukhin, V. Y. Novikov // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2001. – Vol. 37, No. 5. – P. 538-542.
11. Determination of endo- and exochitinase activities of *Serratia marcescens* in relation to the culture media composition and comparison of their antifungal properties / M. Declaire [et al.] // Chitin Enzymology. Vol. 2 / ed. by R. A. A. Muzzarelli. – Grottammare : Atec Edizioni, 1996. – P. 165-169.
12. Imoto, T. A simple activity measurement of lisozyme / T. Imoto, K. Yagishita // Agricultural and Biological Chemistry. – 1971. – Vol. 35, № 7. – P. 1154-1156.

This work was financially supported by project of the Kolarctic ENPI CBC Programme (CETIA – coastal environment, technology and innovation in the Arctic).

**Intervallence charge transfer of the sm(III)/sm(II) redox couple in molten lifcaf**

**Stulov Yu. V.<sup>1</sup>, Korenko M.<sup>2</sup>, Kubikova B.<sup>3</sup>, Kuznetsov S. A.<sup>4</sup>** (<sup>1</sup> *Apatity, I.V. Tananaev Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, Russian Academy of Sciences;* <sup>2</sup> *Bratislava, Institute of Inorganic Chemistry, Slovak Academy of Sciences;* <sup>3</sup> *Bratislava, Institute of Inorganic Chemistry, Slovak Academy of Sciences;* <sup>4</sup> *Apatity, I.V. Tananaev Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, Russian Academy of Sciences*)

**Abstract.** This article is focused on the electrochemical investigation (cyclic voltammetry) of the redox couple Sm(III)/Sm(II) in an eutectic LiF–CaF<sub>2</sub> melt containing SmF<sub>3</sub>. The first step of reduction for Sm(III) ions involving one electron exchange in soluble/soluble Sm(III)/Sm(II) system was found on a tungsten electrode. The study of the Sm(II)/Sm(0) electrode reaction was not feasible, since its redox potential is in the same range of the solvent decomposition. The first step was found reversible at temperatures 1075 and 1125 K up to polarization rate 1 V/s and at temperature 1175 K the process was reversible at all applied in this study sweep rates. The diffusion coefficients (*D*) of Sm(II) and Sm(III) ions were determined by cyclic voltammetry, showing that *D* decreases when oxidation state increase, while the activation energy of diffusion (*E<sub>a</sub>*) increases. The standard rate constants of charge transfer were calculated for the redox couple Sm(III)/Sm(II) at 1075 K and 1125 K based on the data of cyclic voltammetry.

**Key words:** redox couple, samarium, standard rate constant of charge transfer, diffusion coefficients, cyclic voltammetry.

Today there are two scenarios in the spent nuclear fuel management. The first scenario represents the “unclosed” fuel cycle, which is based on the slow long-term cooling of spent fuel in the intermediate repository and then on the idea of the thousands year ultimate storage in underground repository. The second scenario is based on hydrometallurgical reprocessing of spent fuel by PUREX processes (use aqueous solutions and organic extractants) to obtain strengthened new fuel material. Some task is that even the present day PUREX technology is not capable to separate the tri-valent transuranium elements like americium and curium from tri-valent fission products represented by lanthanides (Ln). The existence of long-lived transuranium elements in the spent fuel results to the environmental problems based on radiotoxicity. However, these long-lived

transuranium elements could be in principle incinerated in so-called transmutation reactor systems into short lived or even stable isotopes.

In the present study, electrochemistry of the redox couple Sm(III)/Sm(II) in the LiF–CaF<sub>2</sub> eutectic melt was examined on a tungsten working electrode by cyclic voltammetry. The eutectic mixture LiF–CaF<sub>2</sub> has a wide electrochemical window and suitable melting point (1035 K) and appears to be the more appropriate molten system for separation of actinides and lanthanides.

The specific objectives of this study are the determination of Sm(II) diffusion coefficients and standard rate constants of charge transfer for redox couple Sm(III)/Sm(II). To our knowledge, these data have not previously been reported.

Electrochemical tests were performed in the glassy carbon crucible (conical, top ID: 45 mm, bottom ID: 30 mm) laid in a chamber made of stainless steel, closed by a detachable flange with built-in holders for the electrodes, thermocouple and inlet and outlet of inert gas. An argon inert atmosphere (99.998%) was used inside the electrolyser within the all measurements. An argon gas was previously dehydrated and deoxygenated. The cell was heated using a programmable furnace and the temperature was measured using a Pt/PTRh10 thermocouple. A resistance furnace heats the chamber and allowing uniform thermal field in glassy carbon (GC) crucible up to 1373 K. The inner part of the walls of the chamber was protected against fluoride vapors by a glassy carbon liner.

A tree electrode design has been applied for electrochemical investigations. A glassy carbon crucible served as a counter electrode. Tungsten wire (99.95 % *Sigma Aldrich*) was used as working electrode (OD: ca 0.8 mm). Platinum wire was utilized as quasi-reference electrode. The surface area of the working electrode was determined after each experiment by measuring the depth of the immersion in the bath mixture (usually 5 mm). The electrodes were interconnected with AUTOLAB (PGSTAT30 potentiostat/galvanostat) controlled by PC with original software (GPES 4.9). The potential scan rate was varied between  $5 \cdot 10^{-3}$  and 2.8 V/s. The electrolytic bath consisted of an eutectic LiF–CaF<sub>2</sub> (77/33 molar ration) salt mixture (LiF – optical grade, LOMO Plc., St-Petersburg, Russia; CaF<sub>2</sub> – reagent grade, NevaReactive, St-Petersburg, Russia). Before use, it was dehydrated by heating under vacuum from room temperature up to the 673 K for several hours. Samarium ions were introduced into the mixture as a samarium fluoride SmF<sub>3</sub> (reagent grade, NevaReactive, St-Petersburg, Russia). The weight of the carried salt (LiF–CaF<sub>2</sub>) was usually 70 g.

The total concentration of samarium was determined by inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (ICP-AES).

The cyclic voltammograms obtained at different scan rates (50, 100, 200, 400, 600, 800,..., 2800 mV/s) on a W working electrode at 1175 K are shown in Fig 1. The voltammogram indicates one peak in the cathodic region at  $-1.136$  V (vs. Pt quasi-reference electrode) and the anodic peak at  $0.811$  V (vs. Pt quasi-reference electrode). As can be also seen in Fig 1, the peak potentials do not change significantly with increasing of scan rate.

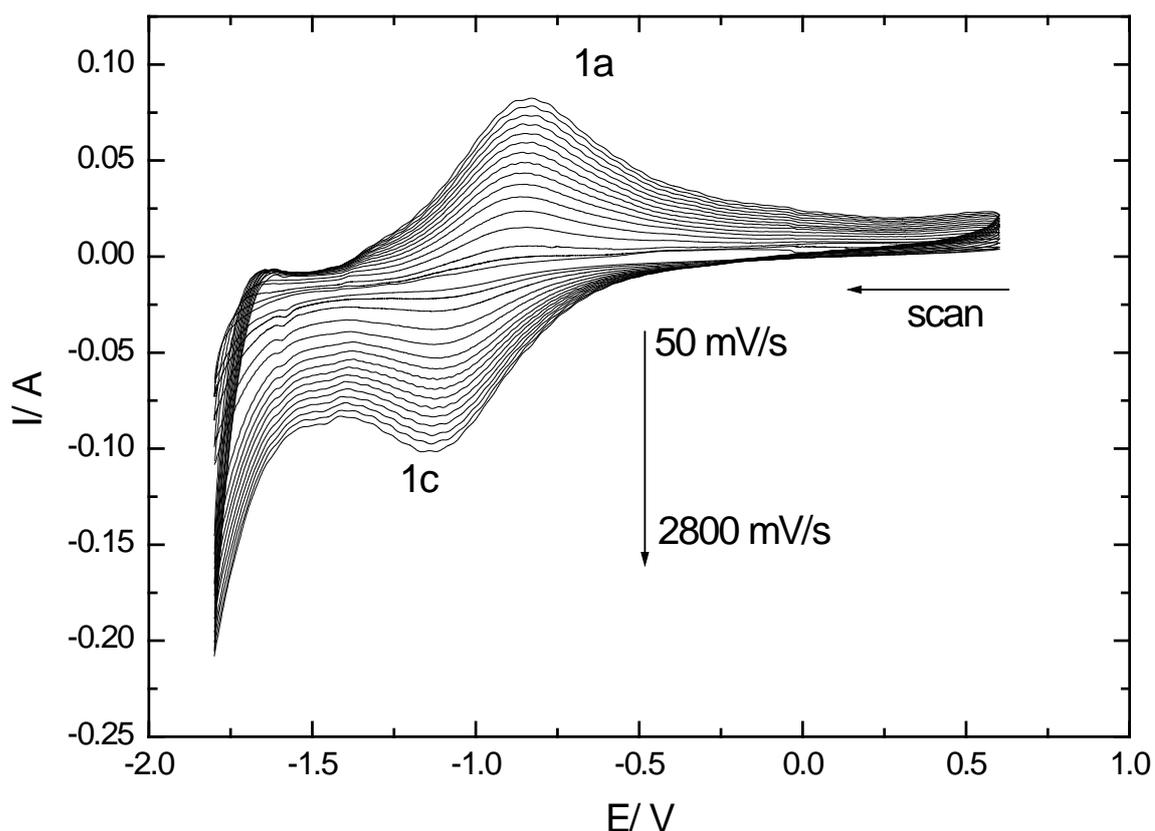


Fig. 1. Cyclic voltammograms of the  $\text{LiF-CaF}_2\text{-SmF}_3$  system at different scan rates (50, 100, 200, 400, 600, 800,..., 2800 mV/s) at 1175 K. WE: W; RE: Pt wire; CE: GC crucible.

$$C^\circ(\text{SmF}_3) = 8.259 \times 10^{-4} \text{ mol/cm}^3; S = 0.231 \text{ cm}^2.$$

At temperatures of 1075 K and 1125 K, the peak current of electroreduction up to at least  $\nu = 1.0$  V/s is directly proportional to  $\nu^{-1/2}$ , while the peak potential was independent on the potential sweep rate to the values of  $\nu = 1.0$  V/s. According to the cyclic voltammetry theory, the electrode process at these temperatures is controlled by diffusion up to the polarization rate of  $\nu = 1.0$  V/s. At  $\nu > 1.0$  V/s, a deviation of the experimental points was observed from the straight line passing through the origin of coordinates, which evidences a transition

from a reversible process to a quasi-reversible process. At the higher temperature (1175 K) the process is controlled by diffusion at all applied scan rates.

Diffusion coefficients ( $D$ ) of Sm(III) and Sm(II) ions in LiF–CaF<sub>2</sub> melt were determined using cyclic voltammetry by Randels–Sevchik equation:

$$I_p = 0.446(zF)^{3/2}(RT)^{-1/2}SC^0(D\nu)^{1/2} \quad (1)$$

where  $I_p$  is the peak current in A,  $z$  is number of electrons,  $S$  is the electrode area in cm<sup>2</sup>,  $C^0$  is the concentration of electroactive species in mol/cm<sup>3</sup>,  $D$  is the diffusion coefficient of electroactive species in cm<sup>2</sup>/s,  $\nu$  is the potential scan rate in V/s.

Temperature dependencies of diffusion coefficients were following:

$$\ln D(\text{Sm}^{3+}) = -0.96612 - (10442/T) \quad (2)$$

$$\ln D(\text{Sm}^{2+}) = -0.84885 - (10328/T) \quad (3)$$

Knowing the diffusion coefficients of Sm(III) and Sm(II) the standard rate constants of charge transfer ( $k_s$ ) for the redox couple Sm(III)/ Sm(II) in LiF–CaF<sub>2</sub> melt can be determined. According the analysis described before, the studied system shows at the concentration of  $C^0(\text{SmF}_3) = 4.24 \cdot 10^{-4}$  mol/cm<sup>3</sup> a quasi-reversible behavior at sweep rates 1 – 2 V/s. In this range of scan rate, the constants of charge transfer could be calculated. **Tab. 1** presents calculated values of the standard rate constants of charge transfer for the Sm(III)/Sm(II) redox couple at 1075 K and 1125 K. At the higher temperature (1175 K), the constant of change transfer could not be calculated, since at this temperature the system is reversible at all applied polarization rates

Tab. 1 The standard rate constants of charge transfer for the Sm(III)/Sm(II) redox couple at different temperatures

$T / K$	$E_p^c / V$	$E_p^a / V$	$\Delta E_p / V$	$\psi/T$	$k_s (\text{Sm(III)/Sm(II)}) / \text{cm}^2/\text{s}$
1075	-1.335	-1.028	0.307	1.803	0.0557
1125	-1.227	-0.910	0.317	1.937	0.0788

The electrochemical reduction of Sm(II) into samarium metal was not observed. It is evident that a samarium has a more negative discharge potential than the solvent cations.

## Исследование термоокислительной стабильности моторных масел с использованием ИК-спектроскопии

**Берестова Г. И., Кучина Ю. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра химии)

**Аннотация.** В работе представлены результаты по использованию метода инфракрасной спектроскопии для оценки термоокислительной стабильности моторных масел.

**Abstract.** The results on use of a method of infrared spectroscopy for an estimation of thermooxidizing stability of engine oils are presented in the work.

**Ключевые слова:** моторное масло, термоокислительная стабильность, инфракрасная спектроскопия

*Введение.* Повышение надежности механизмов и рациональное использование смазочных материалов зависит от качества используемых масел. Моторные масла должны удовлетворять нескольким эксплуатационным требованиям, прежде всего, иметь оптимальные вязкостные свойства и достаточную химическую стойкость, обеспечивающую минимальное изменение свойств смазочного материала в процессе применения. Современные моторные масла представляют собой сложные коллоидные системы, состоящие из углеводородов разных классов и композиций присадок. Физико-химические процессы, происходящие в масле, исключительно сложны и многие из них необратимы. В результате окисления и действия высоких температур существенно изменяются физико-химические свойства масла: его вязкость и коррозионная активность увеличиваются, часть щелочных и антиокислительных присадок расходуется на нейтрализацию образовавшихся кислот и разложение гидроперекисей, перевод радикалов в стабильное состояние [1]. Метод ИК-спектроскопии в настоящее время находит широкое применение при изучении эксплуатационных свойств смазочных масел. Этот метод позволяет определить структуру различных ингредиентов масла, качественный и количественный состав добавляемых к нему присадок и изучить характер изменений, происходящих в процессе их эксплуатации [2]. Цель работы – совершенствование методики оценки термоокислительной стабильности моторного масла с использованием ИК-спектроскопии.

*Объекты и методы исследования.*

Объектами исследования являлись образцы судовых моторных минеральных масел марок М14Г2цс, М14Дцл20, М14Дцл30, ЛукОйл НАВИГО 12/40, ЛукОйл НАВИГО 30/40, Castrol MHP 154, Castrol TLX Plus 304, Chevron Delo 1000 Marine 30, Texaco Taro 30 DP 40.

Для оценки термоокислительной стабильности образцы масел выдерживали при перемешивании в течение 2 часов в контакте с медным стержнем (катализатором) и с воздухом при температуре 200 °С (т. е. в условиях, близких к работе моторного масла в двигателе). О снижении эксплуатационных характеристик образцов масел судили по изменению их вязкостных и моющих свойств. Измерялись до и после нагревания щелочное число, кинематическая вязкость при 100 °С и оптическая плотность образцов на длинах волн 670 нм и 490 нм с использованием спектрофотометра 170 UV/VIS и кварцевых кювет толщиной 1 см. ИК-спектры моторных масел снимали на ИК-спектрофотометре ИКС-40, в кюветах КВг с толщиной слоя 0,1 мм в интервале волновых чисел 2000 – 500 см<sup>-1</sup>. Анализ основных физико-химических свойств моторных масел осуществлялся по стандартным методикам: определение общего щелочного числа по ГОСТ 11362-96, кинематической вязкости по ГОСТ 33-2000.

*Результаты исследования.* Термоокислительная стабильность оценивает стойкость масла к образованию кислот и смол при высокой температуре. Повышение вязкости и оптической плотности свидетельствует об образовании продуктов окисления в масле. Оптическая плотность при длине волны 670 нм показывает содержание крупных частиц в масле, при длине волны 490 нм – общую загрязненность. Полученные результаты представлены в таблице.

После проведения испытания на термоокислительную стабильность масла марки ЛукОйл НАВИГО 12/40 не дне тигля образовались черные смолообразные продукты; из масла Chevron Delo 1000 Marine 30 выпал осадок белого цвета. Также в обоих случаях значительно увеличилась оптическая плотность и вязкость, что свидетельствует о низкой термоокислительной стабильности данных образцов масел. Из результатов, представленных в табл. 1, видно, что масла марок М14Г2цс, М14Дцл20, М14Дцл30, ЛукОйл НАВИГО 30/40, Castrol MHP 154, Castrol TLX Plus 304, Texaco Taro 30 DP 40 обладают высокой термоокислительной стабильностью.

Таблица 1. Изменение оптической плотности и вязкости исследуемых масел до и после нагревания

№	Марка масла	$\nu$ (100 °С), мм <sup>2</sup> /с		Оптическая плотность			
		до нагревания	после нагревания	до нагревания		после нагревания	
				670 нм	490 нм	670 нм	490 нм
1	Castrol MHP 154	13,70	14,40	0,509	1,776	0,528	1,781
2	Chevron Delo 1000 Marine 30	13,58	14,73	0,134	1,114	0,301	1,728
3	M14Г <sub>2</sub> цс	13,93	14,36	0,465	1,748	0,504	1,784
4	ЛукОйл НАВИГО 12/40	14,02	14,58	0,455	1,763	1,470	1,792
5	Тасасо TARO 30 DP 40	14,2	14,82	0,689	1,780	0,785	1,798
6	M14 ДЦЛ20	14,05	14,37	0,397	0,397	1,742	1,764
7	ЛукОйл НАВИГО 30/40	13,90	14,59	0,756	0,830	1,783	1,764
8	M14ДЦЛ30	14,02	14,48	0,380	0,404	1,737	1,753
9	Castrol TXL Plus 304	14,04	14,33	0,750	0,832	1,753	1,759

При сравнении ИК-спектров исследованных образцов масел до и после нагревания получены идентичные результаты. При этом оценивались интенсивности полос поглощения, обусловленных наличием в масле антиокислительных присадок алкилдитиофосфатного типа (на волновых числах 1000, 1060, 660, 588 см<sup>-1</sup>), моющее-диспергирующих присадок сульфонатного типа и продуктов их срабатывания (на волновых числах 1152, 608 см<sup>-1</sup>). Одновременно со снижением содержания присадок наблюдалось повышение степени окисления, о чем свидетельствует возрастание поглощения в интервале волновых чисел 1752 – 1708 см<sup>-1</sup>, которое обусловлено колебанием карбонильной группы в продуктах окисления углеводородов. На рисунке представлен ИК-спектр окисленного масла Chevron Delo 1000 Marine 30. Истощение действия антиокислительных добавок, снижение эффективности действия детергентов и нейтрализующей способности масла до критического значения сопровождается ускорением образования отложений на деталях двигателя. В двигателе, работающем на масле со сработавшимися присадками, износ, нарушение подвижности поршневых колец и нагарообразование возрастают пропорционально концентрации в масле

сильных кислот и времени работы дизеля на масле, утратившем свои функциональные свойства [3].

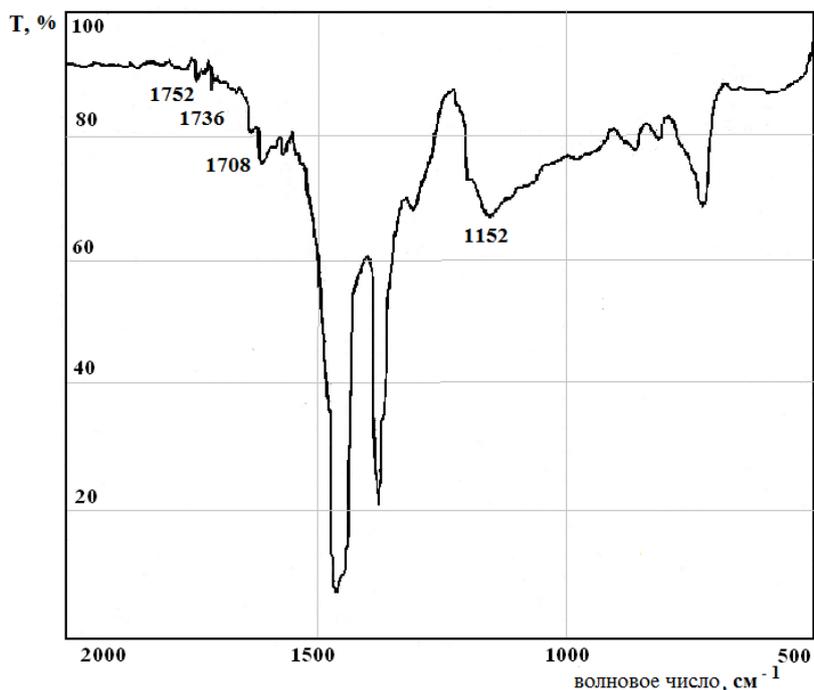


Рис. 1. ИК-спектр масла Chevron Delo 1000 Marine 30 после нагревания

Результаты определения щелочных чисел исследуемых масел, полученные до и после нагревания масел, также подтвердили данные ИК-спектрального анализа.

*Заключение.* Термоокислительная способность моторного масла может быть оценена с использованием метода инфракрасной спектроскопии. Преимущества этой методики заключаются в экспрессности, полноте получаемой информации о состоянии органической части масла.

#### Литература

1. Возницкий, И.В. Смазка судовых двигателей, масла. / И.В. Возницкий – СПб., 2001. – 130 с.
  2. Зотова, К.В. Физико-химические основы применения автомобильных эксплуатационных материалов / К.В. Зотова, В.С. Малышев, Г.И. Берестова. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2010. – 174 с.
- Виппер, А.Б. Некоторые закономерности каталитического окисления моторных масел с присадками / А.Б.Виппер, Г.М. Балак, Н.А. Пономаренко // Двигателестроение. – 1989. – № 6. – С. 31-32.

**Реологические свойства водных гелей с комплексным структурообразователем (желатина/κ-каррагинан)**

**Деркач С. Р., Воронько Н. Г., Маклакова А. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра химии)

**Аннотация.** Исследовали реологические свойства водных гелей желатины с добавками κ-каррагинана при температуре 14 °С, а так же их морфологическую структуру методом сканирующей электронной микроскопии. Данные ИК-спектроскопии свидетельствуют о межмолекулярном взаимодействии по амидным, СО и ОН группам, вовлеченным в электростатические взаимодействия при образовании полиэлектролитных комплексов между желатиной и каррагинаном, чем объясняются реологические свойства гелей.

**Abstract.** The rheological properties of aqueous gelatin gels with κ-carrageenan additives was investigated at 14 °С, as well as their morphological structure by scanning electron microscopic method. The data of IR spectroscopy indicate the intermolecular interaction in an Amide, CO and OH groups involved in electrostatic interactions during the formation of polyelectrolyte carrageenan- gelatin complexes. It explains the rheological properties of the gels.

**Ключевые слова:** каррагинан, желатина, полиэлектролитные комплексы, реология, структура, гели.

**Key words:** carrageenan, gelatin, polyelectrolyte complexes, rheology, structure, gels.

Использование желатины в чистом виде имеет определенные ограничения (например, по скорости гелеобразования, теплостойкости, реологическим параметрам), что вызывает необходимость модификации ее свойств.

Перспективным направлением изменения свойств желатины является использование добавок. Известно, что взаимодействия макромолекул желатины и ионного полисахарида могут приводить к формированию (био)полиэлектролитных комплексов, которые способны к самоорганизации и сохранению устойчивости при изменении внешних условий в широких пределах [1-3]. Это определяет новые возможности для модификации свойств гелей на основе желатины при ее совместном использовании с ионным полисахаридом, например κ-каррагинаном.

Целью работы было изучить вязкоупругие свойства гелей, образованных из водных растворов желатины при введении в систему (до гелеобразования) полисахарида κ-каррагинана.

Гели получали из растворов желатины без добавок (*гель желатины*) и с добавками к-каррагинана (*модифицированный гель*) при их охлаждении до 14 °С. Исследования проводили на образцах низкоконцентрированных гелей с концентрацией желатины,  $C_G$ , в пределах от 1.0 до 2.0 мас. %, и концентрацией к-каррагинана,  $C_k$ , варьируемой в пределах от 0.05 до 1.0 мас. %.

Реологические характеристики гелей желатины и модифицированных гелей желатины (с к-каррагинаном) измеряли при сдвиговых деформациях на реометре Physica MCR301 (Anton Paar) с использованием измерительной ячейки "конус-плоскость". Изучено модифицирующее влияние полисахарида (его концентрации) на реологические свойства гелей желатины, на теплостойкость и кинетику гелеобразования.

ИК-спектры исследуемых образцов регистрировали на ИК-Фурье спектрометре Thermo Nicolette 700 в среднем диапазоне инфракрасного излучения 400–4000  $\text{см}^{-1}$ . Использовали детектор tri-glycine-sulfate с разрешением 4  $\text{см}^{-1}$ .

Показано взаимодействие положительно заряженных амидных групп полипептидной цепи желатины с имеющимися в к-каррагинане отрицательно заряженными сульфатными группами при образовании (био)полиэлектролитных комплексов, а так же увеличение доли упорядоченных структур, что может быть причиной возрастания прочности вязкоупругих свойств гелей.

Микроструктуру гелей исследовали методом электронной сканирующей микроскопии (СЭМ) на сканирующем электронном микроскопе S405-A (Hitachi) с программой «SEM LEO-420». Показана разница надмолекулярных структур желатины без добавок и с добавками к-каррагинана.

Таким образом, добавки каррагинана влияют на повышение жесткости системы, содержащей □-каррагинан, по сравнению с чистой желатиной. Очевидно, что причиной модифицирующего влияния □-каррагинана является его взаимодействие с желатиной на молекулярном уровне с образованием полиэлектролитных комплексов. Этот эффект отчетливо виден в разительном изменении надмолекулярной структуры, фиксируемой на электронно-микроскопических фотографиях методом СЭМ.

Литература

1. Деркач С.Р. Реологические свойства гелей желатины с к-каррагинаном: роль полисахарида./ С.Р. Деркач, Н.Г. Воронько, А.А. Маклакова и др.// Коллоидный журнал. 76 (2). 2014. с. 164-170
2. Derkach S.R. The rheology of gelatin hydrogels modified by κ-carrageenan/ S.R. Derkach, A.A. Maklakova, S.O. Plyn, V.G. Kulichikhin, A.Ya. Malkin//Food hydrocolloids. 2014 (в печати)
3. Воронько Н.Г. Структурные свойства пищевых многокомпонентных гелей по данным метода растровой электронной микроскопии./ Н.Г. Воронько, С.Р. Деркач, Беляевский А.Т. // Вестник МГТУ. т.7. №1. 2004. с. 47-49

## Синтез защитных тонкопленочных покрытий карбида тантала на сталях и углеродных волокнах

Долматов В. С., Кузнецов С. А. (г. Апатиты, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева КНЦ РАН)

**Аннотация.** С использованием процесса бестокового переноса электроотрицательного металла тантала на более электроположительные подложки из углеродистой стали в солевых расплавах, содержащих соединения тантала, получены покрытия карбида тантала. Исследована коррозионная стойкость изделий с покрытиями из карбида тантала и определена износостойкость покрытий. Также в солевых расплавах бестоковым переносом синтезированы покрытия карбида тантала на углеродных волокнах.

**Abstract.** Thin coatings of tantalum carbide were obtained on steels by electroless transfer of electronegative tantalum to electropositive substrates from carbon steel in molten salts. The corrosion and wear resistance and tribotechnical characteristics of TaC coatings on carbon steels were investigated. Coatings of TaC were also synthesized on carbon fibers by electroless transfer in molten salts.

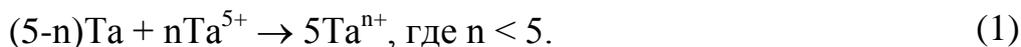
**Ключевые слова:** бестоковый перенос, покрытие, карбид тантала, коррозионная стойкость, износостойкость, триботехнические свойства, углеродные волокна.

**Key words:** electroless transfer, coating, tantalum carbide, corrosion and wear resistance, tribotechnical characteristics, carbon fibers.

Целью настоящей работы являлось получение тонкопленочных покрытий и исследование коррозионной стойкости, микротвердости, износостойкости и триботехнических характеристик изделий с покрытиями из карбида тантала.

В настоящей работе для нанесения покрытий карбида тантала на стали (Ст.3, Ст.45, У9, У10) и углеродные волокна (Карбопон В-22) использовался процесс бестокового переноса в солевом расплаве NaCl-KCl-K<sub>2</sub>TaF<sub>7</sub>(30 мас.%), находящимся в контакте с танталом. Температура синтеза составляла 800-900 °С, а время проведения эксперимента варьировалось от 6 до 24 часов.

Взаимодействие металла с собственной солью приводит к образованию в расплаве комплексов тантала в более низкой степени окисления:



Комплексы в промежуточной степени окисления диффундируют через расплав и диспропорционируют на поверхности стали (углеродного волокна):



Движущей силой реакции (2) является энергия карбидообразования  $\Delta G_{\text{TaC}}$ . Комплексы тантала в высшей степени окисления, появляющиеся в расплаве вследствие реакции (2), диффундируют к поверхности металла, где снова в результате взаимодействия образуются комплексы в промежуточной степени окисления. Таким образом, процесс переноса металла на поверхность стали (углеродного волокна) замыкается в цикл, а результирующая реакция с учетом процессов (1) и (2) может быть записана:



На рисунке 1 приведены дифрактограммы карбида тантала на стальной подложке. После 6-часового эксперимента образуется покрытие карбида тантала на стали, но на дифрактограмме (рисунок 1а) видны пики, отвечающие стальной подложке. После 12-часового эксперимента они уже не фиксируются, что свидетельствует о формировании слоя карбида тантала большей толщины (рисунок 1б).

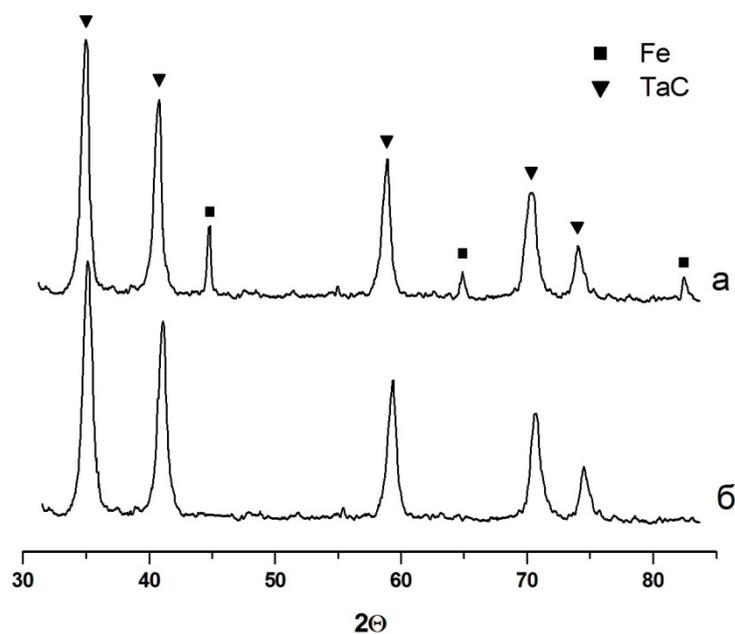


Рис.1. Дифрактограммы покрытий карбида тантала на стальной подложке марки У9, полученных бестоковым переносом в солевом расплаве NaCl-KCl-K<sub>2</sub>TaF<sub>7</sub>(30%мас.)-Ta при 850 °С в течение: а) 6 часов; б) 12 часов.

Микрофотографии покрытия TaC на стали У9 и углеродных волокнах представлены на рисунке 2.

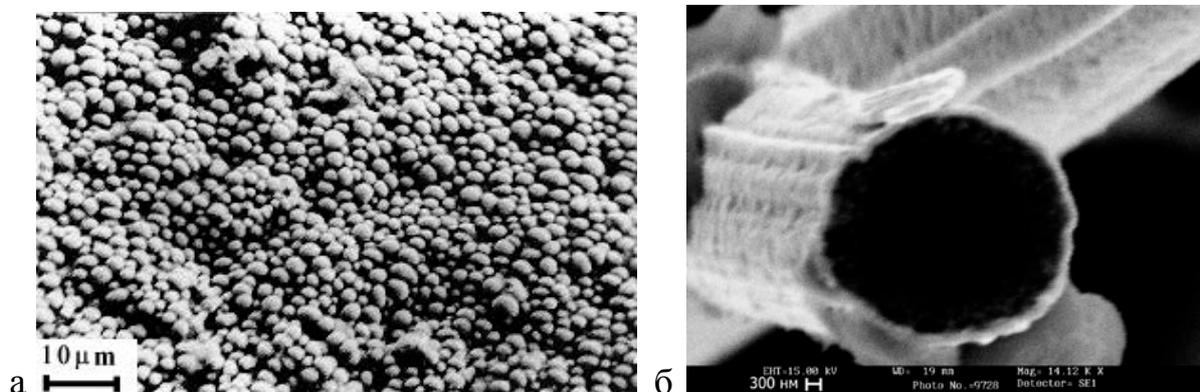


Рис.2. Микрофотографии поверхности карбида тантала, полученного бестоковым осаждением тантала: а) на стальной подложке марки У9 из расплава NaCl-KCl-K<sub>2</sub>TaF<sub>7</sub>(30%мас.)-Ta при 900 °С в течение 10 часов; б) на углеродном волокне из расплава того же состава при 850 °С в течение 24 ч.

На всех подложках из стали покрытия состояли из плотноупакованных сфероидальных кристаллов, обеспечивающих их сплошность (рисунок 2а). Установлено, что в процессе нанесения покрытия TaC на углеродные волокна не происходит их сращивания, покрытия получаются равномерными как по сечению, так и по длине отдельного волокна (рисунок 2б), что согласуется с представлениями о механизме формирования покрытий.

Результаты коррозионных испытаний покрытий карбида тантала в концентрированных неорганических кислотах приведены в таблице 1. Коррозионная стойкость образцов для стали разных марок менялась незначительно, поэтому приведены лишь данные для Ст3.

Таблица 1. Скорость коррозии Ст.3 с покрытием карбида тантала и без него в концентрированных кислотах. Время испытаний 30 часов

	Коррозия, г·м <sup>-2</sup> ·ч <sup>-1</sup>			
	HCl	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HNO <sub>3</sub>
Ст.3 без покрытия, К <sub>1</sub>	65	16,5	1,12	0,416
Ст.3 с покрытием TaC, К <sub>2</sub>	5,45	5,92·10 <sup>-2</sup>	8,52·10 <sup>-3</sup>	1,30·10 <sup>-2</sup>
К <sub>1</sub> /К <sub>2</sub>	12	279	132	32

Испытания показали, что в концентрированных кислотах стойкость изделий с покрытиями возросла по сравнению с коррозионной стойкостью самой подложки на один-два порядка.

Микротвердость карбида тантала на высокоуглеродистой стали У10, измеренная на шлифе поперечного сечения, имела значения 31-34 ГПа.

В результате испытаний на износостойкость покрытий карбида тантала установлено, что убыль массы образца из закаленной стали Ст.45 составила  $35.2 \text{ мг/см}^2$ , а с покрытием карбида тантала  $2.2 \text{ мг/см}^2$ . Таким образом, в результате нанесения покрытия износостойкость образцов увеличилась на порядок.

В процессе исследований триботехнических характеристик покрытий TaC определено, что при температуре  $20 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  и нагрузках до 40 МПа коэффициент трения менялся в пределах 0.05-0.11 и после отработки 400 циклов задиров не было обнаружено, т.е. покрытие показало удовлетворительную работоспособность.

Таким образом, нанесение покрытий карбида тантала позволяет получать изделия с высокими эксплуатационными характеристиками.

## Применение механизма изоморфного замещения в магнийсодержащих силикатах для очищения сточных и природных вод

**Макаров Д.В.<sup>2</sup>, Баюрова Ю.Л.<sup>1,2</sup>** (<sup>1</sup> г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра химии; <sup>2</sup> г. Апатиты, ФГБУН Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН)

**Аннотация.** В статье показана возможность использования в качестве сорбентов магнийсодержащие силикаты, такие как тальк, биотит, серпофит. Взаимодействие растворов сульфата никеля с минералами приводит к изменению кристаллической решетки, это проявляется в уширении и усилении асимметричности базальных рефлексов.

**Abstract.** Possibility of use as sorbents magnesium-silicates such as talc, biotite, serpofit has been shown. Interaction of nickel sulphate solution with minerals leads to the change of the crystal lattice, which is manifested in the broadening and strengthening of asymmetric basal reflexes.

**Ключевые слова:** сорбенты, тальк, биотит, серпофит, очистка сточных и природных вод.

**Key words:** sorbents, talc, biotite, serpofit, purification wastewater and natural waters.

Горно-обогатительные комбинаты являются одним из наиболее мощных источников антропогенного загрязнения окружающей среды. При добыче и обогащении руд происходит извлечение и переработка огромных масс горных пород, производством используется не более 2%, остальное складывается в шлако- и хвостохранилищах.

В местах хранения отходов горно-добывающих комплексов происходит загрязнение окружающей среды, которое возможно ликвидировать, используя магнийсодержащие силикаты (тальк, биотит, серпофит), входящие в состав хвостов обогащения медно-никелевых руд Печенгского рудного поля.

Нами были поставлены эксперименты по сорбции никеля природными магнийсодержащими гидросиликатами: серпофита  $\text{mg}_5\text{fe}(\text{oh})_8[\text{si}_4\text{o}_{10}]$ , талька  $\text{mg}_{2.5}\text{fe}_{0.5}(\text{oh})_2[\text{si}_4\text{o}_{10}]$ , биотита  $\text{kmgfe}_2(\text{oh})_2[\text{alsi}_3\text{o}_{10}]$ .

Взаимодействие растворов сульфатов цветных металлов с данными минералами, приводит к их осаждению, в результате изовалентного изоморфного замещения. В опытах использованы мономинеральные фракции антигорита офитового строения (серпофита) и талька из массива пильгуярви, печенгское рудное поле, а также биотита из жилы

керамического пегматита месторождения куруваара, кольский полуостров. минералы измельчали до крупности -0.1 мм. в опытах концентрация раствора сульфата никеля соответствовала 0.1 н. в ряде экспериментов растворы подкисляли серной кислотой. соотношение минерал : раствор составляло 1, 5, 10, 20, 40 г/л. минерал взаимодействовал с раствором при постоянном перемешивании в течение 3 часов, при этом через каждые 10 минут измеряли рН раствора. затем раствор фильтровали и проводили химический анализ жидкой фазы, твердую фазу исследовали методами рфа. также проведены длительные опыты (2 месяца).

После взаимодействия минералов с сульфатными растворами твердая фаза приобретает более яркую окраску. В ней появляется большое количество тонкодисперсного материала.

При взаимодействии растворов сульфата никеля с серпентиновыми минералами происходит ионообмен между твердой и жидкой фазами и устанавливается равновесие между ними. Коэффициент распределения никеля и магния в твердой фазе и растворе находится в зависимости от величины водородного показателя раствора. Если кислотность исходного раствора высокая (рН 1-3), то наряду с обменными реакциями  $Mg \leftrightarrow Ni$  имеют место и процессы  $Mg \leftrightarrow H$  или  $Mg \leftrightarrow H_2O$ . Это приводит к образованию монтмориллонитоподобных (сапонитовых) слоев в серпентиновом минерале и, в конечном счете, к образованию пимелита  $Ni_3Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O$ .

Вхождение никеля в биотит обусловлено обменными реакциями  $2K \leftrightarrow Ni$ ,  $Mg \leftrightarrow Ni$  и, в меньшей мере,  $Fe \leftrightarrow Ni$ . При этом никель может входить как в октаэдрические слои, так и занимать места межслоевых катионов. Состав тетраэдрических слоев практически не меняется. В случае биотита зависимость коэффициента распределения никеля и магния в твердой фазе и растворе от величины рН отсутствует. По-видимому, это обусловлено присутствием, как в растворе, так и в твердой фазе других катионов – калия и, в меньшей мере, железа.

Механизм взаимодействия растворов сульфата никеля с тальком в основном сводится к обменным процессам типа  $Mg \leftrightarrow Ni$  и приводит к образованию виллемсеита  $Ni_3Si_4O_{10}(OH)_2$ . Имеется зависимость между коэффициентом распределения содержания никеля и магния от рН.

Рассмотрим обоснование механизма замещения  $Mg \leftrightarrow Ni$  на примере серпофита и талька с использованием метода РФА.

Таблица 1. Форма базальных рефлексов талька до и после взаимодействия с 0.05 N раствором сульфата никеля без подкисления (1) и с подкислением (2).

Параметр	Образцы		
	Исходный	1	2
H/b <sub>006</sub>	19,38	10,92	12,87
H/b <sub>0010</sub>	2,58	1,01	1,28
H/b <sub>0012</sub>	1,00	0,56	0,96
I <sub>006</sub> /I <sub>0010</sub>	19,375	16,620	13,353
I <sub>0012</sub> /I <sub>0010</sub>	0,625	0,647	0,662
A <sub>006</sub>	0,818	1,467	1,571
A <sub>0010</sub>	0,950	1,182	1,250
A <sub>0012</sub>	1,000	0,867	0,846

Из данных таблицы 1 видно изменение кристаллической решетки талька, проявляющиеся в усилении асимметричности базальных рефлексов 006 и 0010 (таблица 1).

На дифрактограммах серпофита фиксируется появление монтмориллонитоподобных слоев, беспорядочно чередующихся с серпентиновыми. Это проявляется в уширении и усилении асимметричности базальных рефлексов 001 и 002, что видно из данных таблицы 2. При большем соотношении минерал : раствор происходит упорядочение структуры, но при меньших соотношениях роль монтмориллонитоподобных слоев снова возрастает.

Таблица 2. Форма базальных рефлексов серпофита до и после взаимодействия с 0.05 N раствором сульфата никеля (расход серпофита: 1 – 15 г/л, 2 – 10 г/л, 3 – 6 г/л, 4 – 2 г/л).

Параметр	Образцы				
	Исходный	1	2	3	4
H/b001	5.95	8.00	7.09	6.02	6.33
H/b002	6.06	7.75	5.92	6.08	5.49
H/b003	0.88	1.69	1.83	1.21	1.40
I001/I002	0.848	0.862	0.902	0.830	0.812
I003/I002	0.051	0.066	0.072	0.066	0.080
A001	0.39	0.52	0.42	0.38	0.33
A002	1.421	1.5	1.31	1.32	1.38

Для осаждения никеля из раствора использовали минералы фракции -0.1 мм с различным соотношением минерал : раствор. Исходная концентрация никеля в растворе – 2.93 г/л. Извлечение никеля растет с увеличением расхода минералов (таблица 3).

Таблица 3 – Концентрация никеля после взаимодействия с минералами

Расход, г/л	1	5	10	20	40
Тальк					
$C_{Ni}$ , г/л	2.48	2.24	2.35	2.52	2.10
Извлечение, %	15.36	23.55	19.80	13.99	28.33
Серпофит					
$C_{Ni}$ , г/л	2.44	2.50	2.25	2.18	1.94
Извлечение, %	16.72	14.68	23.21	25.60	33.79
Биотит					
$C_{Ni}$ , г/л	2.52	2.35	2.37	2.21	1.88
Извлечение, %	13.99	19.80	19.11	24.57	35.84

При взаимодействии раствора сернокислого никеля с минералами значение рН росло с увеличением расхода минерала, значительней при добавлении серпофита. На дифрактограммах минералов заметно изменение кристаллической решетки, проявляющиеся в уширение и усилении асимметричности базальных рефлексов. Взаимодействие растворов сульфата никеля при рН=1-3 с серпентиновыми минералами приводит к образованию пимелитов ( $Ni_3Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O$ ), при меньшей кислотности растворов образуются минералы типа гарниерита  $Ni_6Si_4O_{10}(OH)_8$ . Взаимодействие растворов сульфата никеля с тальком приводит к образованию виллемсеита ( $Ni_3Si_4O_{10}(OH)_2$ ). При взаимодействии растворов сульфата никеля с биотитом наблюдается образование минералов типа пимелитов ( $Ni_3Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O$ ). Извлечение никеля закономерно растет с увеличением соотношения минерал : раствор.

**Изучение радиационной стойкости легированных композиционных материалов на основе меди**

**Мельник Н. А., Кузьмич Ю. В., Икконен П. В.** (г. Апатиты, Мурманская обл., Федеральное государственное бюджетное учреждение науки *Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева КНЦ РАН*)

**Аннотация.** Выполнены исследования по изучению длительного радиационного воздействия на композиционные материалы (КМ) на основе меди, легированной оксидами редкоземельных элементов и бором методом механического легирования. Установлено, что видимых изменений на поверхности исследуемых КМ при облучении их дозой, равной 140-180 Зв, не происходит.

**Abstract.** Researches on studying of long radiation impact on the composite materials (CM) on the basis of the copper alloyed by oxides of rare-earth elements and boron by a method of a mechanical alloying are executed. It is established that visible changes on a surface of studied CM at radiation by their dose equal to 140-180 Zv, don't happen.

**Ключевые слова:** композиционные материалы, механическое легирование, медь, ионизирующее излучение, радиационное воздействие.

**Key words:** composite materials, mechanical alloying, copper, ionizing radiation, radiation influence.

Для нового поколения транспортных упаковочных контейнеров, соответствующим современным требованиям радиационной безопасности источников ионизирующего излучения, хранения радиоактивных отходов и других целей необходимо создавать радиационно-устойчивые композиционные материалы. Такие композиционные материалы можно будет получить с использованием метода механического легирования. Методы механического легирования нашли широкое применение в мировой практике по созданию композиционных материалов, однако применительно к поставленной задаче этот метод ранее не использовали.

В ИХТРЭМС КНЦ РАН проводятся исследования по разработке механически легированных композиционных материалов на различной основе. В данной работе представлены результаты исследований изучения композиционного материала на основе меди и радиационного воздействия на них.

При выполнении исследований использовали следующие материалы:

1. Порошок медный электролитический марка ПМЭ-1, ГОСТ 4960-75;
2. Порошок суммы оксидов РЗМ со средним размером частиц 3 мкм. Оксиды получены из исходного раствора осаждением оксалатов с последующим их прокаливанием. Состав смеси оксидов (%):  $Y_2O_3$  – 64.6;  $Gd_2O_3$  – 11.5;  $Sm_2O_3$  – 9.8;  $Dy_2O_3$  – 9.7;  $Eu_2O_3$  – 2.3;  $Ho_2O_3$  – 1.8; (Ce, La, Nd, Pr) < 0.1;

2. Порошок бора – «Термобор» СВС-М, ТУ 88-1-134-88.

Изучение радиационных характеристик компонентов, используемых для механического легирования, показало отсутствие в них природных и техногенных радионуклидов.

Определены некоторые технологические параметры прессования разработанного композиционного материала. Компактирование легированного композиционного материала проводили с использованием порошка наработанного в гравитационной горизонтальной шаровой мельнице в предкритическом режиме, прессование осуществляли на прессе гидравлического типа П-125. Легирование меди проводили порошком бора и оксидами редкоземельных элементов (РЗМ). В качестве объектов исследования были испытаны образцы компактированного механически легированного материала, которые имели различную толщину (10-15 мм) при заданном диаметре 76 мм, содержащие 15% бора в 1-ом случае, и 15% окс. РЗМ – во 2-ом случае. Полученные компактные образцы из механически легированного материала на основе меди, были подвергнуты испытаниям на радиационную устойчивость. Облучение образцов КМ выполняли в специально разработанной и созданной установке (рис. 1), которая обеспечивала защиту персонала (I класс работ по радиоактивности).

Для облучения использовали несколько источников ионизирующего излучения (ИИИ), обеспечивающих необходимую дозу облучения КМ. В эту установку для облучения помещались ИИИ, мощность экспозиционной дозы (МЭД) которых составляла 18 мЗв/ч. Определяли потоки альфа-, бета-частиц и фотонного излучения от выбранных ИИИ в различных режимах облучения, выбраны оптимальные условия облучения для создания максимальной дозовой нагрузки на исследуемые образцы. Исследуемые образцы композиционных материалов помещались непосредственно под ИИИ и выдерживались в течение нескольких суток

(от 5 до 30). МЭД измерялась постоянно на входе и выходе исследуемого образца. Коэффициент ослабления был равен 2-5.

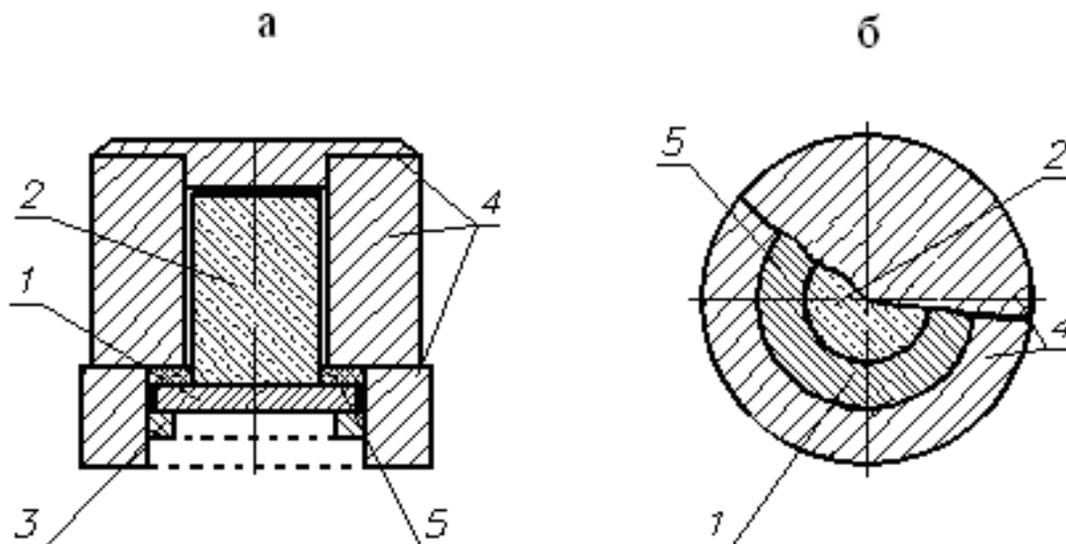


Рис. 1. Схема установки для облучения образцов в 2-х проекциях. Обозначение: 1 – облучаемый образец; 2 – источник ионизирующего излучения; 3 – прижимное кольцо; 4 – защита от ионизирующего излучения; 5 – уплотнительное кольцо.

Первые результаты исследований по изучению воздействия смешанного ионизирующего излучения (альфа-, бета-, гамма- и нейтронное излучение) на компактные образцы на основе меди легированной бором показали, что при дозе облучения от 2 до 7 Зв изменений, связанных с радиационным воздействием, на поверхности материалов не обнаружено. В последующей работе изучалась зависимость радиационного воздействия от времени облучения. Выполнены исследования по изучению длительного радиационного воздействия на композиционные материалы на основе меди, легированной оксидами редкоземельных элементов (5 мас. % окс.РЗМ, 100 часов механического легирования) и бором (15 мас. % В, 100 часов механического легирования). Образцы КМ облучали смешанными видами ионизирующего излучения (ИИ): альфа-, бета-, гамма- и нейтронное излучения – в течение 6 и более месяцев. Суммарная активность используемых для облучения КМ составляла  $1.42 \times 10^9$  Бк. Дозы облучения КМ составили 140-180 Зв.

Результаты испытаний показали, что на разных стадиях исследований видимых изменений на поверхности материалов, связанных с радиационным воздействием, не происходит. После 6 месяцев облучения мощность экспозиционной дозы (МЭД) на поверхности компактных образцов составила

0.25±0.02 мкЗв/ч при фоновом значении – 0.14 мкЗв/ч. Гамма-спектрометрический анализ показал наличие в КМ радионуклидов Eu-152, La-138, Pr-138, Dy-165. Измерения проведены на приборе «Гамма-спектрометр NaI» радиологического комплекса «Прогресс-АБРГ». Измерения проводили в геометрии «Петри», результаты измерений меди, лигированной 15% окс. РЗМ после 6 месяцев облучения приведены в таблице.

Таблица 1. Результаты гамма-спектрометрического анализа меди, лигированной 15% окс. РЗМ после 6 месяцев облучения

Наименование радионуклидов	Энергия гамма-излучения, КэВ	Удельная активность радионуклидов, Бк/кг	
		Лицевая сторона поверхности КМ	Тыльная сторона поверхности КМ
K-40	1461	0±48	Отсут.
Na-22	511, 1280	15±2	12.2 ± 2.1
Co-60	1170, 1330	0±1	0± 2
La-138	810, <u>1440</u>	21.1±7.2	72.8 ± 12.9
Pr-138	300, 400, <u>790</u> , 800, <u>1040</u> , 1200, 1830	279±139	155±125
Cs-137	662	0±2.7	Отсут.
Ce-144	134	Отсут.	Отсут.
Nd-147	92, <u>530</u> , 580, 720	0±9	0±8
Gd-154	104	Отсут.	Отсут.
Eu-152	<u>344</u> , 520, 784, 1089, 1410	<b>2000±208</b>	<b>950 ± 100</b>
Dy-165	94, 279, <u>361</u> , <u>634</u> , 710, 1020, 2794, 3612	<b>2953±464</b>	<b>2619±425</b>
Ra-226	186	6± 4	10.0 ± 2.1
Th-232	240	8±7	0± 5.4
Cu-64	510	Отсут.	Отсут.

Аналогичные результаты были получены при облучении меди, лигированной 15% бора после 3 месяцев облучения (доза облучения – 140 Зв). Однако удельная активность радионуклидов была значительно ниже. Таким образом, установлено, что указанные дозы облучения КМ явились причиной наведенной активности, но методом оптической микроскопии нарушений поверхностных и внутренних слоев КМ не было обнаружено.

Работа выполнена по программе фундаментальных исследований ОХНМ-02 РАН «Создание новых металлических, керамических, стекло-, полимерных и композиционных материалов».

## Пористость и кристалличность крабового и креветочного хитина и хитозана

Новиков В. Ю.<sup>2</sup>, Долгопятова Н. В.<sup>1</sup>, Сагайдачный В. А.<sup>1</sup>, Коновалова И. Н.<sup>1</sup>, Путинцев Н. М.<sup>1</sup>. (г. Мурманск, <sup>1</sup> ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра химии; <sup>2</sup> ФГУП «ПИНРО»)

**Аннотация.** Изучено изменение пористости и кристалличности частиц в процессе депротеинизации и деминерализации хитина из панциря камчатского краба и северной креветки. Показано, что инфракрасные спектры поглощения панциря краба и креветки близки к спектру кальцита. После деминерализации образцов инфракрасный спектр приобретает форму спектра чистого хитина.

**Abstract.** The variation of porosity and crystallinity of the particles during deproteinization and demineralization of chitin carapace king crab and northern shrimp has been studied. It is shown that the infrared absorption spectra of the shell crab and shrimp close to the spectrum of calcite. After demineralization, the infrared spectrum of the sample takes the form of the spectrum of pure chitin.

**Ключевые слова:** панцирь ракообразных, хитин, хитозан, пористость, кристалличность  
**Key words:** crustacean carapace, chitin, chitosan, crystallinity, porosity.

Получение хитина из панциря ракообразных и хитозана из хитина преимущественно осуществляются в гетерогенных условиях. Твердой фазой при всех операциях являются хитинсодержащие продукты, хитин и хитозан.

При исследовании гетерогенных процессов кроме кинетически-контролируемых реакций следует учитывать диффузионно-контролируемые процессы, которые определяются структурой частиц твердой фазы.[1,2,3].

В данной работе было изучено изменение пористости и кристалличности в процессе депротеинизации (ДП) и деминерализации (ДМ) хитина из панциря камчатского краба и северной креветки, а также при ацетилировании и деацетилировании образцов креветочного хитина. В работе также получены и проанализированы ИК-спектры депротеинизированных панцирей краба и креветки. Объем, удельную поверхность и линейный размер (диаметр) пор образцов хитина и хитозана определяли на анализаторе удельной поверхности и пористости TriStar 3000 (США) в ИХТРЭМС Кольского научного центра РАН. Исследования по изучению кристалличности образцов хитина и хитозана

также были выполнены в ИХТРЭМС Кольского научного центра РАН. Для определения степени деацетилирования (ДА) хитина и хитозана использовали инфракрасную спектрофотометрию [4,5] и потенциометрическое титрование [6]. Ацетилирование хитина проводили по методике [7].

Результаты изучения структурных свойств хитина и хитозана приведены в таблице 1.

Таблица 1. Структурные свойства хитина и хитозана.

№	Твердая фаза	Объем пор, см <sup>3</sup> /г	Удельная поверхность пор, м <sup>2</sup> /г	Кристалличность, %	Размер пор, нм
1	Депротенизированный панцирь (креветка, 1 стадия)	0,0561	13,58	56,9	16,52
2	Деминерализованный панцирь (креветка)	0,0471	10,10	35,3	18,67
3	Депротенизированный панцирь (креветка, 2 стадия)	0,0038	1,56	44,4	9,74
4	Депротенизированный панцирь (краб, обезжиренный)	0,0936	27,47	45,7	13,64
5	Деминерализованный панцирь (краб, обезжиренный)	0,0026	0,94	60,0	10,96
6	Депротенизированный панцирь (краб)	0,0914	23,25	—	15,73
7	Деминерализованный панцирь (краб)	0,0002	0,31	—	3,17
8	Хитозан ( крабовый) ДА=80%	0,0125	3,80	38,1	12,81
9	Переосажденный хитозан (крабовый)	0,0019	0,62	50,2	11,92
10	Хитозан из креветки после однократного деацетилирования (ДА=75%).	0,0011	0,88	30	4,89
11	Хитозан из креветки после двукратного деацетилирования(ДА=87%).	0,0016	0,59	29	10,22
12	Хитозан из креветки после трехкратного деацетилирования (ДА=98%).	0,0017	0,66	54	9,35

Из данных, приведенных в таблице, следует, что после обезжиривания (образцы 4,5) диаметр пор увеличивается, что интенсифицирует смачивание полисахаридов на последующих стадиях обработки. После ДП размеры пор креветочного и крабового хитина практически одинаковы (образцы 4,6). Предварительное обезжиривание в данном случае приводит к незначительному уменьшению диаметра пор. После ДМ диаметр, объём и удельная поверхность пор уменьшаются, несмотря на то, что минеральные соли кальция были удалены (образцы 2,5,7). Вероятно, это объясняется уменьшением жесткости структуры, и ростом упорядочивания молекул хитина под действием межмолекулярных водородных связей.

Диаметр, объём и удельная поверхность пор хитина были меньше таковых у хитозана. По-видимому, это объясняется тем, что хитозан (образцы 8,9) имел степень ДА около 80 %. В этом случае присутствуют две кристаллические структуры: оставшаяся структура альфа-хитина и вновь образующаяся структура хитозана, которые вызывают образование дефектов структуры.

После переосаждения хитозана объём и удельная поверхность пор снизились в 5-7 раз. Также кристалличность возросла с 38 до 50 %. Наблюдаемые изменения, по-видимому, связаны с большей упорядоченностью структуры при перекристаллизации (образцы 8,9).

После ацетилирования креветочного хитина в течение трех и семи суток общий объём пор в 2 раза, а диаметр пор в 1,3 раза выше, чем у исходного образца хитина. По всей видимости, при ацетилировании происходит разрыхление структуры частиц полисахарида.

При увеличении ДА хитозана с 75 до 87% обнаружено уменьшение кристалличности (образцы 3,10,11.) Это согласуется с известными публикациями, в которых показано изменение кристаллической структуры в процессе деацетилирования- кристалличность уменьшается при увеличении ДА. При ДА 95% и выше появляется новая кристаллическая структура хитозана (образец 12- хитозан из креветки после трехкратного деацетилирования).

Анализ ИК- спектров поглощения панциря краба и креветки показал, что эти спектры близки к спектру кальцита.

Соотношение высоты пиков поглощения (например,  $I_{880}/I_{570}$ ), относящихся к кальциту и апатиту в депротеинизированном панцире и чистых препаратах кальцита и апатита, позволяет сделать вывод о том, что

панцирь краба и креветки, по-видимому, построен из смеси этих минеральных соединений.

После деминерализации образцов пики, соответствующие поглощению солей кальция в инфракрасных спектрах исчезают, и спектр приобретает форму инфракрасного спектра чистого хитина.

#### Литература

1. 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. – Vol. 303. – P. 327-332.
2. Lamarque, G. Optimization of  $\alpha$ - and  $\beta$ -chitin heterogeneous de-N-acetylation from a multi-step process: new route of de-N-acetylation by means of freeze-pump-thaw cycles / G. Lamarque, M. Cretenet, J.-M. Lucas, A. Crepet, C. Viton, A. Domard // *Advances in Chitin Science. Vol. VII* / Ed. by I. Boucher, K. Jamieson, A. Retnakaran. – Montreal, 2004. – P. 66-73.
3. Lamarque, G. New route of deacetylation of  $\alpha$ - and  $\beta$ -chitins by means of freeze-pump out-thaw cycles / G. Lamarque, M. Cretenet, C. Viton, A. Domard // *Biomacromolecules.* – 2005. – Vol. 6, No. 3. – P. 1380-1388.
4. Wang, T. Selected properties of pH-sensitive, biodegradable chitosan–poly(vinyl alcohol) hydrogel / T. Wang, M. Turhan, S. Gunasekaran // *Polym. Int.* – 2004. – Vol. 53. – P. 911-918.
5. Wang, T. Selected properties of pH-sensitive, biodegradable chitosan–poly(vinyl alcohol) hydrogel / T. Wang, M. Turhan, S. Gunasekaran // *Polym. Int.* – 2004. – Vol. 53. – P. 911-918
6. Хитозан для промышленной переработки. Технические условия ТУ 9289-005-48203178-03.
7. Chen, X.-G. Chemical characteristics of O-carboxymethyl chitosans related to the preparation conditions / X.-G. Chen, H.-J. Park // *Carbohydr. Polym.* – 2003. – Vol. 53, No. 4. – P. 355-359.

## Особенности построения градуировочной характеристики при использовании одного стандарта в ЛА-ИСП-МС

**Новиков А. И., Дрогобужская С. В.** (г. Апатиты, <sup>1</sup> Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева КНЦ РАН; <sup>2</sup> АФ ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра химии и строительного материаловедения)

**Аннотация.** Проведен анализ процессов лазерного испарения стандартного образца стекла, рассмотрены разные варианты построения градуировочной характеристики при использовании одного стандарта с целью последующей разработки методики масс-спектрометрического локального анализа макро- и микрокомпонентов пробы.

**Abstract.** Systematized experimental data about laser radiation parameters impact on sample evaporation and crater formation in glass, examined the different versions of the construction of calibration characteristic with the use of one standard for the purpose of the subsequent development of the procedure of the mass-spectrometric local analysis.

**Ключевые слова:** лазерная абляция, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, NIST 612, градуировочная характеристика.

**Key words:** Laser ablation, mass spectrometry with the inductively connected plasma, NIST 612, calibration characteristic.

Метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой с лазерной абляцией (ЛА-ИСП-МС) является методом локального анализа, позволяющим произвести анализ образца в определенной точке, испаряя его в небольшой области или по слоям. В современных условиях этот метод достаточно распространен в зарубежной практике и редко используется в российских лабораториях. Метод ИСП-МС является чувствительным методом анализа, позволяющим проводить одновременное определение большого числа элементов с низкими пределами обнаружения, что позволяет выполнить анализ ультрамалой массы вещества, отбираемой с помощью ЛА. Применение лазеров высокой мощности позволяет проводить анализ твердофазных объектов: природных и синтетических минералов, стекол, порошкообразных веществ с локальностью от десятков до сотен мкм.

Лазерный пробоотбор делает не нужной стадию разложения и позволяет минимизировать загрязнения, устранить или снизить, по сравнению с растворами, полиатомные наложения, возникающие при ИСП-МС.

Однако, одной из наибольших проблем в ЛА-ИСП-МС является ограниченный набор стандартных образцов (СО) микрогетерогенного состава – всего несколько образцов синтетических стекол и геологических образцов.

Цель проведенной работы – анализ процессов лазерного испарения стандартного образца стекла и развитие на этой основе методики масс-спектрометрического локального анализа макро- и микрокомпонентов пробы, оценка перспектив использования градуировки по стандартному образцу стекла при определении природных кристаллических объектов.

*Аппаратура и объекты исследования:* Локальное испарение образца проводилось на установке UP-266 MACRO (New Wave Research), лазер на основе алюмо – иттриевого граната YAG:Nd, длина волны излучения 266 нм, энергия в импульсе до 20 мДж, частота повторения импульсов 1–10 Гц, диаметр пятна абляции 20 – 780 мкм, длительность импульса до 4 нс, совмещенной с квадрупольным ИСП-масс-спектрометром ELAN 9000 DRC-e. Для построения градуировочной характеристики (ГХ) в качестве СО использовался силикатный образец: NIST-612 (National Institute of Standards and Technology). Форма кратеров испарения, глубина и размер прожига исследовались с применением анализатора изображений TixometR, созданного на основе оптического микроскопа Axio Observer и современных программных средств.

*Результаты и их обсуждение:* При взаимодействии лазерного излучения с твердыми материалами протекают три основных процесса – нагревание, плавление и испарение пробы, частичная или полная ионизация вещества. Протекание данных процессов определяется параметрами лазерного импульса и зависит от мощности, плотности энергии, частоты, количества импульсов и свойств поверхности [1, 2]. При анализе вещества эти параметры требуют строгого контроля, так как от них зависит воспроизводимость получаемых кратеров, и, следовательно, воспроизводимость и точность результатов анализа. На рисунке 1 представлен внешний вид полученных кратеров на NIST-612. Качество кратера значительно изменяется при изменении параметров лазерного излучения, а также при его сканировании по поверхности пробы. Использование высокой (10 Гц) частоты повторения импульсов и мощности может вызывать оплавление пробы, приводить к образованию «кластеров» и ухудшать аналитические характеристики, однако снижение частоты приводит к уменьшению стабильности аналитического сигнала, а снижение мощности не позволит испарить достаточное количество вещества для анализа. Поэтому выбор частоты повторения импульсов,

плотности энергии, размера и формы кратера и т.д., повышающих его качество, улучшает структуру аэрозоля, образующегося в результате ЛА. Для испарения стекла требуется достаточно высокая мощность и частота импульсов. Во время работы использовали следующие настройки лазерного пробоотборника.

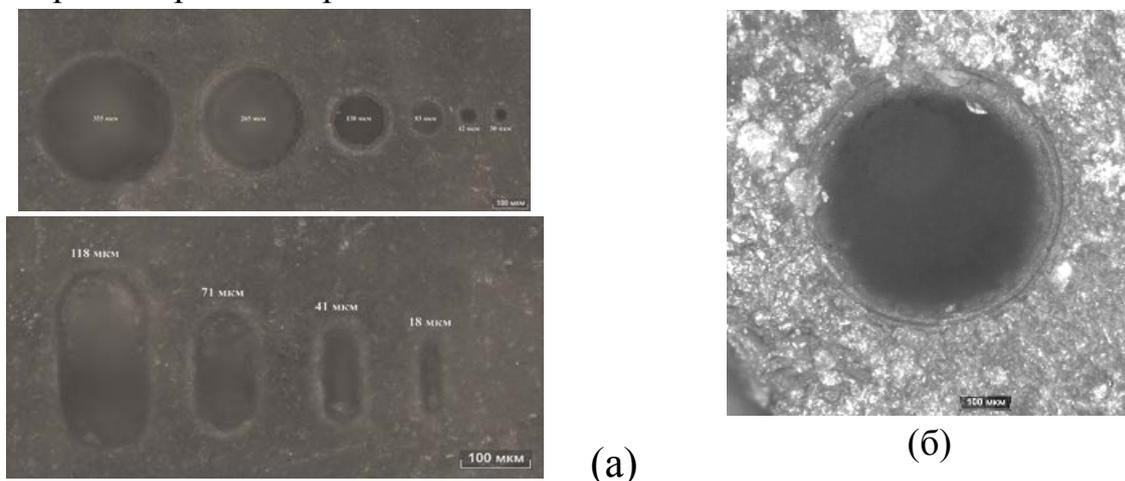


Рис.1. Внешний вид кратеров при испарении в точке (35-350 мкм) и сканировании «по прямой» (а) и увеличенный вид кратера (б).

Пробоподающий газ	Поток пробоподающего газа	Частота лазерных импульсов	Продолжительность импульса	Мощность
аргон	0,4-0,5 л/мин	10 Гц	4 нс	100 %

ЛА-ИСП-МС требует построения градуировочной характеристики по внешним стандартам, как правило, многоэлементным. В ряде случаев в наличии имеется всего один СО, но для методики требуется широкий диапазон линейности ГХ. Для решения данной задачи градуировочную характеристику предлагается строить, изменяя диаметр лазерного пучка при постоянстве остальных параметров, что позволит проводить анализ макро- и микрокомпонентов. При этом требуется постоянный контроль диаметра кратера, как при построении ГХ, так и при анализе самого объекта, так как изменение диаметра кратера существенно сказывается на результатах анализа. При построении градуировочной характеристики по стеклу диаметр кратера изменяли от 35 до 350 мкм и от 20 до 155 мкм при сканировании «в линию». Такая разница в диаметрах большего и меньшего кратеров позволит определять элементный состав с расширением диапазона измерения на 2-3 порядка. Проведена оценка погрешности каждой точки при построении ГХ представленными двумя способами.

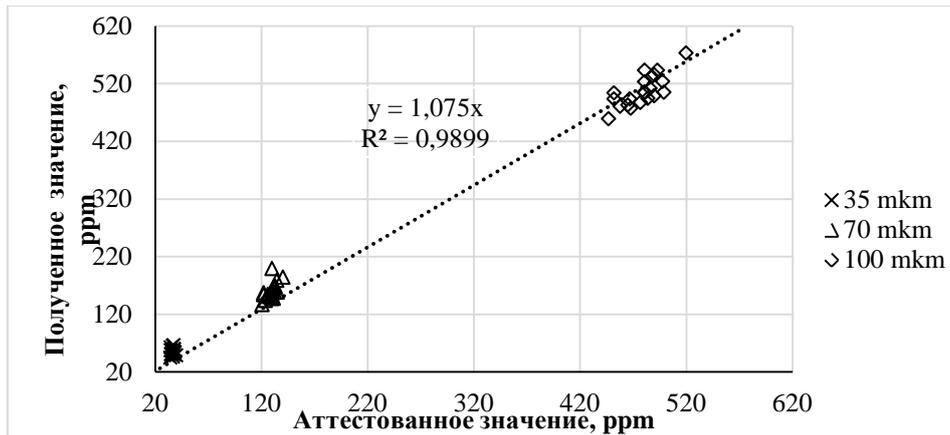


Рис.2. Результаты ЛА-ИСП-МС в сопоставлении с аттестованными значениями концентраций микро-элементов, измеренных при разных диаметрах кратера.

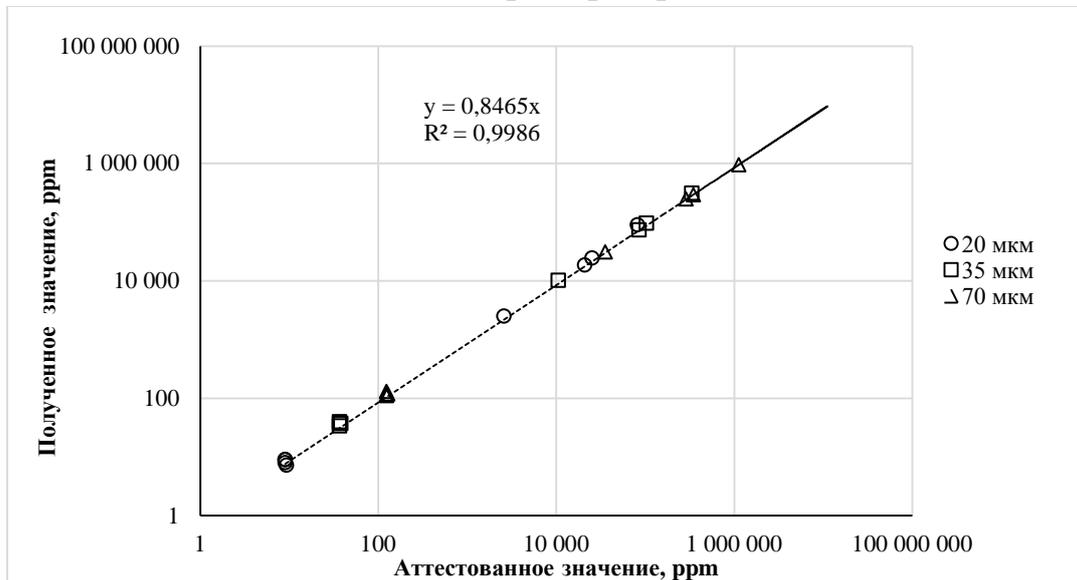


Рис. 3. Результаты ЛА-ИСП-МС в сопоставлении с аттестованными значениями концентраций микро- и макроэлементов, измеренные при разных диаметрах кратера.

Анализ NIST 612 как пробы позволил оценить воспроизводимость результатов анализа, которые представлены на рисунках 2 и 3 и создать предпосылки для разработки методик локального анализа.

#### Литература

1. Hanchar J.M., Hoskin P.W.O. Reviews in mineralogy and geochemistry. ZIRCON // Mineral. Soc. Amer. 2003. V. 53. P. 27–62.
2. С. Л. Вотяков, Н. Н. Адамович О процессах лазерного испарения и использовании водных стандартов при ЛА-ИСП-МС-анализе ряда минералов // Литосфера. 2011. № 4. с. 56–69.

**Составляющие теплоемкости и теплового расширения воды и гелия**

**Путинцев Н. М., Путинцев Д. Н.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра химии)

**Аннотация.** Разработан оригинальный метод расчета составляющих теплоемкости и коэффициента теплового расширения жидкой воды и  $^4\text{He}$ .

**Abstract.** The original method of account of components the heat capacity and the expansion coefficient of liquid water and  $^4\text{He}$  is developed.

**Ключевые слова:** теплоемкость, коэффициент теплового расширения, изотермическая сжимаемость, колебательные и конфигурационные вклады.

**Key words:** heat Capacity, the thermal expansion coefficient, the isothermal compressibility coefficient, a vibrational and configuration components.

Теплоемкость вещества при постоянном объеме ( $C_V = dU/dT$ ), согласно определению внутренней энергии ( $U = U_{\text{кин}} + U_{\text{пот}}$ ), имеет две составляющие. В [1] составляющая  $C_V$ , обусловленная различными видами движения молекул и их составных частей (колебаниями, либрациями, трансляциями и т.д.), названа колебательной ( $C_{\text{кол}}$ ), а составляющая  $C_V$ , связанная с изменением конфигураций молекул в системе, – конфигурационной ( $C_{\text{конф}}$ ):

$$C_V = C_{\text{кол}} + C_{\text{конф}}, \quad (1)$$

Феноменологическая термодинамика связывает теплоемкости при постоянном давлении  $C_P$  и постоянном объеме  $C_V$  соотношением

$$C_P - C_V = \frac{T\alpha_p^2 V_0}{\gamma_T}, \quad (2)$$

где  $V_0$  – мольный объем,  $T$  – температура в К,  $\alpha_p = (1/V) \cdot (\partial V / \partial T)_P$  – изобарный коэффициент теплового расширения,  $\gamma_T = - (1/V) \cdot (\partial V / \partial P)_T$  – коэффициент изотермической сжимаемости, ( $C_{\text{терм}} = T\alpha_p^2 V_0 / \gamma_T$ ) – теплоемкость, обусловленная термическим расширением вещества.

Наличие двух составляющих у теплоемкости  $C_V$  предполагает наличие соответствующих вкладов в коэффициенте теплового расширения ( $\alpha_p$ ). Так, в работе [2] коэффициент теплового расширения подразделяется на положительную ( $\alpha_1$ ) и отрицательную ( $\alpha_2$ ) составляющие. В [3] составляющие

$\alpha_p$  по аналогии с теплоемкостью, названы колебательным ( $\alpha_{\text{кол}}$ ) и конфигурационным ( $\alpha_{\text{конф}}$ ) коэффициентами теплового расширения:

$$\alpha_p = \alpha_{\text{кол}} + \alpha_{\text{конф}}. \quad (3)$$

Активация всех механических степеней свободы, имеющих место в веществе при данных условиях (включая и трансляцию молекул), приводит к увеличению объема вещества, поэтому «колебательный» коэффициент теплового расширения должен быть положительным ( $\alpha_{\text{кол}} > 0$ ).

Запишем выражение (2) с учетом (3):

$$C_p - C_v = \frac{T\alpha_{\text{кол}}^2 V_0}{\gamma_T} + \frac{T\alpha_{\text{конф}}^2 V_0}{\gamma_T} + \frac{2T\alpha_{\text{кол}}\alpha_{\text{конф}} V_0}{\gamma_T}. \quad (4)$$

При интерпретации составляющих выражения (4) следует учесть следующие эффекты:

- $\alpha_{\text{кол}}$  и  $\alpha_{\text{конф}}$  должны иметь разные знаки, так как существуют состояния вещества (вода, гелий, ...), у которых  $\alpha_p = 0$ ;
- выражения для  $C_p$  и  $C_v$  должны включать в себя  $\alpha_{\text{кол}}$  и  $\alpha_{\text{конф}}$ ;
- составляющая  $(T\alpha_{\text{кол}}^2 V_0 / \gamma_T)$  должна включать в себя  $C_{\text{кол}}$  и  $C_{\text{терм}} \neq \alpha_p^2 V_0 / \gamma_T$ , так как при увеличении амплитуды колебаний изменяются кинетическая составляющая внутренней энергии и объем системы;
- выражение для теплоемкости  $C_v$  должно содержать в себе знак минус, так как величина  $C_v > 0$ , а  $\alpha_{\text{кол}}$  и  $\alpha_{\text{конф}}$  имеют разные знаки.

Анализ экспериментальных данных воды  $\text{H}_2\text{O}$  по  $C_p$ ,  $C_v$ ,  $\alpha_p$ ,  $V_0$  и  $\gamma_T$  при 273,15К показывает, что качественная и количественная непротиворечивость в экспериментальных данных наблюдается только при выполнении следующие равенств:

$$C_p = \frac{T\alpha_{\text{кол}}^2 V_0}{\gamma_T} + \frac{T\alpha_{\text{конф}}^2 V_0}{\gamma_T}, \quad (6)$$

$$C_v = - 2TV_0 \alpha_{\text{кол}} \alpha_{\text{конф}} / \gamma_T, \quad (7)$$

$$C_{\text{конф}} = \frac{T\alpha_{\text{конф}}^2 V_0}{\gamma_T}, \quad (8)$$

$$C_{\text{кол}} = \frac{T\alpha_{\text{кол}}^2 V_0}{\gamma_T} - \frac{T\alpha_p^2 V_0}{\gamma_T}. \quad (9)$$

Заменяя в (6)  $\alpha_{\text{конф}}$  на  $(\alpha_p - \alpha_{\text{кол}})$  получаем квадратное уравнение. Физический смысл имеет решение:

$$\alpha_{\text{кол}} = \frac{\left\{ \alpha_p + \left[ \frac{2C_p \gamma_T}{TV_0} - \alpha_p^2 \right]^{1/2} \right\}}{2}. \quad (10)$$

Выражения (1) – (10) позволяют находить составляющие теплоемкости и теплового расширения вещества, если известны величины  $V_0$ ,  $C_p$ ,  $\gamma_T$  и  $\alpha_p$ .

Произведем расчет значений  $\alpha_{\text{кол}}$ ,  $\alpha_{\text{конф}}$ ,  $C_{\text{конф}}$  и  $C_{\text{кол}}$  воды  $\text{H}_2\text{O}$  и жидкого гелия  $^4\text{He}$ , а результаты представим в виде табл. и рис.1-3.

Таблица 1. Теплоемкость воды и ее составляющие при атмосферном давлении

T, К	C, ДЖ/МОЛЬ К				
	$C_{V \text{ спр}}$	$C_{V \text{ расч}}$	$C_{\text{кол}}$	$C_{\text{конф}}$	$(TV_0 \alpha_p^2) / \gamma_T$
273.15	76.028	75.983	36.664	39.320	0.045
277.13	-	75.850	37.925	37.925	0.000
283.15	75.433	75.513	39.480	36.033	0.082
293.15	74.820	74.905	41.506	33.399	0.492
303.15	74.226	74.181	43.014	31.168	1.126
313.15	73.469	73.344	44.201	29.144	1.945
323.15	72.640	72.594	44.956	27.638	2.713
333.15	71.740	71.522	45.715	25.808	3.839
343.15	70.320	70.698	46.151	24.547	4.753
353.15	69.848	69.654	46.544	23.110	5.941
363.15	68.875	68.757	46.781	21.976	7.000
372.78	-	68.062	46.939	21.123	7.888
373.15	67.884	67.825	46.954	20.871	8.149

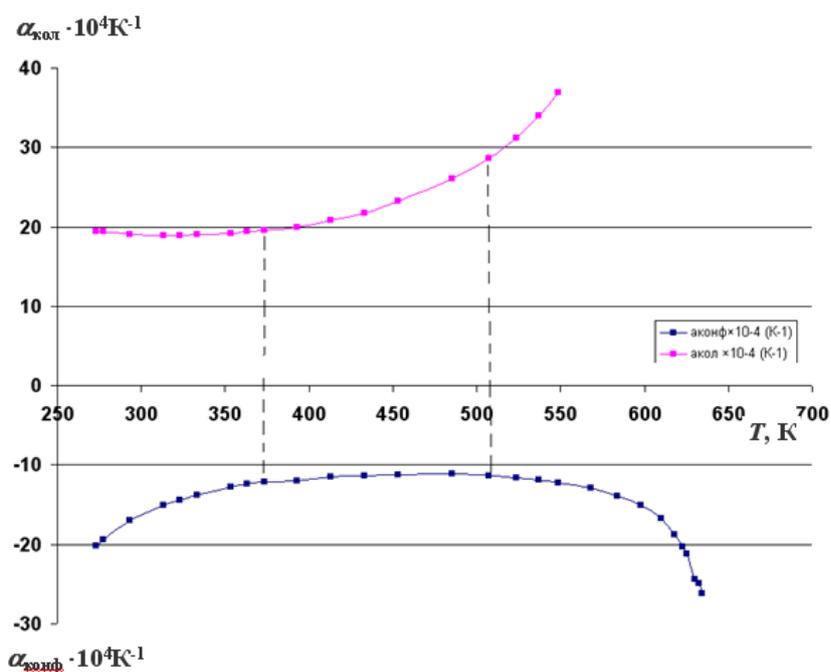


Рис. 1. Зависимости  $\alpha_{\text{кол}}$  и  $\alpha_{\text{конф}}$  ВОДЫ от температуры.

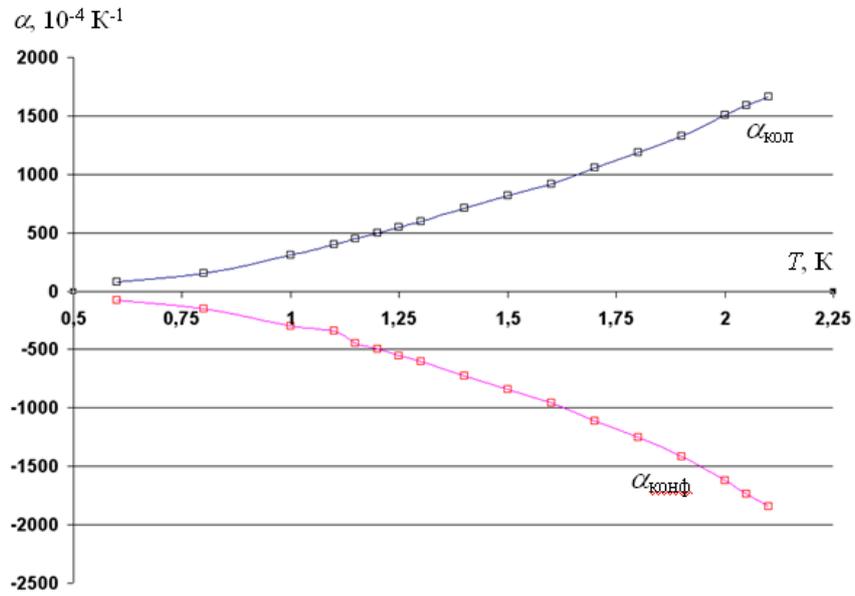


Рис. 2. Составляющие коэффициента теплового расширения  ${}^4\text{He II}$

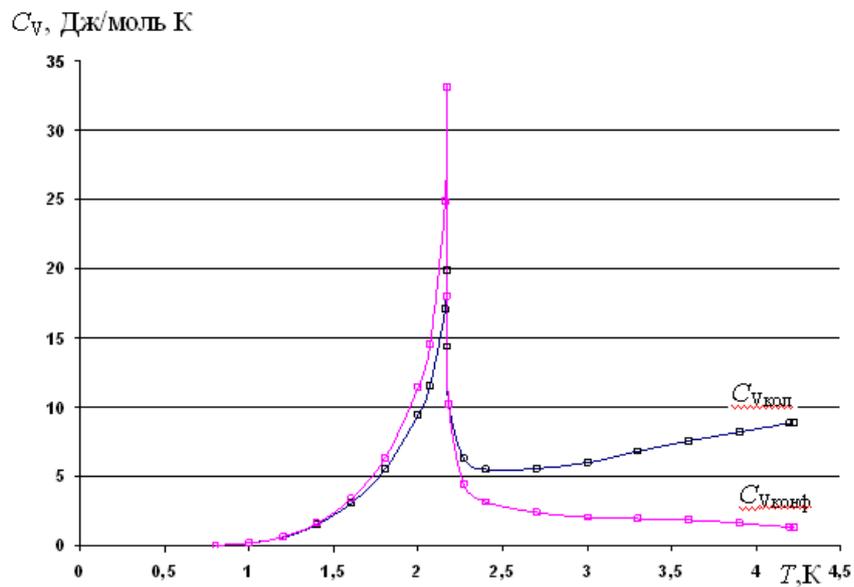


Рис. 3. Составляющие теплоемкости жидкого  ${}^4\text{He}$

## Литература

1. Эйзенберг Д., Кауцман В. Структура и свойства воды. Л: Гидрометеиздат.1975. 279с. ( Eisenberg D., Kauzmann W. The structure and properties of Water. Oxford,1969).
2. Зацепина Г.Н. Свойства и структура воды. М., МГУ, 1998. 184с
3. Путинцев Н.М. ДАН//2005, том.401, № 5. с. 648-651.

# **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

## Реагентная очистка сточных вод биофлокулянтами с утилизацией ценных компонентов

**Воронкина Е. Ю., Васильева Ж. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра экологии и защиты окружающей среды)

**Аннотация.** В данной статье рассматривается процесс реагентной очистки сточных вод биофлокулянтами на основе активного ила. Результаты работ установили высокую (до 80%) степень очистки сточных вод с помощью биофлокулянтов активного ила и высокую (до 50-80% в зависимости от параметров процесса реагентной обработки) эффективность извлечения ценных компонентов. Предложена технология, позволяющая проводить очистку сточных вод с последующим извлечением и утилизацией ценных компонентов.

**Abstract.** Wastewater treatment by the process of bioflocculation, based on activated sludge is studied in this paper. The results of the labours indicated a high (up to 50-80%, depending on the parameters of the chemical treatment process) effectiveness of the recovery of valuable components and a high (up to 80%) degree of wastewater treatment using activated sludge bioflocculation. A technology was offered, that admitted wastewater treatment with following recovery and recycling valuable components.

**Ключевые слова:** активный ил, биофлокулянт, реагентная обработка, ценные компоненты.

**Key words:** activated sludge, bioflocculation, reagent wastewater treatment, valuable components

Реагентная обработка является наиболее распространенным направлением из физико-химических методов очистки сточных вод. Она заключается в том, что в очищаемую воду вводят реагенты (коагулянты и/или флокулянты). Взаимодействуя с находящимися в воде примесями, эти реагенты способствуют более полному выделению нерастворенных примесей, коллоидов и части растворенных соединений путем перевода в нерастворимые и тем самым уменьшают их концентрацию в сточных водах.

Сточные воды рыбоперерабатывающего предприятия характеризуются высоким содержанием белковых веществ и жиров в коллоидном и эмульгированном состоянии, отстаивание и выделение которых происходит крайне медленно.

Реагентные методы очистки сточных вод имеют ряд недостатков, которые связаны с применением минеральных коагулянтов и синтетических флокулянтов. Их использование ведет к загрязнению

выделяемых ценных компонентов соответственно нерастворимыми гидроксидами токсичных металлов и остатками синтетических, полимерных производных. А также увеличивается концентрация алюминия и железа в очищенной воде, вследствие вторичного загрязнения продуктами гидролиза коагулянтов и мономеров флокулянтов [1, 2, 3, 4].

Вследствие этого перспективным является использование природных биофлокулянтов, которыми являются внеклеточные полимерные субстанции избыточного активного ила, в качестве биоприемлемых реагентов для очистки сточных вод. Избыточный активный ил образуется в процессе биологической очистки сточных вод. Он является биоразлагаемым веществом, основная масса которого состоит из бактерий, синтезирующих и секретирующих в среду внеклеточный биополимер – полисахаридный гель. Именно наличие геля обуславливает агрегацию микроорганизмов и образование хлопьевидных скоплений – флокул в условиях биологической очистки [5].

Рядом исследований установлено [2], что возможно увеличить количество выделяемого полисахаридного геля микроорганизмов, являющегося флокулянтom загрязнений, путем обработки избыточного активного ила ультразвуком.

В данной работе проводилась реагентная обработка сточных вод предприятия рыбопереработки биофлокулянтами на основе активного ила сооружений биологической очистки сточных вод пищевого производства ООО "Птицефабрика "Мурманская". Сточные воды предприятий рыбопереработки моделировались исходя из технологических нормативов количества сточной воды на единицу продукции [6].

Очистка модельных сточных вод и утилизация ценных компонентов сточных вод производилась по принципиальной схеме, которая включает в себя следующие этапы: дозирование и смешивание активного ила со сточной водой; дальнейшие процессы – хлопьеобразование и осаждение приводили к очистке сточной воды и выделению осадка с ценными компонентами.

В ходе проведения эксперимента были получены результаты (таблица 1), анализ которых доказывает эффективность очистки сточных вод при использовании биофлокулянтов на основе активного ила по целому ряду показателей, в частности, степень снижения показателя БПК<sub>5</sub> составила в результате обработки 27,6%, эффективность удаления веществ белковой и жировой природы – соответственно 76,7% и 38%. Отмечено снижение показателей, обусловленных наличием в сточной воде осаждаемой

фракции (эффективность 50%), а также показателя содержания растворенных веществ (до 1804 мг/л). Вследствие этого воздействие избыточного активного при реагентной обработке не ограничивается осветлением суспензии, но очевидно, что за счет биоабсорбции дополнительно снижает содержание растворенных веществ в системе.

Таблица 1. Показатели очистки сточной воды при использовании биофлокулянтов на основе активного ила

Показатели	Значения показателей		Эффективность очистки, %
	До очистки	После очистки	
Белок, мг/л	10,5	2,45	76,7
БПК <sub>5</sub> , мг/л	246,4	178,4	27,6
Взвешенные вещества, мг/л	800	400	50
Сухой остаток, мг/л	2288	1804	21
ХПК	1027	275,6	73
Жиры, мг/л	0,21	0,13	38

#### Литература

1. Воюцкий, С. С. Курс коллоидной химии [Текст] / С. С. Воюцкий– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1975. – 512 с.
2. Заявка 2013126761 Российская Федерация, МПК С 02 F 1/52. Способ физико-химической очистки сточных вод [Текст] / Васильева Ж.В., Барашева Ю.М., Углова Н.В. ; заявитель и патентообладатель Мурман. госуд. техн. ун-т. – №2013126761/05 ; заявл. 05.06.2013.
3. Шефтель В.О., Дышиневиц Н.Е., Сева Р.Е. Токсикология полимерных материалов. – Киев : Здоровья, 1988. – 216 с.
4. DeSerres F.J., НоНаender А. // Chemical mutagens. – 1983. – Vol.8.-P.302.
5. Безотходная технология в промышленности / Б.Н. Ласкорин, Б.В. Громов, А.П. Цыганков и др. – М. : 1986. – 160 с.
6. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности/ Совет. Эконом. Взаимопомощи, ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР.–М.: Стройиздат, 1978.–590 с.

## Сравнительный анализ CST

**Гапоненков И. А., Федорова О.А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра экологии и защиты окружающей среды)

**Аннотация.** В статье отражены результаты сравнения данных изменения времени капиллярного всасывания фильтрата из осадков сточных вод, измеренных на приборе производства США "Таймер капиллярной пропитки CST 249-50" и прибором-аналогом, изготовленным в НИЛ "Технологии очистки воды" МГТУ.

**Abstract.** The comparable results CST's time's data varying of activated sludge's filtrate, measured by USA produced devise – "Capillary Suction Timer CST 249-50" and compatible device designed in scientific laboratory "Water Treatment Technologies" are reflected in common paper.

**Ключевые слова:** таймер капиллярного всасывания, активный ил, осадки сточных вод.

**Key words:** capillary suction timer, activated sludge, wastewater sludge.

Потребление воды человеком для личных нужд и в различных технологических процессах непрерывно растет, и, соответственно, повышается объем сточных вод, нуждающихся в очистке. Одним из распространенных методов является биологическая очистка с дальнейшей аэробной стабилизацией осадков сточных вод (ОСВ) [1, 2]. Для всестороннего контроля и более детального изучения процесса стабилизации необходимо фиксировать множество параметров, одним из которых является время капиллярного всасывания (CST).

В 2013 году на кафедре экологии и защиты окружающей среды в НИЛ "Технологии очистки воды" МГТУ был спроектирован и изготовлен аналог приборов FANN 440 и таймера всасывающего капилляра OFI 294 для замера времени капиллярного всасывания фильтрата из осадков сточных вод. Данный прибор использовался в серии опытов по изучению физических параметров первичного и вторичного осадков сточных вод, образующихся в результате биологической очистки сточных вод пищевых производств. Конструкция прибора следующая: два стекла прямоугольной формы одинакового размера расположены друг над другом (рисунок 1). В верхнем стекле сделано отверстие диаметром 25 мм, в котором жестко крепится стеклянная трубка высотой 100 мм и внутренним диаметром 20 мм. В отличие от оригинальных приборов в изготовленном аналоге нет встроенного таймера, который автоматически отслеживает и фиксирует

время всасывания влаги из осадка сточных вод. В приборах FANN 440 и OFI 294 замеряется время достижения фильтратом окружности диаметром 45 мм. Время прохождения фильтрата от первоначальной окружности до эталонной зависит, в основном, от фильтруемости активного ила, и в незначительной степени – от свойств и качества фильтровальной бумаги. Ввиду отсутствия автоматической фиксации времени (использовался секундомер) замер времени производился при достижении фильтратом окружностей диаметром 50 и 80 мм. После проведения нескольких серий экспериментов было сделано заключение о целесообразности использования окружности диаметром 80 мм для снятия показаний секундомера. С целью исключения случайных ошибок, вызванных качеством бумаги, применялась фильтровальная бумага одного типа [3].

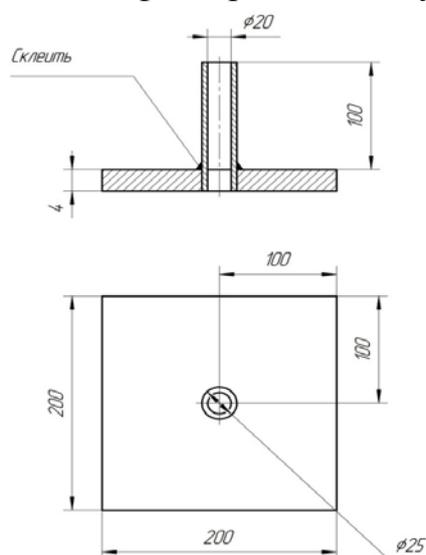


Рис. 1. Устройство для определения капиллярного всасывания [3]

В 2014 году на кафедре совершена закупка прибора "Таймер капиллярной пропитки CST 249-50". Данный прибор имеет встроенный автоматический таймер отсчета времени, что существенно повышает точность результатов и облегчает работу с прибором.

Для того, чтобы верифицировать данные, полученные на спроектированном в НИЛ "Технологии очистки воды" МГТУ приборе, была запланирована и в дальнейшем проведена серия экспериментов по аэробной стабилизации активного ила очистных сооружений пищевого производства, в которой особое внимание уделялось контролю времени капиллярного всасывания.

Результаты измерения с обоих приборов снимались одновременно и в идентичных условиях для минимизации влияния внешних факторов на

контролируемый параметр. Объект исследования был также один – возвратный активный ил очистных сооружений сточных вод пищевого производства, который исследовался без обработки (Б/О), обработанный энергией сверхвысокочастотных волн (СВЧ) и нагретый до 60 °С (Т). В качестве примера, на рисунках 2-3 приведены результаты определения времени капиллярного всасывания фильтрата из осадка сточных вод.

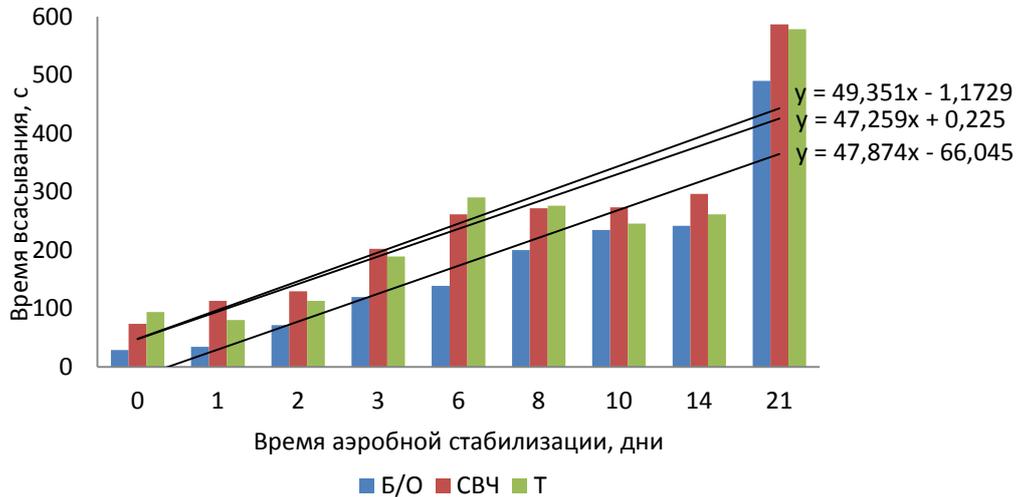


Рис. 2. Результаты времени капиллярного всасывания на приборе "CST 249-50"

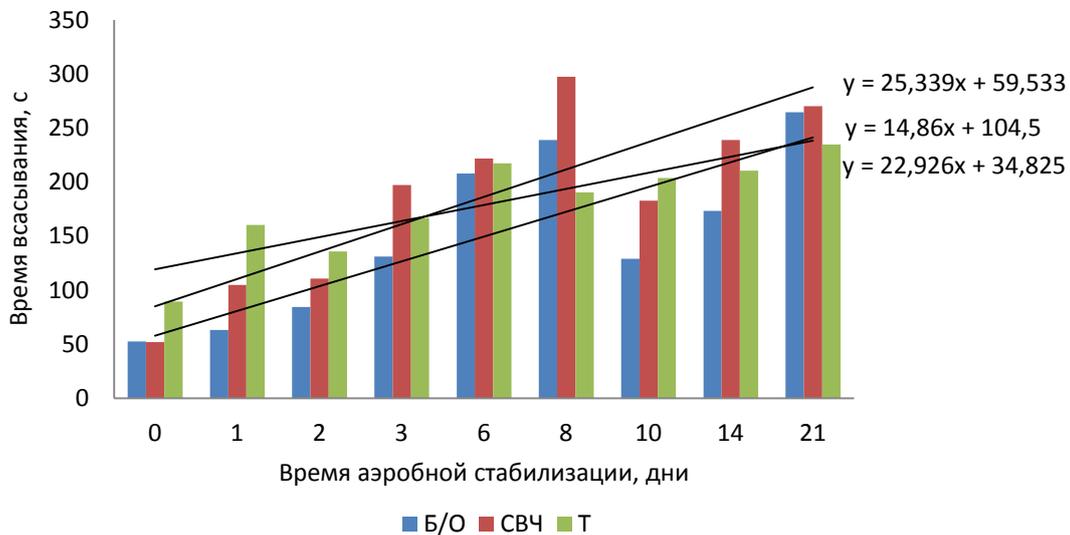


Рис. 3. Результаты времени капиллярного всасывания на приборе НИЛ "Технологии очистки воды" МГТУ

Разброс значений времени капиллярного всасывания больше у прибора, сделанного в НИЛ "Технологии очистки воды" МГТУ по сравнению с данными, полученными на приборе "CST 249-50". Это объясняется наличием встроенного таймера и автоматическим

фиксированием времени прохождения фильтратом определенных контрольных точек.

Линии тренда полученных результатов и их уравнения указывают на то, что динамика изменения контролируемого параметра схожа на обоих приборах. Данное предположение позволяет говорить о том, что полученные ранее данные на приборе, изготовленном в НИЛ МГТУ.

#### Литература

1. Беляева, С.Д. Управление осадками сточных вод – важнейшая экологическая проблема [Текст] / С.Д. Беляева, Л.И. Гюнтер // Водоснабжение и санитарная техника. – 2007. – №1. – С. 5-9.
2. Гюнтер, Л.И. Состояние и перспективы обработки и утилизации осадков сточных вод [Текст] / Л.И. Гюнтер // Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. – № 11. – С. 3-7; № 12. – С. 5-9.
3. Гапоненков, И.А. Время капиллярного всасывания фильтрата из осадков сточных вод / И.А. Гапоненков, О.А. Федорова // Наука и образование 2013: Материалы междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 4-11 марта 2013 г. – Мурманск: МГТУ; 2013. НТЦ «Информрегистр» № 0321201102. – С. 874-877.

**Тепловые методы кондиционирования осадков сточных вод**

**Крашевская А. А., Федорова О. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра экологии и защиты окружающей среды)

**Аннотация.** В статье освещены методы теплового кондиционирования осадков сточных вод. Проанализированы достоинства и недостатки данного метода обработки. Выдвинуто предположение о преимуществе СВЧ-излучения перед методом теплового кондиционирования.

**Abstract.** Heat treatment of wastewater sludge has been studied in this article. Advantages and disadvantages of this kind of treatment have been analyzed. The assumption of microwave radiation advantage has been made.

**Ключевые слова:** осадки сточных вод, тепловая обработка, СВЧ-излучение, активный ил.  
**Key words:** wastewater sludge, heat treatment, microwave radiation, activated sludge.

Вода – один из важнейших факторов, который определяет размещение производительных сил, она занимает особое положение среди природных богатств Земли. По данным Министерства природных ресурсов и экологии РФ, объем забираемых из источников пресных вод в последние годы уменьшается и в 2012 г. составил 58,8 млрд м<sup>3</sup>, из них 51 млрд м<sup>3</sup> был изъят из поверхностных водных объектов. Количество сбрасываемых загрязненных сточных вод превышает одну треть от общего объема сброса на протяжении ряда лет, что диктует необходимость строительства и реконструкции очистных сооружений водоотведения, составной частью которых являются технологические схемы обработки и утилизации осадков сточных вод [1].

Осадки сточных вод являются потенциально опасными источниками загрязнения окружающей среды. В настоящее время на канализационных очистных сооружениях городов России ежегодно количество образуемых осадков составляет 70 – 80 млн. м<sup>3</sup> при влажности 96 – 97%. С другой стороны, осадки сточных вод являются постоянно возобновляемым источником органического сырья, который по агрохимической ценности не уступает другим удобрениям. Осадки могут использоваться для приготовления компостов, почвогрунтов и других удобрительных средств, которые возможно применять в сельскохозяйственном и лесном хозяйстве,

а так же при озеленении городских территорий и рекультивации нарушенных земель [2].

Переработка и утилизация осадков сточных вод с получением ценных компонентов, а так же внедрение систем повторного и оборотного водоснабжения в промышленности приводят к существенному снижению антропогенной нагрузки на окружающую природную среду, а так же способствуют созданию малоотходных технологических систем, что является важной составляющей экологически-чистого и экологически-приемлемого производства.

В системах очистки сточных вод используются различные процессы по переработке и утилизации их осадков, целями проведения которых являются:

1. сокращение объемов осадков;
2. получение возможности дальнейшего использования осадков в других отраслях хозяйства;
3. уменьшение возможности порчи (загнивания) осадка.

Одним из наиболее эффективных методов обработки осадков в современных системах очистки сточных вод являются тепловые методы обработки.

Термическая обработка осадка сточных вод – это обработка осадка сточных вод при высоких температурах для его обеззараживания и обезвоживания [3]. Тепловая обработка является одним из перспективных методов кондиционирования, применимо к осадкам с зольностью 30-40%. Такой метод обработки может обеспечить надежную стабилизацию и полную стерилизацию осадков, помимо подготовки их к обезвоживанию.

Сущность метода заключается в обработке осадков сточных вод высокими температурами (плюс 150-200 °С) в закрытой емкости (реакторе) в течение 0,5-2 часов. Установление оптимальных параметров тепловой обработки производится опытным путем при исследовании снижения удельного сопротивления осадков. В результате процесса наблюдаются значительные изменения: резко меняется структура осадка, почти 40% сухого вещества переходит в раствор, остальная часть приобретает водоотдающие свойства. Идет уплотнение осадка до влажности 92-94%, а его объем становится равным 20-30% от исходного. Для подачи осадка сточных вод в систему тепловой обработки применяют поршневые или винтовые насосы, рабочее давление которых составляет 2,5 МПа.

Нагревание осадка проводят в две ступени: в теплообменниках за счет тепла обработанного осадка, выходящего из реактора, а затем за счет внешних источников тепла. Для рекуперации тепла применяют преимущественно теплообменники типа «труба в трубе». Теплообмен может осуществляться двумя путями: «осадок-осадок» или с использованием промежуточного теплоносителя. Однако опыт показывает, что при работе по первой схеме межтрубное пространство забивается твердыми частицами, которые содержатся в осадке, и в этом случае рекомендуется использовать пластинчатый разборный теплообменник [4].

За рубежом широкое распространение нашло применение микроволновых или сверхвысокочастотных лучей для тепловой обработки осадков сточных вод. И в то время, как иностранными исследователями из Китая, Швеции и Австралии уже давно проводятся исследования влияния СВЧ-излучения на осадки, выведены закономерности зависимости илового индекса и других показателей от нагрева, в России исследования только начинают набирать оборот [5-7].

Например, исследователи из Калужского филиала Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана разработали безреагентную технологию очистки питьевой воды и осадков городских сточных вод с использованием СВЧ-излучения. В качестве источника СВЧ излучения использовали модуль (генераторный блок и источник питания), который обеспечивал генерацию СВЧ излучения на частоте 2450 МГц в импульсном и непрерывном режимах, причем мощность регулировалась в интервале от 0,3 до 5 кВт. Результаты исследований показали, что такой способ тепловой обработки осадков сточных вод имеет высокую эффективность даже при небольших значениях микроволновой мощности. Благодаря воздействию СВЧ-излучения на активный ил, изменяются его свойства: увеличивается способность ила к осаждению и уплотнению, что позволяет легче отделить его от сточной воды для дальнейшей переработки и использования в других отраслях производства.

Таким образом, можно говорить о том, что тепловое кондиционирование является одним из эффективных методов обработки осадков сточных вод. Этот метод позволяет добиться высоких показателей уплотнения и осаждения, что способствует значительному снижению объема осадка, за счет чего уменьшается количество стадий технологической схемы. Кроме того, тепловое кондиционирование является эффективным способом

достижения стерильности осадков. Однако, тепловое градиентное кондиционирование требует сложного аппаратного оформления для поддержания необходимого давления и температурного режима, а так же данный процесс обработки осадков является достаточно длительным, что является экономически невыгодным. Поэтому целесообразным является внедрение обработки осадков сточных вод СВЧ-излучением, поскольку электромагнитные волны могут воздействовать на большие объемы; для создания такого излучения не нужно больших капиталовложений. Кроме того, время обработки значительно снижается, что также приводит к сокращению приведенных затрат.

#### Литература

1. Государственный доклад "О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2012 году" [Текст]. – 2012. – 472 с.
2. Жуков, Н. Н. Состояние и перспектива развития сооружений по обработке водопроводных и канализационных осадков в городах России / Н. Н. Жуков // Водоснабжение и санитарная техника. – №12. – 2002. – С.3 – 6.
3. ГОСТ 25150-82. Канализация. Термины и определения [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2001.
4. Тимонин, А.С. Инженерно-экологический справочник [Текст] / А.С. Тимонин. – Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2003. – 1024 с.
5. Qiang, Yu. Physical and chemical properties of waste-activated sludge after microwave treatment[Text] / Yu Qiang // Water research. – 2010. – № 44. – p. 2841-2849.
6. Wojciechowska, E. Application of microwaves for sewage sludge conditioning[Text] / E.Wojciechowska // Water research. – 2005. – №39. - p. 4749-4754.
7. Ying, Qi. Application of filtration aids for improving sludge dewatering properties [Text]/ Qi Ying // Chemical Engineering Journal. – 2011. – № 171. - p. 373-384.

**Вопросы экологии и радиационной безопасности в содержании образования и подготовке студентов учебных заведений Государственной противопожарной службы МЧС России**

**Курляндская И. П.<sup>1</sup>, Яцык Р. И.<sup>2</sup>** (г. Мурманск, <sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра физики, <sup>2</sup> Мурманский филиал ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России», кафедра общетехнических и специальных дисциплин)

**Аннотация.** формирования понятий радиационная безопасность и радиационный риск в системе подготовки специалистов государственной противопожарной службы МЧС России.

**Abstract:** The formation of concepts radiation safety and risk in the system of training of the state Fire Service Emergency Russia.

**Ключевые слова:** экология, радиационная безопасность, содержание образования, система обучения, пожарная и Техносферная безопасность, судебная экспертиза.

**Key words:** ecology, radiation safety, the content of education, education system, fire and Technosphere security forensics.

Проблемы экологической безопасности мирного атома всегда вызывали живой интерес технологов-ядерщиков, экспертов и экологов. Атомная энергетика в развитых странах в настоящее время во многом вытеснила нефть и газ из индустрии производства электроэнергии. В ряде стран происходит осознанное расширение области применения мирного атома, особенно в медицине и энергетике. Россия проводит модернизацию атомных реакторов, Иран приложил большие усилия, чтобы создать собственную атомную энергетiku. И в то же время, потенциальная угроза новых ядерных инцидентов в сознании широких слоев населения вызывает социально-психологическую напряженность и тревожность. Например, Германия заявила о закрытии ядерных программ.

Особенно актуальна проблема восприятия реальных пределов ядерного риска для жителей Мурманской области, в которой расположены объекты ядерно-промышленного комплекса. Ситуация осложнена социально-экономическими проблемами, и более всего: низким уровнем научных знаний о радиационном факторе, невысоким уровнем информированности населения о реальной радиозэкологической обстановке. Многие исследователи отмечают, что такие серьезные

факторы опасности, как курение, алкоголизм, наркотики, дорожно-транспортные происшествия, уносящие жизни наших сограждан почти не тревожат людей. Что нельзя сказать о радиации.

Сенсорное восприятие радиации у человека отсутствует, и это порождает много домыслов и мифов о радиации, вызывает тревожность. Известно, что повышение уровня знаний о радиации сопровождается закономерным снижением уровня специфической тревожности, обусловленной неоправданно завышенной субъективной оценкой радиационного риска. Для правильного формирования понятия "радиационная безопасность", "радиационный риск" необходимы базовые научные знания о природе радиации, влиянии ее на организм, значимости полученных доз, измерении радиации.

Система обучения может совершенствоваться в нескольких направлениях, в частности: повышение значимости знаний о радиации и безопасности, формирование доверия к профессиональным источникам информации, профилактической работе по защите населения от травмирующей неадекватной информации в СМИ, включение вопросов о радиационной безопасности в программы различных образовательных уровней, подготовка профессиональных и научных кадров.

Государство занимается данной проблемой. Россия стремится стать лидером не только в области ядерной энергетики, но и своего рода «атомным миротворцем». Особенно с момента аварии на «Фукусиме-1» Россия борется с паническим настроением в мире по поводу опасности «мирного атома». Причем борется конструктивно. В частности, с подачи Москвы страны-члены МАГАТЭ подписали декларацию и план действий по доработке международных норм, касающихся повышению безопасности ядерной энергетики. Большую методическую работу с общественностью проводит Информационный центр по атомной энергетике в г. Мурманске под руководством В.П. Юшко. Особое значение для решения обсуждаемой проблемы имеют школьные курсы биологии, физики, химии, ОБЖ, элективные курсы, разработанные учителями нашей области. Третьей важной составляющей этой работы, является подготовка специалистов для Мурманской области владеющих знаниями, умениями и навыками для осуществления мероприятий по обеспечению профессиональной защиты человека и объектов окружающей среды от вредных воздействий, в том числе ионизирующего излучения, способных

обеспечить безопасные условия для применения атомной энергии и источников ионизирующего излучения в различных сферах деятельности.

Мурманский филиал Санкт-Петербургского Университета Государственной противопожарной службы МЧС России с 2006 года ведет такую подготовку специалистов по заочной форме обучения. И с сентября 2013 года начал очное обучение специалистов по направлениям «Пожарная безопасность», «Судебная экспертиза», а также бакалавров по направлению подготовки «Техносферная безопасность» со специализацией Безопасность технологических процессов и производств.

Виды профессиональной деятельности будущих инженеров специальности «Пожарная безопасность»: мониторинг потенциально-опасных технических объектов, технико-экономическое обоснование мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий пожаров; анализ техногенного риска современного производства и технических объектов; расчёт уровней обеспечения пожарной безопасности людей, степени риска воздействия опасных факторов пожара; повышение надежности и устойчивости объектов экономики к факторам ЧС; использование современных средств защиты, пожарно-технического вооружения, техники, автоматических средств обнаружения и ликвидации пожаров. Будущие профессии бакалавров техносферной безопасности: аналитик безопасности и рисков, инженер по экологической безопасности, охране труда, пожарной безопасности, технике безопасности и техническому надзору, а сферы профессиональной деятельности: предприятия, связанные с добычей, переработкой, транспортировкой, использованием газового, нефтяного, ядерного топлива; отделы охраны труда, служба промышленной безопасности на предприятиях; органы государственного надзора и контроля промышленной безопасности; отделы экспертизы промышленной безопасности; страховые компании. Область профессиональной деятельности судебных экспертов: экспертно – криминалистическая деятельность; судебные и технические экспертизы. Например, проведение почерковедческой, баллистической, дорожно-транспортной экспертиз. Основные места работы: экспертные центры систем МЧС Министерства обороны и Министерства юстиции.

В учебных планах всех этих направлений (специальностей) подготовки предусмотрено большое количество дисциплин. В них

включены вопросы экологии и радиационной безопасности, безопасности труда на опасных объектах экономики.

Таблица 1.

Учебная дисциплина (базовая часть)	направление подготовки / специальность	количество часов по уч. плану	курс
Экология	ПБ, ТБ	108 / 144	1-3
Основы первой помощи	ПБ, ТБ	144	1-2
Безопасность жизнедеятельности	ПБ, ТБ, СЭ	72	1-2
Управление техносферной безопасностью	ПБ, ТБ	108	2
Производственная санитария и гигиена труда	ТБ	108	3-4
Медико-биологические основы безопасности	ТБ	108	4
Надзор и контроль в сфере безопасности	ТБ, СЭ	108	4
Защита в чрезвычайных ситуациях	ПБ, ТБ	180	4
Основы организации и ведения АСР	ПБ, ТБ	108	5
Основы национальной безопасности	ТБ	108	4
Производственная безопасность	ТБ	168	4
Пожарная безопасность технологических процессов	ПБ	216	4-5
Радиационная и химическая защита	ТБ	144	4
Управление безопасностью труда	ТБ	144	4
Надежность технических систем и техногенный риск	ПБ, ТБ, СЭ	108	5
Экологическая экспертиза	СЭ	108	5

В таблице показаны наиболее крупные учебные курсы, связанные с экологической проблематикой и радиационной безопасностью. Эти проблемы раскрыты в учебной программе и как отдельные учебные курсы и как разделы или темы в учебных курсах предметов подготовки.

Подготовка предусмотрена непрерывная и поэтапная. На 1-2 курсах формируется эколого-биологическая составляющая мировоззрения будущего специалиста–инженера и эксперта, особенно при изучении таких курсов базовой подготовки как: «Физика», «Химия», «Основы безопасности жизнедеятельности». Курс «Экология» студенты изучают как отдельный предмет и в составе курса «Концепции современного естествознания», как отдельный раздел. Например, в блоке медико-биологических знаний студенты изучают раздел «Профилактическая

радиология». Он включает, например, такие темы как: «Основные радиологические понятия»; «Радиационные факторы внешней среды»; «Биологические эффекты радиации»; «Радон в жизнедеятельности человека»; «Нормы радиационной безопасности»; «Средства, методы оценки радиационной обстановки и защиты от ионизирующих излучений»; «Контрольно-измерительные приборы, дозиметрический контроль»; «Организация радиационной безопасности и защиты населения, персонала объекта от воздействия ионизирующих излучений»; «Минимизация последствий проживания на радиационно-загрязненных территориях» и другое. На 2-3 курсах больше внимания уделено вопросам управления безопасностью и защите в чрезвычайных ситуациях. На 4-5 курсах сосредоточено внимание на подготовке к обеспечению надежности технических систем и технологических процессов, контролю в сфере безопасности. Студенты планомерно изучают: нормативно-правовую базу в области природоохраны и защиты населения, территорий от опасных факторов природного и техногенного характера; опыт Международного сотрудничества России в области экологии и безопасности жизнедеятельности; Государственное регулирование промышленной безопасности; Методы, технику, технологии повышения надежности технических систем, защиты человека, природной среды от опасностей техногенного и природного характера.

Семинарские, практические и лабораторные занятия позволяют будущим специалистам сформировать систему знаний, умений в области защиты населения и территорий от ЧС, способности оценивать чрезвычайно опасные зоны, риск, определять меры по обеспечению безопасности населения, техники, производства, навыки эксплуатации и обслуживания средств защиты. Будущих специалистов учат ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной и пожарной безопасности, определения нормативных уровней допустимых негативных воздействий на человека и природную среду; работать с приборами радиационной и химической разведки, дозиметрического контроля; использовать знания по организации охраны труда, окружающей среды, безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики; разрабатывать требования к безопасности при подготовке обоснований инвестиций и проектов, контролировать их исполнение. Например, студенты изучают такие разделы как «Пожарная

безопасность объектов энергетики, транспортировки опасных грузов», «Особенности пожарной опасности в реакторных залах атомных электростанций», «Методы проверки противопожарного состояния технологий действующих промышленных объектов». Особое внимание в учебном процессе уделено подготовке к экспертно-надзорной деятельности. Например, вопросам контроля деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях, мониторингу полей и источников опасностей в среде обитания. Ведется подготовка студентов и к научно-исследовательской деятельности. Предусмотрено несколько видов практик. Учебная практика проходит на кафедрах, в лабораториях и подразделениях МЧС. Производственная практика проходит – в организациях и на предприятиях Мурманской области. Мурманский филиал уделяет большое внимание и экологическому воспитанию студентов. Ребята участвуют в молодежных и общероссийских экологических акциях, например: «Зеленый рекорд» и «Сделаем вместе».

Всех современных специалистов нашего региона объединяют общие цели и идеи: озабоченность сохранением достигнутого уровня экологической безопасности Мурманской области; второе – большие планы на будущее, так педагоги заинтересованы в подготовке творческого талантливого молодого поколения, «РосАтом» намерен стать мировым лидером в ядерной энергетике, а Мурманский филиал ГПС МЧС России стремиться быть лидером в подготовке специалистов пожарной безопасности, судебной экспертизы и бакалавров техносферной безопасности со специализацией «Безопасность технологических предприятий и производств» для предприятий и организаций Мурманской области.

## **К вопросу об оптимизации инженерно-экологических изысканий для проектируемых объектов горнорудных предприятий**

**Лескова О. Н., Рябцева М. Е.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра экологии и защиты окружающей среды)

**Аннотация.** В статье кратко рассказывается о необходимости и важности оптимизации инженерно-экологических изысканий при разработке месторождений на горнорудных предприятиях с учетом влияния на окружающую среду, особенно на гидросферу, подвергающуюся значительному воздействию.

**Abstract.** Article briefly tells about importance and necessity of optimizing the engineering-environmental surveys at develop of deposits at the mining industry, taking into account the impact on the environment, especially on the hydrosphere, which exposed by strong influence.

**Ключевые слова:** инженерно-экологические изыскания; инженерные изыскания; нормативно-правовые документы; строительные нормы и правила; Градостроительный кодекс; гидросфера; месторождение; разгрузка подземных вод.

**Key words:** engineering-environmental survey; engineering surveys; normative legal documents; construction norms and regulations; urban planning code; hydrosphere; deposit; groundwater discharge.

Инженерно-экологические изыскания для строительства выполняются для оценки современного состояния и прогноза возможных изменений окружающей природной среды под влиянием антропогенных воздействий при их строительстве и эксплуатации. Результатом изысканий является экологическое обоснование, под которым понимается совокупность доводов и научных прогнозов, позволяющих оценить экологическую опасность намечаемой хозяйственной и иной деятельности для экосистем (природных территориальных комплексов) и человека. В состав изысканий входят основные виды исследований: маршрутные наблюдения с покомпонентным описанием природной среды и ландшафтов в целом, оценка состояния наземных и водных экосистем, источников и признаков загрязнения, почв и растительного покрова, животного мира. Существенным методическим недостатком свода правил по инженерно-экологическим изысканиям СП 11-102-97 и СП 47.13330.2012 является то, что эти нормативные документы не определяют территорию, в пределах которой должны проводиться изыскания, не дают указаний, как устанавливать границу зоны воздействия

и по каким критериям и компонентам природной среды следует выполнять прогноз возможных изменений. Обоснование и выбор территории проведения инженерно-экологических изысканий относятся к важнейшим задачам исследований и определяют качество и представительность результатов, необходимые и достаточные виды и объемы работ, размещение пунктов наблюдений на основных путях миграции, ареалах, потоках рассеяния и аккумуляции веществ-загрязнителей, соотношение степени ожидаемого воздействия и устойчивости выбранной территории [1]. Практика проведения экспертизы инженерных изысканий показывает, что границы территории изысканий часто выбираются произвольно, без учета особенностей природных условий ландшафта, в пределах которого будут проявляться последствия планируемой деятельности.

Градостроительный кодекс Российской Федерации (ГрК РФ) и требования технических регламентов (Своды правил и т.д.) определяют исключительно общие и типовые требования к содержанию разделов проектной документации, в том числе инженерных изысканий, но не учитывают отраслевую специфику проектируемых объектов.

В современном мире невозможно обойтись без добычи полезных ископаемых, с одной стороны дающих возможность региону получить дополнительные рабочие места, развить инфраструктуру и в конечном итоге повысить качество жизни, а с другой, представляющей значительную опасность для окружающей среды.

Добыча карьерным способом – это вид открытых горных работ, при котором рудное тело уходит достаточно глубоко в землю, что вызывает необходимость снимать слой за слоем пустую породу и руду.

При этом воздействие горнорудных предприятий на окружающую среду и человека носит различный характер и включает загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных вод, почв, геологической среды, а также радиационное, акустическое, электромагнитное загрязнение.

В большинстве случаев проведение вскрышных работ связано с вырубкой деревьев или выжиганием растительности над месторождением руды, использованием тяжелой техники, такой как бульдозеры и самосвалы. Поскольку открытым способом могут разрабатываться месторождения, залегающие на значительной глубине, карьер может уходить вглубь значительно ниже уровня грунтовых и подземных вод. В

этом случае для продолжения горных работ используют систему карьерного водоотлива (производится откачивание воды из карьера).

В процессе разработки месторождений полезных ископаемых гидросфера (как поверхностная, так и подземная) подвергается существенным изменениям. Основными источниками воздействия на нее являются карьер полезных ископаемых, хвостохранилища, отвалы пород, обогатительные фабрики.

Разработка месторождений открытым способом в большинстве случаев значительно нарушает естественный режим разгрузки подземных вод. Вблизи карьера зачастую происходит снижение статического уровня подземных вод на десятки метров, по району в целом увеличиваются гидравлические уклоны депрессионной поверхности, а, следовательно, и скорости фильтрации подземных вод.

Промышленные сточные воды рудников и карьеров формируются преимущественно из сопутствующих вод атмосферного и подземного происхождения, загрязненных вследствие водной эрозии отвалов пустых пород и некондиционных полезных ископаемых. Формирование химического состава карьерных вод происходит вследствие контакта вод с породой и определяется продолжительностью пребывания воды в горном массиве и скоростью их движения в породе [2].

Основными загрязнителями карьерных сточных вод обычно являются: тяжелые металлы, высокая минерализация (повышенное поступление минеральных солей), загрязненность взвешенными веществами (вызывает заиливание водных объектов).

При этом с момента ввода в действие СП 47.13330.2012 (ранее СНиП 11-02-96) и СП 11-102-97 научно-исследовательскими и изыскательскими организациями не наработано достаточно серьезного опыта в практике проведения инженерно-экологических изысканий и их адаптации к специфике горнорудных предприятий.

В то же время повышение уровня экологизации промышленного производства и, в частности, горнорудных предприятий, декларируемое на всех уровнях государственного управления, не может быть достигнуто без детального изучения экологического состояния природной среды, адекватный учет которого необходим при разработке проектных решений инженерной защиты окружающей среды и природоохранных мероприятий. Следует учитывать, что сокращение объемов инженерно-экологических

изыскательских работ неизбежно отразится не только на уровне экологической безопасности, качестве жизни населения и общей стоимости строительства, но и создаст серьезные проблемы для собственника проектируемого объекта в его взаимодействиях с природоохранными контролирующими органами.

Вышеизложенное воздействие горнорудных предприятий определяет высокие уровни техногенных нагрузок на окружающую природную среду. Это обстоятельство вынуждает проводить детальное изучение соответствующих природных и техногенных условий и их учет при выполнении предпроектных и проектных работ, строительстве и эксплуатации проектируемых объектов горнорудных предприятий. Методика исследования при выполнении инженерно-экологических изыскательских работ на проектируемых объектах горнорудных предприятий должна быть построена в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами на анализе фондовых и литературных данных, проведении полевых инженерно-экологических изыскательских работ, выполнении лабораторных исследований, обработке и анализе их результатов, но с учетом особенностей влияния проектируемых объектов данного типа на компоненты окружающей среды.

#### Литература

1. Тихонов, В.П. Геосистемная оценка экологических условий трассы линейного объекта при инженерно-экологических изысканиях / В.П. Тихонов // Инженерно-экологические изыскания. – 2013. – №6. – С. 62-68.
2. Галкин, Ю.А. Технологии очистки сточных вод горнорудных предприятий / Ю.А. Галкин // Экология производства. – 2012. – №12. – С. 58-64.

## Оценка экологического состояния прибрежной зоны Кольского залива по гидрохимическим и микробиологическим параметрам

Луценко Е. С. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра микробиологии и биохимии)

**Аннотация.** В статье представлены результаты оценки экологического состояния прибрежной зоны Кольского залива по гидрохимическим и планктонным и перифитонным бактериальным показателям. Комплексная оценка качества вод по бактериологическим показателям позволила оценить воды станций как промежуточные между умеренно загрязненными и загрязненными водами с переходами на соседние ступени сапробности в отдельные сезоны. Бактериоперифитон может быть использован для оценки качества водной среды при выявлении уровней плотности сообщества, соответствующих конкретным степеням загрязнения экосистемы.

**Abstract.** The article presents the results of the evaluation of the ecological state of the coastal zone of the Kola Bay by using the hydrochemical and planktonic and periphyton bacterial indicators. Comprehensive rating of water quality by using the bacteriological parameters permits to class the aquatories of the stations as intermediate between the moderately polluted and polluted waters onto adjacent stage saprobity in some seasons. Bacterioperiphyton can be used to estimate the water quality after identifying its community density levels corresponding to the specific levels of pollution the ecosystem.

**Ключевые слова:** бактериопланктон, бактериоперифитон, оценка качества водных экосистем, гидрохимические показатели, Кольский залив.

**Key words:** bacterioplankton, bacterioperiphyton, quality evaluation of aquatic ecosystems, hydrochemical indicators, Kola Bay.

**Введение.** Кольский залив Баренцева моря является рыбохозяйственным водоемом высшей категории [1]. В условиях интенсивной хозяйственной деятельности человека Кольский залив испытывает сильнейшую антропогенную нагрузку и поэтому необходимо проводить оценку экологического состояния его вод и поиск новых информативных показателей.

Основное участие в преобразовании органического вещества автохтонного и аллохтонного происхождения в морской среде принимает микрофлора, и, прежде всего, микроорганизмы перифитона [2], которые также влияют на качество морской среды и могут служить индикатором ее загрязнения. Известно, что бактериологические показатели являются более чувствительными к изменениям в окружающей среде, чем химические [3].

**Целью работы** явилась оценка экологического состояния прибрежной зоны Кольского залива по планктонным и перифитонным бактериальным показателям.

**Материалы и методы.** Исследование бактериопланктона и бактериоперифитона проводили с ноября 2012 по октябрь 2013 годов на трех станциях: станция 1 – Мыс Притыка, станция 2 – Абрам-мыс, станция 3 – бухта Белокаменка, расположенных в южном и среднем коленах Кольского залива на его западном берегу.

Для проведения количественных исследований бактерий перифитона ежемесячно с нижнего горизонта литорали во время сизигийного отлива отбирали по 3 камня с каждой станции. В лаборатории производили сбор перифитона соскобом и смывом с поверхности субстрата площадью  $10 \text{ см}^2$  в пробирку с 20 мл фильтрованной морской воды. Пробы воды отбирали в тот же день, погружая стерильную стеклянную емкость на глубину не менее 20 см от дна.

Подсчет общей численности бактерий проводили в соответствии с общепринятыми методиками [4] с использованием акридинового оранжевого на люминесцентном микроскопе МИКМЕД-2 вар. 2. Количество бактерий выражали в виде  $N \times 10^6$  кл/мл для бактериопланктона (ОЧБпл) и кл/ $\text{см}^2$  для бактериоперифитона (ОЧБпф).

Количество гетеротрофных (сапрофитных) бактерий, способных к росту на питательных средах, определяли методом поверхностного посева на питательную среду СПА № 4 [5] проб воды и смыва после культивирования посевов при температуре  $6^\circ\text{C}$  в течение 21-28 дней. Результат выражали в  $N \times 10^3$  КОЕ/мл для бактериопланктона (ОЧГБпл) и КОЕ/ $\text{см}^2$  для бактериоперифитона (ОЧГБпф).

Гидрохимические исследования проводили в соответствии с РД 52.10.243-92 «Руководство по химическому анализу морских вод» [6].

**Результаты.** В соответствии с нормативами качества вод для рыбохозяйственных и поверхностных водоемов обязательными химическими параметрами являются биогенные элементы – показатели трофности экосистемы. К таким веществам относятся ионы аммония, нитритов, нитратов, фосфатов, а также активная реакция среды, концентрация растворенного кислорода, насыщенность им воды и его биохимическое потребление.

В соответствии с действующими нормативами качества вод поверхностных и рыбохозяйственных водоемов [7; 8] бактериофлору таких водных объектов характеризуют по следующим показателям: общий счет микроорганизмов (ОЧБ), млн. кл/мл; количество сапрофитов (ОЧГБ), тыс. кл/мл; индекс  $K = \text{ОЧБ} / \text{ОЧГБ}$ . Перечисленные показатели применяются к планктонному сообществу бактерий, но, по нашему мнению, бактериоперифитон также может быть достаточно информативным параметром при оценке качества воды и экологического состояния изучаемой акватории.

Результаты гидрохимических исследований прибрежных вод Кольского залива указали на благополучие его водной экосистемы, не смотря на то, что было зарегистрирован один случай превышения ПДК по показателю аммоний-ионов на станции 1 в марте 2013 года. Значения концентраций контролируемых химических веществ позволили оценить трофность акваторий станций. Так, по показателям аммонийного азота, фосфат-ионов, степени насыщения воды кислородом и БПК<sub>5</sub> станции 1 и 2 отнесены к зоне β-мезосапробных вод (мезотрофные), а воды станции 3 – олигосапробные (олиготрофные). Концентрации нитрит- и нитрат-ионов были ниже ПДК на несколько порядков и являлись лимитирующим фактором для развития фитопланктонных сообществ, поэтому в заливе никогда не наблюдалось массовое цветение микроводорослей.

Результаты количественных исследований бактерий планктона и перифитона оказались противоречивыми. Так, ОЧБ на станции 1 в планктоне в течение года была наименьшей по сравнению с другими станциями, а в перифитоне наибольшей. Противоположная картина отмечена для станции 3, когда ОЧБпл указывала на сильную обсемененность бактериями, а бактериоперифитон охарактеризовал станцию как наиболее чистую. ОЧБ планктона и перифитона на станции 2 показывают наибольшее загрязнение этой станции.

Культивируемые гетеротрофные бактерии используют в качестве источника питания легкодоступное органическое вещество, и уровень развития их сообщества указывает на степень эвтрофирования водной экосистемы.

Общая численность гетеротрофов планктона и перифитона оказалась сопоставима между собой и не превышала 25 тыс. кл/мл(см<sup>2</sup>). Количество гетеротрофных бактерий в перифитоне оказалось несколько

меньше, чем в планктоне, что может быть обусловлено преобладанием некультивируемых, покоящихся или мертвых клеток в сформированном сообществе. В весенний сезон зарегистрированы минимальные значения ОЧГБ перифитона, что может быть связано с активизацией фотосинтезирующей активности и роста растительных компонентов литорали, некоторые метаболиты которых имеют бактерицидное действие. В развитии сообщества гетеротрофов станции 1 наблюдалась аналогичная картина динамике ОЧБ этой станции.

Таблица 1 Комплексная оценка экологического состояния вод станций по бактериальным показателям планктона и перифитона

Сезон	ОЧБ, 10 <sup>6</sup> кл/мл (кл/см <sup>2</sup> )			ОЧГБ, 10 <sup>3</sup> КОЕ/мл (КОЕ/см <sup>2</sup> )			ОЧБ/ОЧГБ		
	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3
Бактериопланктон									
Зима	II* (O**)	III (βм)	III (βм)	III (βм)	IV (αм)	III (βм)	IV (αм)	IV (αм)	III (βм)
Весна	III (βм)	III (βм)	III (βм)	III (βм)	IV (αм)	IV (αм)	III (βм)	IV (αм)	III (βм)
Лето	III (βм)	IV (αм)	III (βм)	III (βм)	IV (αм)	IV (αм)	III (βм)	III (βм)	III (βм)
Осень	II (O)	III (βм)	III (βм)	III (βм)	IV (αм)	IV (αм)	III (βм)	IV (αм)	IV (αм)
Бактериоперифитон									
Зима	У-З	У-З	У-З	IV (αм)	IV (αм)	IV (αм)	II (O)	II (O)	II (O)
							IV (αм)	IV (αм)	IV (αм)
Весна	З	З	У-З	III (βм)	III (βм)	II (O)	II (O)	II (O)	II (O)
							III (βм)	III (βм)	III (βм)
Лето	У-З	У-З	У-З	IV (αм)	IV (αм)	IV (αм)	II (O)	II (O)	II (O)
							IV (αм)	IV (αм)	IV (αм)
Осень	У-З	У-З	Ч	IV (αм)	IV (αм)	IV (αм)	II (O)	II (O)	III (βм)
							IV (αм)	IV (αм)	IV (αм)

\* – категории качества вод по ГОСТ 17.1.3.07-82 (I – очень чистые; II – чистые; III – умеренно-загрязненные; IV – загрязненные; V – грязные; VI – очень грязные);

\*\* – категории качества вод по ГОСТ 17.1.2.04-77 (кс – ксеносапробные; о – олигосапробные; βм – бетамезосапробные; αм – альфамезосапробные; п – полисапробные; гп – гиперсапробные).

Комплексная оценка качества вод по бактериологическим показателям позволила оценить воды станций (табл. 1) как промежуточные

между умеренно загрязненными и загрязненными водами с переходами на соседние ступени сапробности в отдельные сезоны.

Коэффициент ОЧБ/ОЧГБ, посчитанный по планктонным бактериям, позволил оценить состояние вод станций как переходное между умеренно-загрязненными и загрязненными водами. Данный коэффициент не может быть использован при характеристике бактериоперифитона, так как в соответствии с его экологическими особенностями лишь малая часть бактерий от их общего числа в сообществе способна к росту на питательных средах. Но если увеличить пороговые значения для этого коэффициента, то оценка состояния вод по бактериоперифитону оказывается аналогичной оценке по бактериопланктону.

Итак, бактериологические показатели отражают отклик экосистемы на систематическое ее загрязнение и служат более информативными индикаторами состояния окружающей среды, чем химические. В настоящее время бактериологические показатели перифитона не являются нормируемыми, но при анализе их динамики в природных сообществах станций становится очевидна их индикаторная роль. Таким образом, бактериоперифитон может быть использован для оценки качества водной среды при выявлении уровней плотности сообщества, соответствующих конкретным степеням загрязнения экосистемы.

#### Литература

1. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2012 году. – Мурманск, 2013. – 152 с.
2. Дорошенко Ю.В. Микрофлора акватории в районе размещения систем гидробиологической очистки морских вод // Экология моря. 2007. Вып. 73. С. 36 – 43.
3. Корш, Л. Е. Ускоренные методы санитарно-бактериологического исследования воды / Л.Е. Корш, Т.З. Артемова – М.: Медицина, 1978. – 271 с.
4. Кузнецов С. И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. – М.: Наука, 1989. – 288 с.
5. Горбенко Ю.А. Экология морских микроорганизмов перифитона. – Киев: Наукова думка, 1977. – 252 с.
6. РД 52.10.243-92. Руководство по химическому анализу морских вод.
7. ГОСТ 17.1.2.04-77. Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов.
8. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.

## **Разработка технологий утилизации биомассы избыточного активного ила сооружений биологической очистки**

**Ляшенко Э. С., Васильева Ж. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра экологии и защиты окружающей среды)

**Аннотация.** Статья посвящена разработке технологий утилизации биомассы избыточного активного ила в качестве кормовой добавки. Установлены технологические параметры для получения наиболее качественной кормовой добавки (температура, время, pH проведения процесса, соотношение компонентов и др.).

**Abstract.** This paper is devoted to the development of technologies for the utilization of biomass activated sludge as a feed additive. Set process parameters for the most quality of the feed additive (temperature, time, pH of the process, mixing ratio, etc.).

**Ключевые слова:** биологическая очистка; биомасса активного ила; утилизация; кормовая добавка; технология.

**Key words:** biological treatment, activated sludge biomass, recycle, feed additive; technology.

В настоящее время одной из важнейших экологических проблем является возврат в окружающую среду продуктов, образующихся в процессе переработки и очистки сточных вод [1]. К таким продуктам относится биомасса избыточного активного ила (ИАИ), образующаяся на очистных сооружениях биологической очистки [2].

Ежегодно на сооружениях биологической очистки сточных вод образуются миллионы тонн биомассы ИАИ [3]. Актуальной является задача его переработки и утилизации.

Одним из перспективных направлений безотходного производства является утилизация активного ила в качестве кормовой добавки для сельскохозяйственных животных и объектов аквакультуры. В России это направление представляет особый интерес, так как потребность в кормовых добавках в стране с каждым годом растет, Российское производство кормовых добавок не обеспечивает внутренний спрос в полном объеме, реализуется лишь малая часть производства кормовых добавок [4].

Объектом проведенных исследований являлся избыточный активный ил сооружений биологической очистки сточных вод ООО «Птицефабрика Мурманская» и ОАО «Мурманский комбинат хлебопродуктов».

Цель работы – разработка эффективной технологии утилизации биомассы активного ила в качестве кормовой добавки.

В данной работе проводились экспериментальные исследования состава и свойств активного ила предприятий ООО "Птицефабрика "Мурманская" и ОАО «Мурманский комбинат хлебопродуктов». Изучен биологический состав ИАИ, содержание ценных макроэлементов биомассы и их соотношение [5]. Определены показатели пригодности и безопасности использования активного ила в качестве кормовой добавки.

С учетом дефицита существующих приемлемых технологий утилизации ИАИ были разработаны и оценены технологии утилизации биомассы в качестве кормовой добавки, следующими способами: кислотный гидролиз; ферментный гидролиз с дрожжами, как отходами производства; ферментный гидролиз с панкреатином.

Установлены технологические параметры для получения наиболее качественной кормовой добавки (температура, время, рН проведения процесса, соотношение компонентов и др.). Разработаны аппаратурно-технологические схемы осуществления процессов.

Проведенный анализ разработанных технологий и показателей готовой кормовой продукции позволил выявить наиболее эффективную технологию утилизации биомассы активного ила в качестве кормовой продукции. Оценены показатели качества готовой продукции (белки, жиры, углеводы, витаминный и аминокислотный состав), и показателей безопасности (содержание тяжелых металлов, патогенных микроорганизмов).

Разработанная технология обеспечивает обеззараживание продукта, высокое качество продукции и незначительные энергетические затраты на получение целевого продукта.

Внедрение разработанной технологии позволяет значительно снизить уровень антропогенной нагрузки на окружающую среду, решить актуальные задачи региона в обеспечении кормовым продуктом для объектов сельского хозяйства и аквакультуры.

#### Литература

1. В.В. Бирюков, Основы промышленной биотехнологии. – М.: КолосС, 2004. – 296 с.: ил. – (Учебники и учебные пособия для студентов высш. учеб. заведений).

2. Г.А. Роев, Очистные сооружения. Охрана окружающей среды, М., Недра, 1993.
3. А.З. Евилович, Утилизация осадков сточных вод, М: Стройиздат, 1989.
4. А.В. Орещенко, А. Ф. Берестень, О пищевых добавках и продуктах питания // Пищевая промышленность. — 1996. — С. 4.
3. А.И. Нетрусов, Е.А. Бонч-Осмоловская, В.М. Горленко и др. Экология микроорганизмов: Учеб. для студ. вузов /; Под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 272 с.

**Сводные расчеты. Теоретические основы и практическое применение**

**Мурзина М. Ю., Хардикова Р. И., Федорова О. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра экологии и защиты окружающей)

**Аннотация.** В статье описывается необходимость разработки и постоянного совершенствования системы сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха и возможные способы применения их результатов в масштабах района, города, области с целью обеспечения чистоты атмосферного воздуха.

**Abstract.** This article describes a necessary of development and continuously improves of the summary calculations system of air pollution and possible applications of their results in the area-wide, city or region to ensure the cleanliness of atmospheric air.

**Ключевые слова:** сводные расчеты, компьютерный банк данных, предельно-допустимый выброс, природопользователь, фоновая концентрация, допустимый вклад (квота).

**Key words:** summary calculations, computer database, limits of emission, the polluter, the background concentration, the allowable contribution (quota).

Атмосферный воздух является самой важной жизнеобеспечивающей природной средой. Результаты экологических исследований, как в России, так и за рубежом, однозначно свидетельствуют о том, что загрязнение приземной атмосферы – самый мощный, постоянно действующий фактор воздействия на человека, пищевую цепь и окружающую среду. «Научная обоснованность, системность и комплексный подход к охране атмосферного воздуха и охране окружающей среды в целом» является одним из основных принципов государственного управления в России в области охраны атмосферного воздуха. [1]

Для эффективного решения проблемы обеспечения чистоты воздушного бассейна необходим комплексный подход, предусматривающий проведение расчетов загрязнения воздушного бассейна городов (регионов) выбросами и промышленности, и автотранспорта, разработку и создание систем контроля и управления качеством воздушного бассейна в масштабах района, города, области и т.д.[2]

В настоящее время необходимым элементом в решении проблемы загрязнения атмосферного воздуха, позволяющим учесть требования системности и комплексности подхода, является организация сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха. Сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий и

автотранспорта города (региона) – это такие расчеты приземных концентраций загрязняющих веществ по данным об их выбросах, в которых используется информация о выбросах всех источников (и предприятий, и автомагистралей) загрязнения атмосферы, расположенных на территории рассматриваемого города (региона). [2]

Для обеспечения эффективного управления качеством атмосферного воздуха городов (регионов) и корректного учета воздухоохраных требований необходимо совершенствование методических подходов к организации сводных расчетов и использованию их результатов, а также как можно более широкое внедрение этих расчетов в городах РФ.

В качестве одного из первых шагов необходимо создать в городах РФ электронные банки данных о выбросах загрязняющих веществ от источников загрязнения атмосферы – объектов, расположенных в этих городах. Ведение компьютерного банка данных подразумевает их прием и контроль, занесение их в единую базу, проведение оперативных и аналитических расчетов, поддержание сохранности и постоянная актуализация информации.

В качестве программного средства, обеспечивающего функционирование банка данных и расчеты загрязнения атмосферы используется программный комплекс «Эколог-город», разработанный фирмой «Интеграл».

В результате проведенной работы для города Мурманска был создан компьютерный банк данных источников выбросов загрязняющих веществ. В нем содержатся данные о выбросах 217 промышленных предприятий и автотранспортных потоков на 42 основных автомагистралях города. В атмосферу города поступают 113 вредных (загрязняющих) веществ из 1326 промышленных источников (в том числе: азота диоксид – из 585 ист., азота оксид – из 438 ист., углерода оксид – из 593 ист., серы диоксид – из 517 ист., сажа – из 350 ист., железа оксид – из 218 ист., бензин – из 356 ист., керосин – из 287 ист.).

С целью обеспечения гигиенических и экологических требований к качеству атмосферного воздуха и выполнения требований действующего природоохранного законодательства РФ в части нормирования выбросов источников загрязнения атмосферы существуют два основных подхода к использованию данных сводных расчетов.

Первым является определение фоновых концентраций. Действующая в настоящее время нормативно-методическая документация предусматривает подход по учету выбросов других предприятий при разработке нормативов предельно-допустимых выбросов (далее – нормативы ПДВ) для данного предприятия путем учета фонового загрязнения. Значения фоновых концентраций запрашиваются в подразделениях Росгидрометеослужбы, которые рассчитывают их на основе информации, полученной со стационарных постов наблюдений. Однако, количество таких постов в городах Мурманской области в среднем не более 3-5, а количество контролируемых примесей в среднем не более 4-8. Учитывая, что "букет" выбрасываемых в атмосферу любого города вредных веществ в десятки раз больше, ясно, что в полной мере учесть фоновое загрязнение таким путем не представляется возможным. Таким образом, по многим веществам недостаточно учитывается эффект суммарного воздействия совокупности предприятий на загрязнение городского воздуха. Так, например, в городе Мурманске ФГБУ «Мурманское УГМС» в настоящее время может предоставить показания фоновых концентраций примерно по двум десяткам ЗВ, измерения которых производятся на шести постах, что, во-первых, существенно меньше общего количества выбрасываемых в атмосферу г. Мурманска загрязняющих веществ (113 загрязняющих веществ), и, во-вторых, величины фоновых концентраций представительны в сравнительно небольшом радиусе вокруг постов.

Иначе говоря, по данным только инструментального мониторинга не представляется возможным получение реальных фоновых концентраций по всей площади города (региона) и по всем выбрасываемым веществам.

Поэтому наиболее реальным способом получения достоверной информации об общегородском загрязнении воздуха являются сводные расчеты загрязнения атмосферы по территории города от всей совокупности промышленных и транспортных предприятий и объектов.

Также сводные расчеты могут использоваться в рамках определения для каждого конкретного предприятия города (региона) полей допустимых вкладов (квот) в формирование уровней приземных концентраций загрязняющих веществ, которые могут создаваться выбросами источников загрязнения атмосферы каждого отдельного хозяйствующего субъекта.[3]

На основании вышеизложенного можно сделать вывод: одним из основных инструментов обеспечения чистоты воздушного бассейна является разработка и постоянная актуализация сводного тома с возможностью, во-первых, определения значений фоновых концентраций для всего спектра загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу рассматриваемой территории, а во-вторых, при соответствующей законодательной поддержке переход от разработки нормативов ПДВ в рамках хозяйствующего субъекта к определению для каждого предприятия города (региона) полей допустимых вкладов (квот), т.е. переход к системе квотирования выбросов. Актуальность такого системного подхода для города Мурманска обоснована тем, что, во-первых, Мурманская область принадлежит к Арктической зоне РФ, что обуславливает хрупкость компонентов ее окружающей среды по сравнению с другими регионами, а также тем, что город Мурманск является высокоразвитым промышленным узлом и соответственно на его экологическую ситуацию в целом и, в частности, на состояние воздушного бассейна, оказывается повышенное антропогенное воздействие.

#### Литература

1. Николаевский, В.С. Влияние промышленных выбросов в атмосферу на растительность // В.С. Николаевский. – СПб., 2009. – 44 с.
2. Волокдаева, М.В. Использование результатов сводных расчетов при нормировании выбросов загрязняющих веществ в атмосферу // М.В. Волокдаева. – СПб., 2009. – 23 с.
3. Разработка проекта "Рекомендации по использованию сводных расчетов при нормировании выбросов загрязняющих веществ в атмосферу объектами города (населенного пункта) [Текст] : Отчет о НИР : ФГУП "НИИ Атмосфера"; рук. В.Б. Миляев; исполн.: Н.С. Буренин [и др.]. – М., 2008. – 70 с.
4. Методическое пособие по выполнению сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий и автотранспорта города (региона) и их применению при нормировании выбросов [Текст] : утв. приказом Госкомэкологии России № 66 от 16 февраля 1999 года. – СПб.: НПК "Атмосфера", 1999. – 30 с.

**Агрохимические аспекты вторичного использования запасов элементов питания в почве**

**Панасин В. И., Рымаренко Д. А., Новикова С.И.** (г. Калининград, <sup>1</sup> ФГОУ ВПО КГТУФГБУ; <sup>2</sup> «ЦАС «Калининградский»).

**Аннотация.** В силу специфики процессов почвообразования в почвах сельскохозяйственных угодий сформировался иллювиальный горизонт. Он обладает высокими запасами элементов питания, но его физические свойства неблагоприятны. Для использования запасов элементов питания из иллювиального горизонта целесообразно его глубокое рыхление. Глубина рыхления определяется гранулометрическим составом.

**Abstract.** The illuvial horizon was created in soils of agricultural grounds owing to specifics of processes of soil formation. It possesses high stocks of elements of food, but its physical properties are adverse. For use of stocks of elements of food from the illuvial horizon its deep loosening is expedient. Depth of loosening is defined by granulometric structure.

**Ключевые слова:** иллювиальный горизонт, элементы питания, чизелевание, гранулометрический состав.

**Key words:** illuvial horizon, food elements, subsoiling, granulometric structure.

Научно обоснованная система земледелия преследует не только получение высоких урожаев, но и воспроизводство почвенного плодородия. Экологический подход к разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия должен основываться как на учете как особенностей регионального сочетания факторов почвообразования, так и реальных технико-экономических возможностей местных производителей сельскохозяйственной продукции.

Природно-климатические условия земледелия в Калининградской области обладают ярко выраженными региональными особенностями. Избыточное увлажнение, плавный термический режим и длительный период биологической активности в течение года обуславливают активное выщелачивание подвижных соединений элементов питания из пахотного в нижележащие горизонты почвенного профиля.

В регионе применение минеральных удобрений и известкование кислых почв практиковалось с середины XIX века. В довоенные годы по ряду элементов питания был достигнут бездефицитный баланс. В период интенсивной химизации земледелия (70-е – 80-е гг. прошлого века) объем

вносимых минеральных удобрений достигал 270 кг д.в./га в год. В условиях господствующего промывного водного режима часть вносимых элементов питания мигрировала в подпахотный горизонт.

Вследствие достаточно интенсивных элювиальных процессов в профиле большинства почв на глубине 25-60 см сформировался иллювиальный горизонт. Его мощность и глубина залегания определяются гранулометрическим составом и гумусированностью почв. В легкосуглинистых и особенно в супесчаных почвах он более растянут и залегает глубже от поверхности. В тяжелых почвах, наоборот, более компактен и формируется, как правило, непосредственно под гумусовым горизонтом.

В иллювиальном горизонте аккумулируются высокодисперсные илистые и коллоидные частицы, вследствие чего он приобретает ряд отрицательных свойств. Прежде всего он сильно уплотняется, резко уменьшается его фильтрационная способность и аэрация. Происходящие в этом горизонте процессы носят преимущественно анаэробный характер. В силу этого корневая система возделываемых культур не проникает в подпахотный горизонт и не использует для формирования урожая имеющийся огромный потенциал питательных веществ в этом слое.

Предложенная нами методика двухъярусного обследования почв, когда почвенные образцы отбираются отдельно с глубины 0-20 и 20-40 см показала, что в подпахотном горизонте обнаруживается большой запас основных макро- и микроэлементов. Запас макроэлементов достигает 70-120% от их запасов в пахотном слое. По микроэлементам этот показатель составляет 80-100%. В связи с экономическими трудностями весьма актуальными являются вопросы поиска альтернативных ресурсосберегающих технологий повышения плодородия почв и отрасли земледелия в целом. В качестве альтернативы, на наш взгляд, целесообразна мобилизация элементов питания из подпахотного горизонта, вовлечение их растениями во вторичный оборот, что может служить существенным резервом для повышения урожайности большинства сельскохозяйственных культур. Наши расчеты показывают, что подключение резервов элементов питания из подпахотного горизонта позволит компенсировать недостаток азота на 20-25%, калия – 25-30%, фосфора – 30-40%, микроэлементов – 30-50%.

Необходимым условием включения элементов питания из нижних горизонтов почвенного профиля в биологический круговорот является проникновение корневой системы растений в эти горизонты. Факторами, определяющими глубину распространения корневой системы, служат биологические особенности возделываемых культур и повышенная плотность подпахотного горизонта. В связи с этим наиболее ресурсосберегающим агротехническим приемом представляется рыхление подпахотного горизонта. В результате этого агроприема происходит разрушение уплотненного подпахотного слоя, обеспечивается его хорошая аэрация, анаэробные процессы трансформируются в аэробные. Это позволяет корневым системам возделываемых культур проникать в нижние горизонты со стабильной влажностью и использовать питательные элементы из этих горизонтов. При этом количество поглощения элементов питания из подпахотного горизонта находится в прямой зависимости от глубины его рыхления.

Глубина рыхления зависит прежде всего от гранулометрического состава почв. По мере утяжеления почв она снижается. На легкосуглинистых почвах она составляет 33-35 см, на среднесуглинистых – 30-32 см, на тяжелосуглинистых – 27-30 см. Периодичность рыхления также различается. В первом случае оно проводится один раз в 3 года, во втором – в 2 года, на тяжелых почвах – через год. После дважды проведенного рыхления на указанную глубину последующее рыхление следует углубить: на легкосуглинистых почвах до 36-38 см, среднесуглинистых – 34-36 и тяжелосуглинистых до 33-34 см.

Рыхление подпахотного слоя лучше всего проводить специальными агрегатами отечественного или иностранного производства. Представляется, что в будущем дальнейший рост урожайности и валовых сборов сельскохозяйственных культур будет невозможен без планомерного и систематического увеличения корнеобитаемого слоя почв. Чизелевание почв следует считать перспективным и актуальным агроприемом.

Рыхление подпахотного слоя почв приобретает особую актуальность в современных условиях, когда резко упали объемы капитальных и ремонтных мелиоративных работ, а нормативные ресурсы дренажных систем на большинстве площадей сельскохозяйственных и лесных угодий исчерпаны. По этой причине объективно возрастает степень риска при выращивании сельскохозяйственных культур, особенно озимых.

## **Влияние СВЧ-обработки на процессы окисления в аэробных стабилизаторах**

**Сергин А. Н., Федорова О. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра экологии и защиты окружающей среды)

**Аннотация.** Данная статья посвящена изучению влияния СВЧ – обработки избыточного активного ила птицефабрики на некоторые химические показатели надилловой жидкости аэробных стабилизаторов. Был проведен сравнительный анализ показателей БПК<sub>5</sub> и ХПК в соответствии со стандартными методиками, до и после воздействия СВЧ – излучения.

**Abstract.** In this paper, the affecting of microwave irradiation on some of chemical data of excess sludge received from poultry farm is observed. The comparative BOD and COD assays due to standard methods are performed before and after microwave treatment.

**Ключевые слова:** аэробная стабилизация, надилловая жидкость, микроволновое излучение, БПК<sub>5</sub>, ХПК.

**Key words:** aerobic stabilization, sludge water, microwave irradiation, BOD<sub>5</sub>, COD.

Одной из возможных ступеней обработки осадков сточных вод пищевых производств после биологической очистки является аэробная стабилизация активного ила. В течение работы аэробных стабилизаторов происходит постоянная трансформация азотных форм, входящих в химический состав иловой жидкости, а также активные процессы окисления органики [1]. Органические компоненты окисляются до диоксида углерода, воды и инертного растворимого материала, обеспечивая энергией для процессов метаболизма микробиальной среды [2].

Наряду с аэробной стабилизацией одним из перспективных методов кондиционирования осадков сточных вод является его тепловая обработка, в частности СВЧ-обработка. Данные исследования проводились, например, зарубежными учеными (Qiang Yu, HengYi Lei, E. Wojciechowska), в процессе которых изучались физические и химические свойства, как избыточного активного ила, так и надилловой жидкости [3].

В данной статье сравниваются результаты исследования процесса окисления избыточного активного ила, не подвергавшегося тепловой обработке после аэробной стабилизации, с таковым после воздействия СВЧ. Объектом исследования являлся осадок сточных вод, взятый с очистных сооружений птицефабрики, расположенной в Мурманской

области. Действующие очистные сооружения (ОС) птицефабрики включают песколовки, первичные отстойники, аэротенки и вторичные отстойники. Для изучения процесса аэробной стабилизации на очистных сооружениях отбирался избыточный активный ил аэротенка, который в лабораторных условиях уплотнялся, после чего подвергался аэрированию (рис. 1).

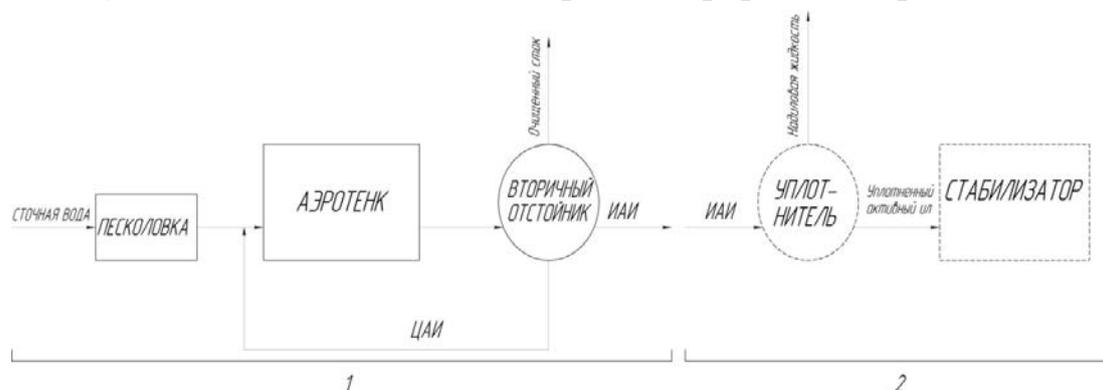


Рис. 1. Схема исследуемого объекта:

1 – блок действующих ОС; 2 – блок лабораторных установок

Процесс аэробной стабилизации протекал в течение 28 дней при средней температуре воздуха  $22\text{ C}^0$  и интенсивности аэрации  $5\text{ м}^3/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$ . С периодичностью раз в две недели из стабилизатора отбирались пробы иловой смеси, и проводился количественный анализ надиловой жидкости (БПК<sub>5</sub>, ХПК) по стандартным методикам. Избыточный активный ил в объеме 750 мл отбирался из аэробного стабилизатора и подвергался СВЧ воздействию мощностью 850 Вт в течение четырех минут. Данные параметры выбраны исходя из физической специфики влияния СВЧ нагрева на бактериальную среду. Значения рН лежали в пределах от 6,8 до 7,5.

Исходное (перед аэробной стабилизацией) значение БПК<sub>5</sub> в надиловой жидкости (НИЖ), равное  $10\text{ мгО/дм}^3$ , свидетельствует о глубокой очистке сточных вод предприятия в аэротенке, схематичное изображение которой представлено на рис.1. В ходе лабораторных исследований наблюдался незначительный рост БПК<sub>5</sub>, связанный с лизисом клеток, и как следствие, частичным переходом в иловую воду продуктов ферментативного бактериального распада. Конечное значение БПК<sub>5</sub> в рамках рассматриваемого периода увеличилось до  $18\text{ мгО/дм}^3$ . После воздействия микроволнового излучения, БПК<sub>5</sub> увеличилось примерно в 4 раза, в конце периода аэрации значение данного параметра отличалось в 3 раза и составляло  $55\text{ мгО/дм}^3$  (рис. 2). Можно предположить, что данное увеличение содержания органики в надиловой

жидкости связано с лизисом микроорганизмов активного ила и, как следствие, активному выделению внутриклеточных микробиальных компонентов под воздействием СВЧ излучения [3]. Это подтверждается также увеличением ХПК, являющимся важнейшим показателем органической загрязненности. В течение процесса стабилизации, значения данного параметра отличались примерно в 3 раза (рис. 3). Значения ХПК менялись от 280 до 306 мгО/дм<sup>3</sup> в течение аэрации, в то время как после СВЧ обработки ХПК варьировалось в пределах от 711 до 765 мгО/дм<sup>3</sup>.

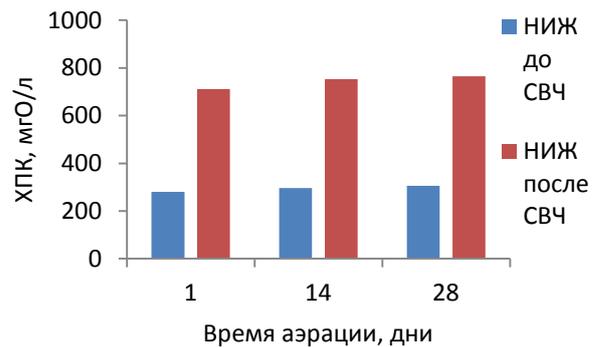
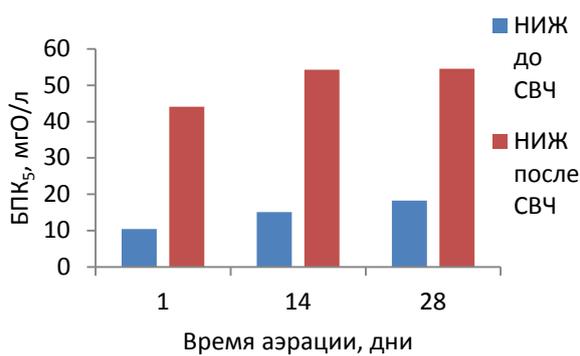


Рис. 2. БПК<sub>5</sub> НИЖ до и после СВЧ-обработки

Рис. 3. ХПК НИЖ до и после СВЧ-обработки

Отношение ХПК/БПК<sub>5</sub> превышало 10 в активном иле без обработки СВЧ, после обработки значение было близко к 15 (рис. 4, 5). Соотношение значений БПК<sub>5</sub> и ХПК говорит о большом количестве сложноразлагаемых бактериями загрязнений. Воздействие излучения, в свою очередь, еще больше увеличивает уровень органической загрязненности надидловой жидкости.

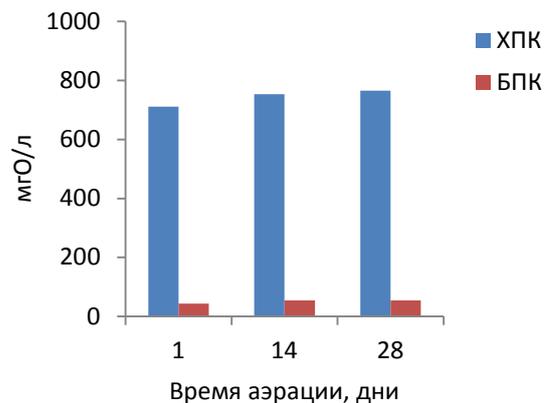
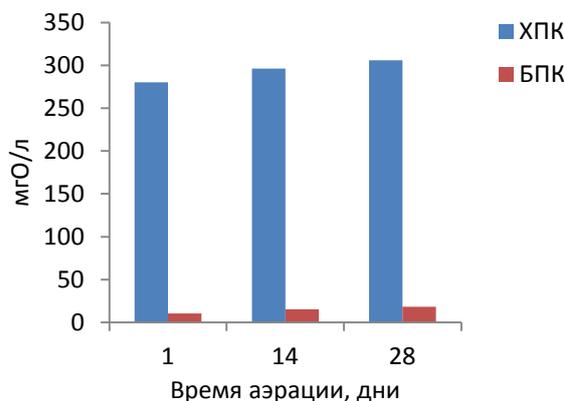


Рис. 4. ХПК/БПК<sub>5</sub> в НИЖ до СВЧ-обработки

Рис. 5. ХПК/БПК<sub>5</sub> в НИЖ после СВЧ-обработки

Таким образом, влияние СВЧ – обработки на качественный состав аэробностабилизированного осадка выразалось в увеличении показателей

БПК<sub>5</sub> и ХПК в надиловой жидкости. Процент перехода органической части активного ила в иловую воду составляет примерно 40% [4], и в связи с этим встает вопрос о дальнейшем ее использовании в технологическом процессе биологической очистки.

Тепловое кондиционирование, в частности использование микроволновой обработки, является перспективным с экономической и эксплуатационной точки зрения методом воздействия на осадки сточных вод. На данный момент в мировой исследовательской практике воздействие микроволнового излучения на активный ил не изучено в полной мере. Динамика изменений химических показателей активного ила очистных сооружений и надиловой жидкости требует дальнейших исследований с точки зрения установления оптимального режима обработки СВЧ энергией, а также определения места обработки в технологическом процессе утилизации осадков сточных вод.

#### Литература

1. Канализация / С.В. Яковлев [и др.]. – М.: Стройиздат, 1975. – 632 с.;
2. Aerobic and two-stage anaerobic-aerobic sludge digestion with pure oxygen and air aeration [Text] / Zupancic G.D., Ros M. // *Bioresource technology*. – 2008. – №99. – p.100-109;
3. Physical and chemical properties of waste-activated sludge after microwave treatment [Text] / Yu Qiang [et al.] // *Water research*. – 2010. – № 44. – p. 2841-2849;
4. Мишуков Б.Г. Технология удаления азота и фосфора в процессах очистки сточных вод [Текст] // Б.Г. Мишуков [и др].- *Вода: Технология и экология. Приложение к журналу*. – 2008. – 145 с.

**Выбросы черного углерода от дизельных источников в Мурманской области: подготовка кадастра выбросов**

Третьякова С. Ю.<sup>1</sup>, Гусев Е. С.<sup>2</sup>, Эванс М.З, Холод Н.<sup>3</sup> (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», <sup>1</sup> кафедра экологии и защиты окружающей среды; <sup>2</sup> кафедра энергетики и транспорта; <sup>3</sup> Мемориальный институт им. Баттелль, США)

**Аннотация.** В статье изложены некоторые подходы к созданию методологии инвентаризации выбросов черного углерода от дизельных источников.

**Abstract.** Some approaches to the development of the methodology of the inventory of black carbon emissions from diesel sources described in this article.

**Ключевые слова:** дизельные источники, инвентаризация выбросов, черный углерод, интенсивность транспортных потоков.

**Key words:** diesel sources, emission inventories, black carbon, the intensity of traffic flows.

Как показывают последние научные исследования в области изменения климата, наиболее важным среди общеизвестных факторов влияния может оказаться «black carbon» – черный углерод (ЧУ). По некоторым оценкам, его выбросы «составляют 2/3 от аналогичного показателя для CO<sub>2</sub>, новые данные подтверждают и усиливают предыдущие выводы о том, что черный углерод по своему влиянию на климат опережает метан». Кроме того, косвенный эффект снижения отражающей способности снега и льда (альбедо), увеличивает поглощение солнечной радиации с 2 до 3-10% (в 1,5-5 раз). (Bond и др., 2013).

Более того, маленькие частицы ЧУ имеют значительное влияние на здоровье людей: они легче более крупных частиц проникают в тело человека через легкие, кожу и желудочно-кишечный тракт. В организме человека эти частицы усиливают развитие респираторных заболеваний, болезней сердца, рака, повышают уровень смертности.

«Черный углерод» образуется в результате неполного сгорания углеводородного топлива в процессе работы дизельных двигателей, дизель-генераторных установок, промышленных и домашних печей. Другим значительным источником выброса черного углерода являются лесные пожары и факельное сжигание части природного газа и попутного нефтяного газа.

Данных о выбросах черного углерода в России практически нет, но, поскольку Россия охватывает большую часть Арктики, инвентаризация выбросов черного углерода в Мурманске, самом большом городе в Арктике, может помочь осознанию общего масштаба выбросов черного углерода, его влиянию на изменения климата. Такая инвентаризация проводится в рамках международного исследовательского проекта между Мемориальным Институтом им. Баттелль (США) и Мурманским государственным техническим университетом (Россия).

Ее целью является создание методологии учета выбросов, развитие потенциала в России для проведения широкой инвентаризации выбросов черного углерода от дизельных источников. Вторичный результат будет состоять в улучшении данных для создания глобального трансграничного моделирования выбросов черного углерода, особенно для России, где существует нехватка такой информации.

В данной статье рассматриваются некоторые подходы к решению проблем в подготовке к инвентаризации выбросов черного углерода от дизельных источников транспорта, о которых упоминалось ранее. [1]

Для оценки выбросов мы применяем принятые в России методики инвентаризации [2], которые предписывают в расчетах учитывать показатели, основанные на исследовании интенсивности транспортных потоков и удельные показатели выбросов в зависимости от типа транспортного средства, его грузоподъемности и класса ЕВРО. Перечисленные показатели достаточно сложно выявить на практике.

Далее изложена пошаговая схема оценки интенсивности транспортного потока и использования автотранспортных средств.

Оценка общего количество дизельных АТС (легковых автомобилей, грузовиков и автобусов) в городе в среднем за день – интенсивность транспортных потоков – мы исследуем путем видеонаблюдения и анализа данных съёмки транспортных потока на характерных улицах и перекрестках г. Мурманска.

Описание категорий улиц по характеристикам интенсивности движения на дорогах приводятся в ГОСТ Р 50597-93 и СНиП 2.05.02-85. По предварительным оценкам можно сказать, что основные транспортные артерии города Мурманска можно отнести к группе А – от 1000 до 3000 авт/сутки (СНиП 2.05.02-85) (например, на пр. Ленина – средняя интенсивность около 2000 авт/сутки).

Дальше мы определим общую протяженность городских улиц по каждой из трех категорий, предварительно проанализировав нормативные документы по проектировке, строительству и обслуживанию дорог, сделаем их привязку к улицам города и соотнесем с коэффициентами по методике НИИАТ. Основные параметры, которые нас будут интересовать – это интенсивность движения и скорость транспортного потока.

Для определения доли протяженности улиц с разной скоростью движения мы будем использовать данные GPS – логгеров. Далее мы оценим долю улиц каждой категории, определим количество автомобилей в среднем за день на дорогах каждой категории и применим показатели интенсивности транспортного потока к расчету выбросов.

Определение доли дизельного транспорта и соотношение количества автомобилей по классам ЕВРО мы проводили путем анализа данных базы данных Мурманстата о зарегистрированных на территории Мурманской области транспортных средствах (ТС). Долю реально используемых ТС мы уточняли из нескольких источников: путем исследования стоянок, опросов водителей, а также данных станции техобслуживания МГТУ, вычисляли средний процент каждого типа и класса являли ТС, тем самым снижая погрешность исследований.

В базе данных все ТС разделены на четыре группы: легковые, грузовые малой и средней грузоподъемности, грузовые большой грузоподъемности и автобусы. В процессе обработки данных был установлен среднегодовой пробег всех четырех групп: он составляет 20 тыс. км для легкового транспорта, 70 тыс. км для грузового малой и средней грузоподъемности; 55 тыс. км для грузового большой грузоподъемности. Для автобусов междугороднего и пригородного сообщения и 70 тыс. км, для городских автобусов большого и среднего класса и 20 тыс. км для городских автобусов малого класса – 60 тыс. км.

Для получения результатов расчетов мы будем применять также коэффициенты выезда автомобилей, полученные путем наблюдений, для сравнения их с аналогичными коэффициентами методики НИИАТ, а также учитывать выбросы ТС при холодном старте и прогреве двигателя.

По методике НИИАТ мы будем определять выбросы РМ, а затем использовать переводные коэффициенты с РМ до черного углерода для различных источников.

Все причисленные показатели позволят нам наиболее объективно оценить долю выбросов РМ и черного углерода в том числе, от дизельных источников транспорта в городе Мурманске.

Значительным источником выбросов черного углерода являются внедорожные автотранспортные средства (или транспорт специального назначения, согласно российской классификации). В Мурманской области внедорожный транспорт используется в горнодобывающей промышленности, строительстве и сельском хозяйстве. Мы также включаем в эту категорию снегоуборочную технику, которая в зимний период, работая при значительных нагрузках и с высокой периодичностью, становится значимым источником сжигания дизельного топлива.

Согласно официальным статистическим данным, в Мурманской области насчитывается несколько сотен единиц строительной техники (бульдозеров, грейдеров, погрузчиков, автокранов, тракторов и других строительных машин), деятельностью которых также нельзя пренебрегать, учитывая их долю выбросов ЧУ при работах по ремонту и реконструкции автодорог г. Мурманска.

Карьерный транспорт, особенно карьерные самосвалы, и другое оборудование в горнодобывающей промышленности, по предварительным расчетам, являются основными источниками выбросов черного углерода по Мурманской области.

Кроме транспорта, еще одним значительным источником выбросов черного углерода могут быть дизель-генераторные установки, поскольку в Мурманской области есть немало населенных пунктов, не подключенных к Кольской энергосистеме.

Таким образом, разработка мер по снижению влияния выбросов черного углерода возможна только на основе полной инвентаризации ее источников, и опыт г. Мурманска в таком исследовании может быть полезен для разработки единой методологии учета выбросов для всех городов России.

## Литература

1. Инвентаризация выбросов черного углерода в г. Мурманске. Возможности и проблемы оценки. Наука и образование – 2013 [Электронный ресурс] : материалы междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 4 – 11 марта 2013 г. / Мурман. гос. тех. ун-т. – Мурманск: МГТУ, 2013. — Информрегистр № 0321301202. – С. 960-964;
2. «Методика инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух» Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта (ОАО «НИИАТ»), Москва, 2008.

## **Выбросы черного углерода от дизельных источников в Мурманской области: подготовка кадастра выбросов**

**Третьякова С. Ю., Третьякова А. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра экологии и защиты окружающей среды)

**Аннотация.** В статье изложены некоторые подходы к созданию методологии инвентаризации выбросов черного углерода от дизель-генераторных установок.

**Abstract.** Some approaches to the development of the methodology of the inventory of black carbon emissions from diesel generator sets described in this article.

**Ключевые слова:** дизель-генераторные установки, инвентаризация выбросов, черный углерод, дизельное топливо, источник энергии.

**Key words:** diesel generator sets, emission inventories, black carbon, diesel fuels, source of energy.

Инвентаризация выбросов черного углерода в Мурманской области не может быть полной без учета выбросов от дизель-генераторных станций и отдельных установок. Доступные статистические данные по использованию, наличию, функционированию, мощности практически отсутствуют.

Дизельное топливо является основным источником энергии для удаленных от централизованного энергоснабжения населенных пунктов Кольского полуострова. Для производства энергии используются дизельные электростанции (ДЭС), в основном работающие на дизельном топливе.

Крупные дизельные электростанции имеют в своем составе до 5–6 дизель-генераторов, мелкие ДЭС имеют 2-3 установки. Установки меньшей мощности эксплуатируются в основном в летнее время, в период пониженной нагрузки, или дополняют работу главной установки зимой в период пиковых нагрузок. [1]

Выбросы от сжигания топлива в ДЭС могут быть весьма значительными, но произвести их расчет можно лишь в том случае, если имеются достоверные данные об их количестве, мощности, техническом состоянии, режиме работы, количестве используемого топлива, данных об удельных выбросах.

Согласно данным [1], электроснабжение прибрежных пограничных застав осуществляется от небольших дизельных электростанций мощностью до 60 кВт (2–3 дизель-генератора по 15–20 кВт). Среди прибрежных объектов Северного флота используются ДЭС мощностью около 100–150 кВт, укомплектованные 2–3 дизель-генераторами мощностью 30–50 кВт.

Рыболовецкие колхозы «Беломорский рыбак» (с. Чаваньга) и «Чапома» (с. Чапома) в Терском районе, а также совхоз «Тундра» (с. Краснощелье) и населенный пункт Сосновка в Ловозерском районе как потребители обеспечиваются электроэнергией от местных дизельных электростанций мощностью от 200 до 500 кВт.

В целях выявления количества действующих на территории Мурманской области дизель-генераторных установок в рамках исследования были проанализированы данные о Переписи населения 2010 года в Мурманской области [2] и сопоставлены карты Кольской энергосистемы с географическими картами Кольского полуострова. Такой анализ был проведен с целью выяснения мест постоянного проживания населения на территории Мурманской области. В результате анализа данных было выявлено 18 населенных пунктов, не имеющих централизованного электроснабжения, где, соответственно, используются дизель-генераторные установки:

ЗАТО Островной Мурманской области (побережье Баренцева моря вблизи Йоканьгских островов и полуострова Святой Нос, в удалении 360 км от г. Мурманска). Город Островной непосредственно включен в Кольскую энергосистему (ЛЭП 330 кВ) и объединяет в ЗАТО 6 населенных пунктов (н.п.), в которых, вероятно, используются дизель-генераторные станции – Лумбовка (39 человек), Корабельное – (12 чел.), Святой Нос (4), Мыс Черный – (14), Маяк Городецкий (16), Маяк Терско-Орловский – (5). Всего 6 населенных пунктов.

Муниципальный район Ловозерский район включает 1 городское (Ревда – 8186 чел.) и 1 сельское поселение (Ловозеро 2828 человек). Эти поселения включены в Кольскую энергосистему, а население сел Краснощелье (491), Каневка (94), Сосновка (58). обеспечивают электроэнергией дизельные станции. Всего 3 населенных пункта.

В состав Терского района входят следующие населенные пункты: городское поселение Умба (5532 человека), н.п. Восточное Мунозеро – 0,

н.п. Индель – 0, с. Оленица – 27 человек; сельское поселение село (с.) Варзуга (363), н.п. Маяк Никодимский (3) с. Кузомень (84) с. Кашкаранцы (79), с. Тетрино (18), с. Чаваньга (87), с. Пялица(14), с. Чапома (81). В списке переписи населения отсутствуют сведения о постоянном населении в населенных пунктах Терского района – Йоканга, Поной, Октябрьский (последний упразднен Законом Мурманской области № 1601-01-ЗМО от 24 апреля 2013 года в связи с отсутствием проживающего населения). Всего 10 населенных пунктов.

В муниципальном районе Печенгский район, расположенном на полуострове Рыбачий, в составе г.п. Заполярный указан населенный пункт Цып-наволок (35 человек), не имеющий линий электропередач. Всего 1 населенных пункт.

Таким образом, согласно данным переписи населения и сопоставления карт, в Мурманской области насчитывается 19 населенных пунктов не входящих в Кольскую энергосистему и имеющих постоянно проживающее население.

Кроме того, в районах, значительно удаленных от линий централизованного электроснабжения, имеется еще 33 пункта, где население проживает непостоянно, а дизель-генераторы могут функционировать периодически. Это маяки, метеостанции, пограничные заставы (Минин, 2012):

- 12 метеостанций: (Вайда-Губа, Цып-Наволок, о. Харламов, Колмъявр, Святой Нос, Терско-Орловский, о. Сосновец, Пялица, Чаваньга, Ниванкюль, Кашкаранцы, Канозеро);

- 14 маяков: (Вайдагубский, Цып-Наволок, Сеть-Наволок, Тювагубский, Кильдинский Северный, Териберский, Русский, Харловский, Святоносский, Городецкий, Терско-Орловский, Сосновецкий, Никодимский);

- 7 пограничных застав: (Пумманки, Цып-Наволок, Кильдин, Гаврилово, Восточная Лица, Дроздовка, Поной),

- а также

- 4 рыболовецких и оленеводческих хозяйства: Сосновка, Чапома, Чаваньга, Краснощелье.

Кроме перечисленных, в данных по переписи населения упоминаются еще 9 поселений, с постоянным населением: село Варзуга (363 чел.), с. Оленица ( 27), с. Кузомень (84), населенные пункты

Тетрино (18), Йоканга, Лумбовка, Корабельное – (12 чел.), Мыс Черный – (14), Маяк Городецкий (16). Судя по их месторасположению на картах Кольского полуострова, централизованным электроснабжением они не обеспечены.

С учетом населенных пунктов, упомянутых в источниках [1-2] неоднократно (например, Цып-Наволоки или Сосновка), учитывая поселки, не имеющие постоянного, по данным переписи, населения, можно принять, что малых поселений, использующих дизель-генераторные станции, на Кольском полуострове насчитывается не менее 61 (19+33+9).

Согласно данным Министерства энергетики Мурманской области по состоянию на февраль 2012 г. из 304 генераторных станций, как бензиновых, так и дизельных, 55 дизельных установок находятся в населенных пунктах Каневка, Кашкаранцы, Краснощелье, Кузомень, Лиинахамари, Ловозеро, Островной, п. Спутник (Печенгский район), Сосновка, Тетрино, Туманный, Умба, Чаваньга, Чапома. Функционируют эти установки на объектах ЖКХ, электро- водо- и теплоснабжения, здравоохранения, Минобороны. Кроме того, в этих же населенных пунктах для обеспечения объектов телефонии (Мурманского филиала ОАО "СЗТ") функционируют еще 11 установок, на объектах телекоммуникаций (радиотелепередающих станциях, узлах связи) – 14 установок. [3]

Обобщая имеющуюся информацию, можно полагать, что, на Кольском полуострове насчитывается, как минимум, 61 населенный пункт, использующий в качестве источника энергии, как минимум, 80 дизель-генераторных установок мощностью от 8 до 500 кВт.

Каждая из указанных установок расходует дизельного топлива в среднем от 172 до 450 л/час, более мощные генераторные установки до 1000 л/час. Многие дизельные генераторы работают только ограниченное количество часов в сутки.

Для расчета выбросов от дизель-генераторов НИИ Атмосфера разработана «Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных дизельных установок» (НИИ Атмосфера, 2001). Документ устанавливает порядок расчета выбросов от стационарных дизельных установок на основе удельных показателей и распространяется на все типы стационарных дизельных установок, дизельгенераторы, буровые агрегаты, мотопомпы, мотокомпрессоры, мотовентиляторы и др. Полученные в соответствии с документом

результаты используются в качестве исходных данных при учете и нормировании выбросов стационарных дизельных установок на действующих предприятиях и объектах, а также при разработке предпроектной и проектной документации на новое строительство.

Эта методика содержит удельные показатели выбросов сажи. Учёт выбросов по методике разделяются от мощности ( $N$ , киловатт), скорости (число оборотов,  $n$ ) и количества цилиндров то есть тех технических характеристик, среднегодовое количества расходуемого топлива.

Анализ исходных данных (количество сжигаемого топлива, интенсивности эксплуатации установок, и их числа в Мурманской области) поможет, с учетом переводных коэффициентов РМ в саже и черного углерода в РМ, произвести расчет черного углерода от дизельных источников Мурманской области. Эти выбросы должны быть учтены в общей инвентаризации выбросов ЧУ, Переводные коэффициенты доли черного углерода могут быть получены либо аналитическим путем, либо из опубликованных данных научных исследований.

#### Литература

1. Минин В.А. Экономические аспекты развития возобновляемой энергетики малой мощности в удаленных поселениях на Кольском полуострове. Доклад Bellona, 2012;
2. Источник данных: <http://new.gov-murman.ru/region>;
3. Справка Министерства энергетики Мурманской области «Данные по РИСЭ на 02.2012 г.».

## Применение гидрботанического способа доочистки сточных вод в северных условиях

Третьякова С. Ю., Трышкин М. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра экологии и защиты окружающей среды)

**Аннотация.** Исследован гидрботанический способ доочистки сточных вод в северных условиях в поселках Шонгуй и Молочный Мурманской области. Показано влияние сезона вегетации высшей водной растительности на эффективность извлечения биогенных веществ. Рассчитана экономическая эффективность от внедрения данной ступени доочистки.

**Abstract.** The hydrobotanical way of tertiary treatment sewage in the North conditions in the townships Shonguy and Molochny the Murmansk region has been investigated. Influence of the season of vegetation of the lagoon native macrophytes on efficiency of extraction of biogenic substances has been shown. The economic efficiency of implementing this stage of tertiary treatment has been assumed.

**Ключевые слова:** доочистка, сточные воды, биоплато, высшая водная растительность.

**Key words:** tertiary treatment, wastewater, wetland, lagoon native macrophytes.

Защита водоемов от загрязнений и сохранение водных ресурсов является одной из основных проблем во многих странах. Традиционные системы очистки сточных вод (СВ) требуют высоких затрат энергии и высококвалифицированного труда.

Давно известны способы естественной очистки с использованием высшей водной растительности. Их достоинство заключается в относительной дешевизне строительства и эксплуатации, а также в высоком качестве очищенной воды, но также у них есть и несколько недостатков – это более низкая, чем в искусственных сооружениях, интенсивность окислительных процессов, а также некоторые ограничения при эксплуатации в условиях с холодным климатом.

В данной статье приводятся результаты изучения и анализ эксплуатации двух гидрботанических систем, функционирующих за Полярным кругом в качестве доочистки на очистных сооружениях в поселках Шонгуй и Молочный Мурманской области.

Актуальность работы заключается в том, что в настоящее время предпочтение в мировой практике очистки (доочистки) стоков отдается

наиболее дешевым и эффективным технологиям, основанных на природных механизмах самоочищения.

Суть гидрботанического способа доочистки.

Стоки предприятий некоторых отраслей, населенных пунктов имеют в своем составе значительные концентрации органических веществ. Соединения азота и фосфора, присутствующие в СВ, являются биогенными элементами – они доступны для усвоения высшей водной растительностью. На этой способности основаны гидрботанические сооружения и проектируются как последняя ступень очистки. Для процесса доочистки используют специально проектируемые биоинженерные сооружения (БИС).

Основным очищающим компонентом в БИС являются специально выращиваемые высшие водные растения (ВВР), которые в процессе фотосинтеза поглощают азот- и фосфорсодержащие вещества. Кроме того, ВВР обогащают воду кислородом, способствуют оседанию взвешенных частиц, накапливают в биомассе тяжелые металлы, преобразуют некоторые токсичные вещества в нетоксичные. В результате в очищенной воде снижается концентрация нежелательных химических элементов, что позволяет обеспечить высокую (порядка 85...99 %) степень доочистки производственных сточных вод до нормативных требований.

Выбор применяемых в БИС растений определяется особенностями климатических условий, свойствами растений, и их способностью к накоплению биогенных веществ в биомассе.

Гидрботанические технологии очистки применяется в основном в регионах с теплым климатом. Результаты использования данной технологии в условиях севера практически отсутствуют.

Авторами (*Третьякова, Завалко, 2004*) было установлено, что из северных видов ВВР лучше всего цели снижения биогенных элементов в сточных водах соответствуют осоковые растения (например, осока водная *Carex sp.*). С целью определения оптимального способа высадки растений, уровня и времени задержания доочищаемых СВ в сооружении, был поставлен ряд экспериментов на открытых щебеночных блоках с пересаженной из природной популяции водной осокой, в ходе которых изучались динамика роста и степень накопления общего азота и фосфора в биомассе растений, а также зависимость степени очистки СВ от лимитирующих факторов. Результаты экспериментов на СВ показали, что

водная осока проявляет способность достаточно легко адаптироваться к стокам, обладает высокой скоростью роста биомассы и значительным уровнем накопления азота и фосфора в сухой массе растений. [2]

Исследование гидрботанического способа доочистки в условиях Крайнего Севера начали проводить на экспериментальном БИС в п. Шонгуй в 2002 году. Данное сооружение эксплуатировалось с 2002 по 2009 годы. Подобное сооружение спроектировано в п. Молочный в 2004 году и по настоящее время находится в работе.

Сооружение доочистки в п. Шонгуй представляет собой два блока: блок с горизонтальным течением очищаемой воды по специально устроенным лоткам и поверхностно инфильтрационный блок. Последний представляет собой котлован с противофильтрационным экраном, дренажем из слоя щебня, и слоем грунта с высаженными осоковыми растениями. Доочистка обеспечивается за счет горизонтального движения жидкости через высаженные осоковые растения и вертикального – через корнеобитаемый грунт с почвенной микрофлорой. Основным очищающим компонентом в гидрботанической технологии доочистки стоков является биоценоз ВВР (на поверхности блока) и почвенных микроорганизмов в дренажном фильтрующем слое, который также способствует осаждению взвешенных веществ.[1]

На рисунках 1а, 1б представлены качественные составы вод, направляемых на доочистку.

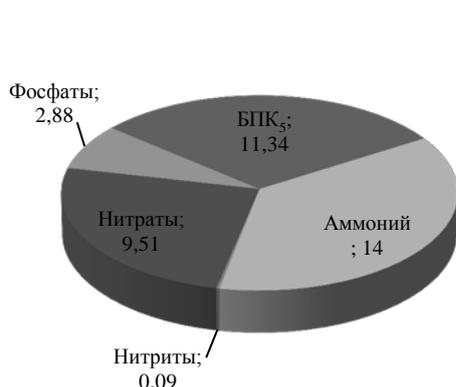


Рис. 1а-Состав СВ направляемых на доочистку в п. Шонгуй



Рис. 1б-Состав СВ направляемых на доочистку в п. Молочный

Процесс очистки стоков оценивали из расчета изъятия масс органических соединений (БПК<sub>5</sub>) рис. 2а и 2б, аммонийных, нитратных, нитритных форм азота и фосфатов.

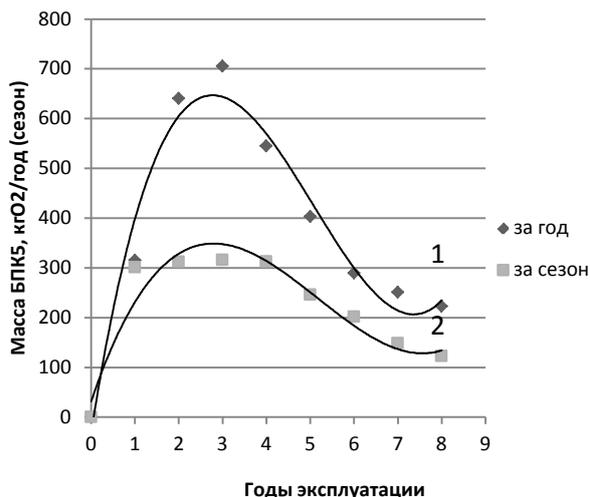


Рис. 2а-Динамика изъятия БПК<sub>5</sub> на БИС в п. Шонгуй

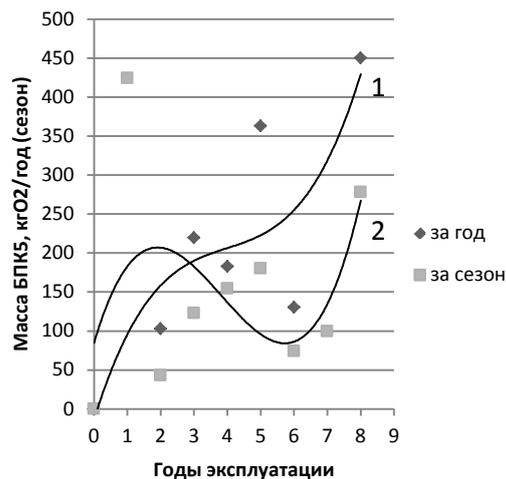


Рис. 2б- Динамика изъятия БПК<sub>5</sub> на БИС в п. Молочный

На диаграммах представлены результаты работы сооружений по извлеченной массе биоразлагаемых органических соединений (показатель БПК) за каждый год эксплуатации сооружений, и отдельно – за сезон активной вегетации растений. Приведенный график иллюстрирует наибольшую эффективность работы сооружения в период его становления и развития, затем значительное снижение очищающей способности, связанной с заилением и снижением пропускной способности тела загрузки. На рис. 2б можно видеть возрастание очистного потенциала комплекса в пос. Молочный после 6-го года эксплуатации – это повышение было связано с работами по замене загрузки, проведенной на комплексе. На сооружении в пос. Шонгуй произошло снижение очищающей способности также к 6-7 году эксплуатации по тем же причинам.

Эффективность доочистки стоков за восьмилетний период эксплуатации БИС по БПК<sub>5</sub> в п. Шонгуй в среднем за 8 лет по среднегодовым показателям составляет 17,7%, по показателям за сезон вегетации ВВР 20%, в п. Молочный среднегодовая эффективность соответственно 12,7% и 17,3%.

#### Заключение

Анализ работы сооружений позволяет сделать следующие выводы:

1. Существует перспективность достаточно длительного (до шести лет) бесперебойного функционирования гидробиотических сооружений в условиях Крайнего Севера.

2. При проектировании подобных сооружений необходимо предусматривать мероприятия по периодической промывке загрузки в целях предотвращения заиливания блоков, либо планировать замену фильтрующей загрузки после 5-6 лет эксплуатации.

3. Полученные данные могут быть использованы при проектировании БИС, где в сточной воде присутствуют большие концентрации биогенных веществ.

#### Литература

1. Гидробиотанический способ доочистки сточных вод рыбоперерабатывающих предприятий / С. Ю. Третьякова, О. А. Федорова, Б. Ф. Петров, Б. Н. Семенов // Вестник МГТУ: труды Мурман. гос. техн. ун-та. – Мурманск, 2011. – Т.14, № 4. – С. 837-841.
2. Третьякова, С.Ю. Исследование эффективности процесса доочистки сточных вод гидробиотаническим методом в условиях арктических широт / С. Ю. Третьякова, С. Е. Завалко // В сб.: Экология и жизнь –2010: Материалы XIX Международной науч.- практ. конф. (Пенза, 25-26 ноября 2010 г.). – Пенза: ПДЗ, 2010. – с. 40-42.

## **Информационные центры атомной отрасли как источник дополнительных знаний**

**Юшко В. П.** (*г. Мурманск, Информационный центр по атомной энергии в городе Мурманске*)

**Аннотация.** Информационные центры атомной отрасли (Nuclear industry information centers), Информационный центр по атомной энергии в Мурманске (Nuclear industry information center in Murmansk), мультимедийные, коммуникационные, образовательные площадки (media, communication, educational sites).

**Abstract.** Nuclear industry information centers are multi-functional communication area aiming at educating public about the use of nuclear energy. Centers are set up in 16 Russian cities. The Nuclear industry information center in Murmansk came into existence in 2010. The Rosatom component introduces visitors to atomic energy, while the Tacis component focuses on the nuclear sector in Murmansk region.

Информационный центр атомной отрасли – автономная некоммерческая организация, основными задачами которой являются просвещение населения в области атомной энергетики, популяризация науки и научно-технических знаний.

Структурные подразделения организации – информационные центры по атомной энергии – сегодня успешно работают на территории 16 регионов России: Санкт-Петербурге, Смоленске, Воронеже, Владимире, Нижнем Новгороде, Ростове-на-Дону, Петропавловске-Камчатском, Мурманске, Новосибирске, Ульяновске, Красноярске, Томске, Челябинске, Калининграде, Саратове, Екатеринбурге. Три информационных центра уже функционируют за рубежом – Ханое (Социалистическая Республика Вьетнам) и Мерсине и (Турция), в Дакке (Бангладеш) и планируется открытие центра в Стамбуле (Турция) и в Минске (Белоруссия).

Информационные центры – современные высокотехнологичные кинотеатры. С помощью современных мультимедийных программ, интерактивных викторин и виртуальных экскурсий сотрудники центров по атомной энергии в увлекательной и доступной форме знакомят гостей с миром атомной энергии. Информационный центр по атомной энергии сочетает в себе черты, характерные для современных компьютерных 3D-игр – полная интерактивность всех участников, моделирование процессов в реальном времени (real-time графика). Каждая программа включает в

себя интерактивные игры и викторины, что создает незабываемое ощущение погружения в захватывающий мир виртуальной реальности.

На сегодняшний день инфоцентр располагает тремя программами атомной тематики: «Путешествие в мир атомной энергии», «Ядерное топливо: просто о сложном», «Атомный ледокольный флот», двумя программами по астрономии и двумя программами по страноведению.

Информационные центры по атомной энергии – уникальные образовательные и коммуникативные площадки для школьников, студентов, родителей, педагогов. Информационные центры плодотворно сотрудничают со школами в образовательном направлении, повышая интерес к естественным и точным наукам. Ежемесячно примерно 2000 человек посещают каждый центр. Так в феврале 2014 года информационный центр города Владимира встречал миллионного посетителя сети информационных центров по атомной энергии.

Все центры обязательно проводят мероприятия таких федеральных проектов как всероссийский конкурс творческих и реферативных работ старшеклассников «Атомная наука и техника», цикл интерактивных вебинаров «Подготовка к ЕГЭ», всероссийский конкурс творческих работ «Мой атом» и многое другое.

Информационные центры по атомной энергии получили признание не только сотен тысяч посетителей, но и международного профессионального сообщества. В 2010 году проект получил премию PIME Award for Communications Excellence как лучший коммуникационный проект Европы в атомной отрасли. Организаторами этой премии выступают МАГАТЭ, Ядерное энергетическое агентство и Европейский атомный форум FORATOM. Премия вручается за наиболее креативную коммуникативную стратегию, а также за использование инновационных инструментов коммуникации.

Являясь частью сети, тем не менее, каждый информационный центр имеет свое лицо. Так мурманский информационный центр по атомной энергии расположен на уникальном объекте – первом в мире атомном ледоколе «Ленин».

В Мурманской области расположено несколько объектов атомной отрасли, сотрудники которых активно сотрудничают с мурманским информационным центром по атомной энергии в качестве партнеров, спонсоров детских конкурсов и мероприятий, принимают участие в

научно-практических конференциях, семинарах, лекториях «Экология мирного атома», «Атомная отрасль за безопасный и здоровый труд», «День российской науки».

Прежде всего, речь идет о таком предприятии как ФГУП «Атомфлот», который с августа 2008 года входит в Госкорпорацию «Росатом». Основной задачей предприятия является обеспечение стабильного функционирования Северного морского пути, организация круглогодичного доступа к районам Крайнего Севера и арктического шельфа.

Это также Кольская АЭС, расположенная в г. Полярные Зори. Станция является основным поставщиком электроэнергии для Мурманской области и Карелии. В эксплуатации находятся 4 энергоблока с реакторами типа ВВЭР-440. Генерируемая мощность – 1760 МВт.

В комплекс ядерной и радиационной безопасности Госкорпорации «Росатом» входит целый ряд специализированных предприятий занятых переработкой и хранением ОЯТ и РАО. Два таких предприятия расположены на территории Кольского полуострова: Северо-Западный центр по обращению с радиоактивными отходами «СевРАО» – филиал федерального государственного унитарного предприятия «Предприятие по обращению с радиоактивными отходами «РосРАО»» и филиал «СЗТО» ФГУП «РосРАО».

Кроме выше названных федеральных проектов и программ в Мурманском информационном центре по атомной энергии реализуются свои региональные проекты. Вот лишь некоторые из них:

«Классный атом» – классные часы для школьников, которые не могут в силу различных причин посетить ИЦАЭ. Во время таких классных часов школьники узнают об информационных центрах и, в том числе о мурманском ИЦ, о программах и проектах центра, играют в головоломки – стимулирующие их интеллектуальные потребности и творческую активность.

«Доступная информация» – лекции специалистов Управления ГО ЧС Мурманской области, преподавателей мурманского отделения Университета МЧС для студентов мурманских вузов и сузов, старшеклассников. В Мурманской области находится несколько объектов атомной промышленности, поэтому вопросы радиационной безопасности, безусловно, интересны слушателям.

Ежегодно проводится интеллектуальный турнир по играм «Что? Где? Когда?» и «Брейн-Ринг» среди работников атомной отрасли, приуроченный ко дню атомной промышленности.

Ежегодно в центре проводится научно-практическая экологическая конференция для педагогов региона, преподающих физику, экологию, ОБЖ «Экология мирного атома».

«Заполярный апельсин» – викторина для учащихся 5-11 классов. Вопросы викторины посвящены предприятиям атомной отрасли региона.

«Атомы радости» – конкурс детского рисунка и эссе. Основная цель конкурса – привлечение внимания к теме мирного атома, чтобы взрослые рассказали детям на доступном им языке, что это такое.

Информационный центр по атомной энергии в г. Мурманске часто поддерживает городские и региональные мероприятия и конкурсы, содействующие развитию научно-технического творчества школьников. Так, например, центр стал организатором номинации «Будущие инженеры мирного атома» для фестиваля детского технического творчества «Информатика и робототехника во Дворце Конгрессов» г. Стрельня (Ленинградская область).

## Некоторые агрохимические показатели компостной смеси на основе осадков сточных вод

**Яшкина А. А., Ключник А. А., Федорова О. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра экологии и защиты окружающей среды)

**Аннотация.** В данной статье приведены результаты определения содержания органического углерода и общего азота в компостной смеси: мокрого сжигания по Тюрину и его модификация для определения органического углерода, а также метод мокрого сжигания по Кьельдалю с титриметрическим и фотометрическим окончанием для определения содержания общего азота.

**Abstract.** There were results of determining organic carbon and total nitrogen in compost compound: wet oxidation process by Tyurin and its modification, also the wet combustion by Kjeldahl's method with titrimetric and photometric finish, in this article.

**Ключевые слова:** почва, компост, углерод, азот, фотометрия, титриметрия.

**Key words:** soil, compost, carbon, nitrogen, photometry, titrimetry.

В ходе разработки технологии утилизации осадков сточных вод и избыточной биомассы биопозитивных конструкций возникает вопрос оценки агрохимической ценности получаемой компостной смеси.

Характеризуя элементный состав органического вещества как почв, так и получаемых компостов, как правило, определяют общее содержание углерода. По количеству углерода, входящего в состав органического вещества, рассчитывают содержание гумуса. Все методы определения углерода органических соединений основаны на его окислении до диоксида углерода. Существуют как прямые, так и косвенные методы анализа.

Прямые методы основаны на количественном определении  $\text{CO}_2$ , образующегося при окислении углерода органических соединений. Для этой цели используют гравиметрические, газовольюметрические, кулонометрические и другие методы количественного анализа. Косвенные методы основаны на определении количества окислителя, пошедшего на перевод углерода органических соединений в  $\text{CO}_2$ , или на определении количества восстановленной формы используемого окислителя, образовавшегося в процессе анализа. Выбор метода определяется целью работы (массовые анализы или углубленное исследование небольшого числа проб), возможностями аналитика, а также особенностями почвы (наличием или отсутствием карбонатов, хлоридов, железа II) [1]. В данной статье рассматриваются косвенные методы анализа.

При мокром озолении органики раствором дихромата калия углерод органических соединений можно определить не только по количеству образовавшегося диоксида углерода, но и косвенными титриметрическими или фотометрическими методами. При использовании этих методов о содержании углерода органических соединений судят по количеству  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , пошедшему на окисление углерода (титриметрический метод Тюринга), либо по количеству  $\text{Cr}^{3+}$ , образовавшегося в процессе окисления углерода (фотометрический вариант метода Тюринга в модификации ЦИНАО).

В основе метода лежит окисление углерода органического вещества почвы дихроматом калия в присутствии серной кислоты, сопровождаемое восстановлением  $\text{Cr}(\text{VI})$  до  $\text{Cr}^{3+}$ , избыток дихромата оттитровывают раствором соли Мора  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

Дихромат калия реагирует не только с органическим веществом, но и с некоторыми минеральными компонентами. В присутствии двухвалентного железа получают завышенные результаты определения гумуса в почвах, хлорид-ионы также завышают результаты определения гумуса методом Тюринга (при их содержании  $>0,6\%$ ). На результаты определения углерода может влиять и марганец. Метод мокрого сжигания неприменим при содержании гумуса более  $15\%$ , так как в этом случае не достигается полного окисления даже при минимально возможной навеске почвы. Для более полного окисления углерода органических соединений раствором дихромата калия И.В. Тюринг рекомендовал в качестве катализатора использовать  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  [2]. Применение катализатора позволяет определить  $95-97\%$  углерода органических соединений.

Следующим и немаловажным агрохимическим показателем, определяемым в почвах и компостных смесях, является содержание общего азота. Методы определения общего азота основаны на разложении почвы концентрированной серной кислотой при нагреве, в результате чего аминный азот переходит в аммиачную форму и задерживается серной кислотой в виде серноокислого аммония.

Далее количество аммиака, соответствующего полученному в растворе (минерализате) иону аммония, может быть измерено методом перегонки с поглощением газа серной либо борной кислотой и дальнейшим оттитровыванием избытка кислоты, либо фотометрическим методом с реактивом Несслера, который образует с ионом аммония коллоидный раствор йодистого меркураммония желтого цвета [3].

В проведенном исследовании проб компостных смесей применялись методы с мокрым сжиганием в серной кислоте и улавливанием борной кислотой аммиака, а также с фиксацией иона аммония реактивом Несслера.

Методы мокрого сжигания хромовой смесью по Тюрину в большей мере характеризуют "окисляемость" разнообразных соединений в почве, а сжигается лишь 80-90 % углерода почвы в зависимости от состава органического вещества. Поэтому получаемые с помощью метода Тюрина данные зависят от степени окисленности гумусовых веществ. Данные по общему азоту во многом зависят от регистрации полученного при окислении кислотой иона аммония. В проведенном исследовании результаты определения содержания органического углерода и общего азота, полученные различными методами, также имеют небольшие расхождения. В таблице 1 приведены результаты определения описанных агрохимических показателей компостной смеси, полученные различными методами.

Таблица 1 Сравнительная характеристика методов определения общего азота и органического углерода в в компостной смеси

Тип метода	Полнота сжигания	Учет кол-ва определяемого компонента	Полученное кол-во определяемого компонента	Источник возможных ошибок	Трудоемкость / быстрота выполнения
<b>Органический углерод</b>					
Титриметрический по Тюрину	85-90%	По расходу $K_2Cr_2O_7$	33-35%	Неполное сжигание пробы, неточность ручного титрования	Трудоемкий метод за счет оттитровывания каждой пробы
Фотометрический (модификация ЦИНАО)	85-90%	По кол-ву образовавшегося $Cr^{3+}$	32-33%	Неполное сжигание пробы, мешающие определению компоненты	Оперативный метод за счет одновременного окисления проб
<b>Общий азот</b>					
Титриметрический по Кьельдалю	90-95%	По кол-ву избытка кислоты	5,2-5,6 %	Потеря аммиака при перегонке, неточность ручного титрования	Трудоемкий метод за счет оттитровывания каждой пробы
Фотометрический с реактивом Несслера	90-95%	По кол-ву образовавшегося меркураммония	5,3-5,7 %	Мешающие определению компоненты	Оперативный метод за счет одновременного фотоколориметрирования проб

Проведенное сравнение методик показало, что расхождения полученных результатов общего азота и органического углерода входят в допустимые погрешности применяемых методов. Как показывает опыт лабораторных исследований, фотометрические методы отличаются большой воспроизводимостью результатов, применение же титриметрических методов более трудоемкое, поскольку каждая анализируемая проба обрабатывается индивидуально.

#### Литература

1. Минеев, В. Г. Практикум по агрохимии [Текст] / В. Г. Минеев [и др.]. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
2. Воробьева, Л.А. Химический анализ почв [Текст] / Л. А. Воробьева. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 272 с.
3. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв [Текст] / Е. В. Аринушкина. – М. : Изд. МГУ, 1970. – 488 с.

# **ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

## **Mariculture as an element of environmental management**

**Salmova N., Zhuravleva N.** (*Murmansk, MSTU, bioecology department*)

**Abstract:** Mariculture is a part of nature management. Mariculture has become source of anthropogenic activities in many countries of the world. Depletion of ocean biological resources can be partly compensated by marine and fresh-water aquaculture. Mariculture should become one of the main directions of sustainable coastal fishery management.

**Key words:** mariculture, environmental management, aquaculture, natural ecosystems, aquatic organism's cultivation.

Mariculture is a part of nature management. At present mariculture has become a new focus of human activity in many countries of the world. It has assumed the character of a large-scale industry required high technical equipment, large system of specialized companies, large investment of capital and of high returns. According to Academician N. Dubinin (1988), the transition from fisheries to mariculture is "a new era in the humanity land-reclamation of our planet." According to this statement, aquaculture is expected to have a great future.

Pre conditions for the development of aqua and mariculture should be considered as the aspect of changes in international legal regime for the use of biological resources in the oceans, which have occurred in 1982, and had the most negative impact on the economic performance of the Soviet fishing. During the Soviet period, a large share of capital investment was directed to the development of fisheries away from their own shores.

The industrialization of coastal base lagged far behind the pace of the fishery fleet development and growth of catches, also there was no financial resources that could be used for the modernization of the fleet and aquaculture development. After the collapse of the Soviet Union the largest total water EEZ, which included the most productive seas oceans: Barents, Bering and Okhotsk, had fallen within the Russian jurisdiction jurisdiction. With the right public policy, including tax remissions, preferential investment credits, etc., the sustainable use of biological resources in coastal seas allowed Russia to establish initial capital, sufficient not only for the modernization of the fleet, but also for the development of aqua-and mariculture as a sea fishery was cost-effective up until the year 1992.

Sustainable development ideas that define the human activity in the rapidly growing resource and environmental limitation, were actively propagated after the United Nations Conference on Environment Program (in Rio de Janeiro, 1992) in Russia, as in other countries around the world.

The practical implementation of the principles of sustainable development is particularly important for Fishing Industry. However, the Fisheries and Conservation of Aquatic Biological Resources federal law (from 20.12.2004 № 166-FZ), confirming the necessity of following the principles enshrined in international treaties of the Russian Federation in the field of fisheries and of the conservation of marine biological resources, did not reflect the essence of the sustainable use and conservation of marine biological resources under national jurisdiction.

In this regard gaps in the fisheries law are offset to some extent by the Concept of Fisheries development of the Russian Federation until 2020 (approved by the government order of the Russian Federation № 1265-r dated 09.02.2003), which calls the aim of the final period of its implementation (2011 – 2020.) consisting in the completion of establishment of the conditions for sustainable development of fisheries.

In a globalized world, Russia must greatly expand the arsenal of tools, forms and methods of aquatic resources management in their own EEZ for national, food and environmental security.

The overfishing of marine resources became widespread with an annual catch of 80-85 million tons. In the late XX century there were strong indications that this level of catch caused a depletion of about two thirds of total reserves of the main industry species (Vitousek, et al., 1997 ). In this connection, the biologists have to state that the maximum production that is available for world ocean fisheries at the beginning of the XXI century, cannot exceed 85 million tons (Котенев, 2001).

The growing human demand for fish products could no longer continue to be satisfied at the expense of ocean fish, which gave impetus to the cultivation of aquatic biological resources. The volume of aqua and mariculture in the world has increased from 13 million tons in the year 1990 to 39.8 million tons in the year 2008 (FAO, 2010), and the annual increase was for the mentioned years more than 11% (Fig. 1).

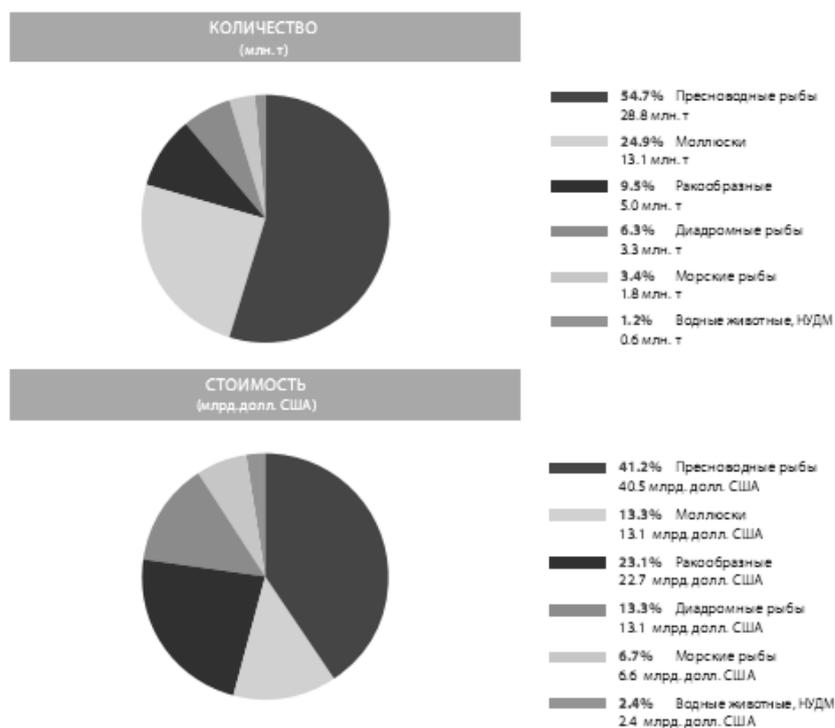


Fig.1. World aquaculture production: major species groups in 2008 (FAO, 2010)

Depletion of ocean biological resources may be partly offset by the marine and freshwater aquaculture. Applied effort in order to search for fish and other seafood, including satellite, aircraft and ship-search methods, are huge and obviously not comparable with those of the beneficial aquatic organism's cultivation.

However, the industrial farming of aquatic organisms is not more than 8 – 10% of the catches in Russia now. It is assumed that by the year 2020 the volume of aquaculture will be close to the amount of fish catch from natural populations harvested (Larkin, 1991).

The scale aquaculture will grow at the expense of its expansion into the sea (Larkin, 1991) and in the open ocean (Liao, 1996). Mariculture expansion in coastal areas of the seas requires the solution of complex issues, such as the transfer of part of the waters territory under facilities (such as at farmland). The condition water bodies affects Aquaculture, as well as natural ecosystems, so without the preservation of the water purity we cannot rely on its large scale. Mariculture could have on the aquatic environment negative impact by metabolites from hydrobionts grown in limited areas.

With the development of mariculture industry there is another problem, to wit its interrelation with the natural ecosystems. Facts in this regard are intensively accumulated (Report., 1996,1997), but they all present environmental observations.

Distribution of aquaculture farms near the coast, especially on fixed structures when farms density are in thousands of times higher than in the natural marine environment, favors the "accumulation" of negative effects associated with human activities. Mariculture as a component of coastal ecosystems is exposed to the same environmental influences as the natural populations. At the same time, it favours the anthropogenic impact on the environment. Waterbodies that were originally estimated at some certain ranges of parameters, acquire other characteristics under the influence of anthropogenic factors. The data primarily by hydro-chemical and biological production condition of the water, are not constants, and it is difficult to predict what will be the amplitude of its oscillations in the near future in increasing of the mariculture volume.

ICES Mariculture Committee has created " Working Group on Environmental Interaction of Mariculture", which also includes a representative of Russia. The Working Group considers it necessary to focus on the planning and management of mariculture as a competitor to the biological resources of the coastal zone. In 1994 a special sub-group on "Modeling the relationship of mariculture with the environment" was set up. However, attempts to organize an Coastal ICES Integrated Management Subgroup were rejected (Report. ..., 1996).

Mariculture is a test object of living marine resources status. There is no doubt that natural populations are exposed to a large extent to modified marine waters, but this relationship does not yet have such a clear confirmation as for freshwater (РЫЖКОВ, 1995). Therefore, when choosing a test site for cultivation it is necessary to define a capacity of water body and the opportunity to influence it directly (Карпевич, 1975, Хайлов, 1985).

Professor P.Larkin (Larkin, 1991), in his report for the «International Symposium on the ecology and extensive mariculture management aspects» held in France, said that without a solution to the seas pollution problem it was impossible to talk about the development of mariculture.

The development of industrial aquaculture requires consideration in the aspect of the integrated shelves use (production of biological and mineral resources, location of industrial and agricultural enterprises in the coastal areas, and most important – the use of water basin with the river systems by the various industrial sectors).

An important issue is to assess the energy potential of the basin for mariculture development, because without the knowledge of the reservoir

biocapacity it is impossible to plan the volumes of cultivation. It is also necessary to consider the interaction of mariculture with natural ecosystems (Душкина, 1986, 1996; Dushkina, 1991; Larkin, 1991; Report..., 1996).

Under market economy, Russia has not yet defined its priority trends of research and production. In mariculture all fish production should be under strict government control. Commercial fish, shellfish and some other invertebrates, algae, cultivation is advisable to concentrate in the joint, collective, private farms with strict issuing of license to the water area and grown object. In this case, the farm state and the type of the operations should be periodically monitored by representatives of scientific organizations.

The first stage of the research in the field of domestic aquaculture in Russia has passed. However, developed biotechnologies on commercial cultivation of aquatic organisms have not still provided effective use of the potential growth and other indicators of mariculture objects. The next step in the improvement of biotechnology should be focused on searching for different growth factors, maturation, etc. using stimulating substances. Mariculture as a form of economical activity at sea should be, and in some countries has become, one of the main direction of environmental management of coastal fisheries.

#### Литература

1. Дубинин Н.П. Генетические аспекты охраны и воспроизводства хозяйственно ценных видов рыб // Рыбное хозяйство. – № 1. 1988. – С. 9-11.
2. Душкина Л.А. Экосистемные аспекты марикультуры // Тезисы докладов 5 съезда Всесоюзного гидробиологического общества.- Куйбышев.- Ч. 1. – 1986. – С. 76-77.
3. Душкина Л.А. Взаимодействие марикультуры с окружающей средой // Материалы совещания “Состояние и перспективы научно-практических разработок в области марикультуры России”.- М.: ВНИРО, 1996. – С. 87-90.
2. Карпевич А.Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. –М.: ВНИРО, 1975. – С. 3-25.
3. Котенев Б. Н. Экосистемная стратегия оценки биоресурсов Мирового океана: мировой вылов и резервы сырьевой базы // Инф.-аналитический сб. "Мировой океан: использование биологических ресурсов". Вып. 2. – М., 2001. – С. 69-88.
4. Хайлов К.М. Возможны ли экологические принципы аквакультуры? // Биологические основы аквакультуры. – 1985.

5. Dushkina L.A. Relations between mariculture and natural population in the seas of the USSR // ICES Mar. Sci. Symp.- 192.- 1991. – P.68.
6. FAO year book. Fishery statistics. Aquaculture production / Annualize FAO. Fishery Country Profiles. <http://www.fao.org/fi/fcp/fcp.asp>. – 2010.-Vol. 90/2. -178 pp.
7. Langstraat, D. The Dutch co-management system for sea fisheries // In: Alternative Management System for Fisheries (ed. D. Symes). Fishing News Books. – Oxford: Blackwell Science, 1999. – P. 73-78.
8. Larkin P.A. Mariculture and fisheries: Future prospects and partnership // IKES Mar. Sci. Symp. V. 192. – 1991. – P. 6-14.
9. Liao I.C. How can aquaculture help sustain world fisheries? // Proc. 2nd World fish Congr. Vol. 1. – 1996. – P. 90.
10. Report of the Working Group on “Environmental Interaction of Mariculture” // Copenhagen. -1996. – 238 p.
11. Report of the Working Group on “Environmental Interaction of Mariculture”, // ICES, Weymouth, UK. – 1997. – 35 p.
12. Vitousek, P., Mooney, H., Lubchenco, J., and Melillo, J. Human domination of Earth's ecosystems // Science, 277. – 1997. – P. 494-499.

## **Salmon Lice (*lepeophtheirus salmonis*) problem and its solution in the framework of sustainable development**

**Shchepak L.V., Zhuravleva N. G.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии)

**Annotation:** In sea cage rearing of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) repeated sea lice infestations are a major problem to the industry. The use of north European wrasse species as cleaner-fish in the Atlantic salmon culture industry has proved a worthy alternative to pesticides.

**Key words:** *Labrus bergylta*, Atlantic salmon, Sea lice, use of wrasse, cleaner fish.

Sea lice (*Copepoda, Caligidae*) are ectoparasitic copepods which infect salmonids of the northern hemisphere. The lice feed on the mucus, skin and blood of the host and, if they are not removed, cause open wounds exposing the fish to osmotic stress and secondary infections. Infestations of one or two lice rarely kill adult salmon, which have protective scales. Salmon fry, however, do not yet have these scales. By breaking the skin, lice make it difficult for small fish to maintain their internal salinity at levels lower than that of salt water. The sores created by lice also provide a pathway into the body for other pathogens. Even one louse is sufficient to kill a young salmon. Whilst farmers and regulators remain concerned about other diseases being transferred from the wild wrasse to the salmon.

Existing treatments for salmon lice can be roughly divided between biological methods, *i.e.* the use of wrasse, and chemical treatment of salmon infested with salmon lice

The main method to keep the population of louse in farms low is by using different pharmaceuticals. There are effective chemicals that can be given to the fish via the feed or supplied directly into the water. A concern is that the salmon lice can develop resistance against some of the pharmaceuticals. Some chemicals may thus lose their effect. Chemicals used can also have a negative effect on the environment surrounding the farm. How large an area around the fish farm that is affected will vary with the type of substance and local environmental conditions, such as currents and aquatic chemistry.

Regular treatments of salmon with organophosphate pesticides are necessary once sea lice populations become established because the larval stages are not

affected, and the sea lice reproduce rapidly. Besides, pesticide use can cause stress to the salmon and reduce growth.

Salmon farms use a drug called SLICE (emamectin benzoate) to remove sea lice. The chemical is mixed into the salmon feed. The salmon consume the chemical and absorb it into their bodies. When the sea lice feed on the salmon, they consume the toxin and eventually die. Because SLICE is a toxin, the farmed fish are not allowed to be harvested for human consumption for one month following treatment. In parts of Europe and South America, sea lice have already evolved resistance to SLICE. There are also concerns for valuable non-target animals. Because SLICE is a general crustacean neurotoxin, it may also affect crab, lobster, shrimp, prawns, and planktonic copepods that are important food for wild fish. Widespread use of an environmental toxin to control sea lice is simply bad environmental policy.

The scientific, peer-reviewed, published research supports a weight of evidence that sea lice from salmon farms threaten wild salmon. There is growing concern that lice are becoming resistant to chemotherapeutant treatment, so an alternative method of controlling the parasite is urgently needed.

A successful alternative sea-lice treatment involves cleaning species where one species of fish (the cleaner) feeds on parasites from another species (the host) [1]. One solution that has been tried in recent years is biological control through the use of wrasse which can clean the lice off salmon [2].

The use of north European wrasse species as cleaner-fish in the Atlantic salmon culture industry has proved a worthy alternative to pesticides [1,3-5].

The use of wrasses to control lice is an effective means of control that does not add pharmaceuticals to the marine environment. Wrasse is an umbrella designation of fish in the wrasse family (*Labridae*) that can feed on ectoparasites, i.e. parasites that are attached to the outsides of farmed fish. The most relevant wrasse species are the goldsinny or salmon wrasse (*Ctenolabrus rupestris*) for salmon under 2 kilograms, and the ballan wrasse (*Labrus bergylta*) for larger salmon. Other species that can be used for louse control are the corkwing wrasse (*Crenilabrus melops*), the rock cook (*Centrolabrus exoletus*) and cuckoo wrasse (*Labrus bimaculatus*) [6].

Some farmers use biological delousing by using Wrasse. Wrasse fish is put together with the farmed fish and they eat lice. The experience has been variable, but several farmers have so much success with this method is that they have completely stopped using chemicals.

An experiment conducted at Villa Miljølaks AS's fish farm in Vestnes in Møre og Romsdal county shows that wrasse can provide an effective treatment against lice [7]. During the period of the experiment, the farm was subjected to repeated infestations of salmon lice. Every time, the lice were eaten up by the wrasse before they reached sexual maturity. The advantage of this form of treatment for salmon lice is that the wrasse performs continuous control of the louse situation. The wrasse's appetite increases as the louse grows. Used correctly, a female louse with eggs is a rare sight in a well-run salmon farm that actively uses wrasse.

The use of wrasse requires adequate tending of the fish. Protocols and guides have been developed for attaining good results by using wrasse. For salmon larger than 2 kilograms, the ballan wrasse is a more suitable species, but here the supply of fish caught wild is a much clearer stumbling block. Farming wrasse may therefore become a possibility [8]. Raising wrasse may make stable year-round delivery possible, and the wrasse will be able to be delivered ready-vaccinated with a health certificate. However, challenges remain in respect of spawning and mortality [9].

According to Kvenseth [7], the costs connected with this type of treatment are the same as for using feed with a delousing agent added. A positive added effect of the use of wrasse is that they also nibble at the fouling of the fish farm nets.

The organic farmed salmon and cod market has been identified as an important niche for the industry and the use of medicated treated feed for the control of sea lice may not be acceptable in the future to achieve organic certification. Thus, a cost-effective and sustainable solution to sea lice infection is clearly an urgent priority for the aquaculture industry. Consequently the use of Ballan wrasse is becoming of increasing interest. This ecologically friendly approach will also add value to the final product and therefore will command a higher price, particularly if organic status is also achieved. Developing the technology for spawning and rearing the most promising cleaner fish, Ballan wrasse will allow large numbers of disease free fish to be produced both economically and sustainably.

Also use of cleaner fish will further reduce the risk of the lice developing resistance against the delousing agents, and reduce the negative focus on the fish farming industry. This is important to ensure a sustainable development.

Литература

1. Sayer M. D. Wrasse: biology and use in aquaculture./ Sayer M. D. J., Treasurer J. W., Costello M. J.// 1996, Oxford: Fishing News Books. IX, 283 s.
2. EcoEcoFish presentation. Environment friendly fish farming and use of cleaner fish; Available from: <http://www.eco-fish.org/modules/tinycontent/index.php?id=1>
3. Per Gunnar Kvenseth, Use of wrasse for small salmon // Norsk fiskeoppdrett, 2003. 53: p. 12-16.
4. Per Gunnar Kvenseth, Johan Andreassen, Villa Leppefisk AS, Johan Solgaard, Villa Miljølaks AS., Ballan wrasse – strong medicine// Norsk fiskeoppdrett, 2003. 53: p. 18-26.
5. Skiftesvik A.B. , Bjelland R.M., Farming of ballan wrasse (*Labrus bergylta*). //Norsk fiskeoppdrett, 2003. 12: p. 41-44.
6. Per Gunnar Kvenseth, Johan Andreassen, Villa Leppefisk AS, Johan Solgaard, Villa Miljølaks AS Use of wrasse for small salmon //Norsk fiskeoppdrett, 2003. 53: p. 12-16.
7. Per Gunnar Kvenseth, N.S., Johan Andreassen, Villa Leppefisk AS, Wrasse, sea lice and economy// Norsk fiskeoppdrett, 2003. 53: p. 27-32
8. Per Gunnar Kvenseth, Johan Andreassen, Villa Leppefisk AS, Johan Solgaard, Villa Miljølaks AS Capture and handling of wrasse. Norsk fiskeoppdrett, 2003. 53: p. 8-11
9. Anne Berit Skiftesvik, R.M.B., Institute of Marine Research, Farming of Ballan wrasse (*Labrus bergylta*) // Norsk fiskeoppdrett, 2003. 53: p. 41-44.

## **The study of the early development of the most promising cleaner fish *Labrus Bergylta* (Ballan Wrasse)**

**Shchepak L. V., Zhuravleva N. G.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО, кафедра биоэкологии)

**Annotation.** The use of north European wrasse species as cleaner-fish in the Atlantic salmon culture industry has proved a worthy alternative to pesticides. There are limited natural populations of Ballan wrasse, thus there is a growing interest in farming this species. The scientific literature about biology and ecology of this species is limited and even sparse. More over information about early development is lacking. Therefore, to ensure a stable supply of Ballan wrasse to the salmon industry one has to establish methods and technology to produce this species in artificial conditions.

**Key words:** *Labrus bergylta*, early development, eggs, Larvae, cold water marine aquaculture, hatching.

The early life-history stages of fishes are in many cases more susceptible to environmental interactions than their adult counterparts [1]. Previous studies with other marine species demonstrate that temperature has a significant effect on the hatch rate [2]. Metabolic rate and all other processes are influenced directly by the temperature. The temperature range of egg survival and hatching success is narrower than for other life stages [3].

Temperature and salinity influence marine fish eggs and larval physiology, having a direct effect on hatching, growth and survival [2, 4-6]. Water temperature influences hatching rates larval sizes at hatch , time for yolk sac absorption , energy reserve take-up efficiency, larval growth and survival. Salinity affects hatching rate, larval survival, egg diameter, yolk consumption efficiency, and growth [2].

Information concerning the effects of temperature and salinity on embryonic development and survival of prelarvae of Ballan wrasse is limited. Despite the growing commercial interest only few studies have described embryonic development of wrasse and gave some information about environmental conditions for eggs rearing [7-11]. Only limited information is available on Ballan wrasse tolerance to environmental conditions like temperature and salinity and only some research has been conducted using early developmental stages [9].

The combined effects of temperature and salinity on survival and development of Ballan wrasse eggs have not been explored, and analysis of the effects of combinations of these environmental factors may increase understanding of the early life history of this fish.

Descriptions of cultured eggs and larvae beyond the start of hatching are not available, although there are some (incomplete) descriptions of wild-caught eggs larvae development and some information from farming experience [9,13,14]. From an aquaculture perspective, it is important to know when developmental events occur (e.g. hatching, time to start feeding,) and how environment can affect these events. But this information can only be obtained from rearing experiments, that is why the following experiment was done with the great interest [15].

The main objective of the present work was to study the early development of the most promising cleaner fish *Labrus bergylta* ( Ballan wrasse) which have not been described previously.

*L. bergylta* had spherical demersal and sticky eggs of mean diameter  $0,95\pm 0,02$  mm with creamy white coloration. The yolk was homogeneous and transparent, with a pale yellowish colouration. There were no visible oil droplets in the eggs (Fig. 1a).

Development of the embryo was similar to that described for most marine fish larvae [9,10,15,16]. Pigmentation appears early in development; the first sign of pigment appeared just after closure of the blastopore. Just before hatching, the embryo reached all the way round the inside of the egg, and its nose and tail touched. First contractions were noticed the day before hatching in all combinations of temperature and salinity (Fig. 1b).

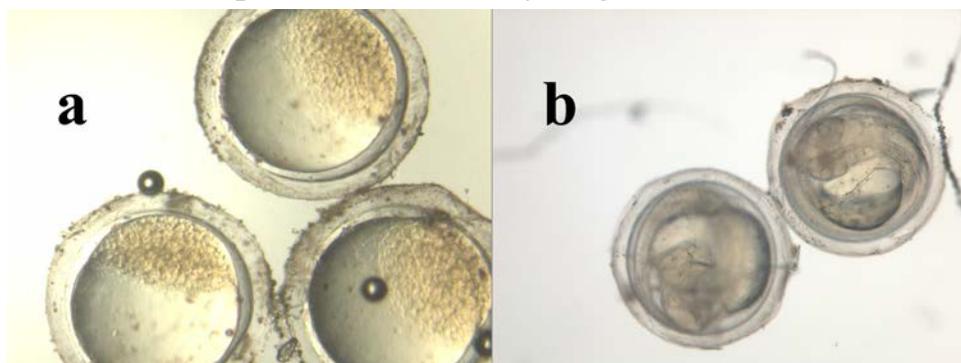


Fig. 1. a Light microscopy of *L. bergylta* eggs at early stage of development, b – Light microscopy of *L. bergylta* eggs ready to hatch.

The standard length of newly hatched larvae of *L. bergylta* were  $3,297 \pm 0,2$  mm. The SL of the biggest larvae was 3,961 mm, the smallest – 2,615 mm. Mean myotome height was  $0,185 \pm 0,01$  mm.

Larvae were transparent and had an unsegmented ovoid formed yolk sack (YSL mean  $0,985 \pm 0,13$ ; YSH mean  $0,418 \pm 0,045$ ; YSV mean  $0,09 \pm 0,019$  mm<sup>3</sup>).

The anterior edge of the yolk sack passes beyond the vertical line from the mid of eye. Head was pointed forwards and partly free from the yolk. Anal pore was separated, takes place after the yolk sack. The mouth was undeveloped. The eyes were not pigmented mean  $0,257 \pm 0,02$  mm in diameter. Otic capsules were present. The body was surrounded by dorsal, caudal and postanal swimming patterns. The pigmentation pattern consists of scattered pigment cells around the yolk, head, trunk and some areas at the posterior part of the body. Head pigment was restricted to crown region. Brown pigment was dominant (Fig. 2).



Fig. 2. Light microscopy of *L. bergylta* newly hatched larva  $3,297 \pm 0,2$  mm SL. Several authors have described larvae and juveniles of Ballan wrasse caught in the wild [9,10], and spawned from broodstock fish adapted to captivity [7]. So hatched larvae in our experiment were compared with artificially produced and wild-caught larvae of Ballan wrasse.

Ballan wrasse has an increasing importance in commercial cold water marine aquaculture, but the production of viable juveniles could be a bottleneck. One of the problems in hatcheries reared marine coldwater species is the presence of skeletal malformations, especially those affecting the anterior part of the vertebral column [12]. The development of Ballan wrasse for aquaculture is still at an early stage. This study provides some small new basic information about egg incubation and hatching. All areas require more research, and broodstock that now can be kept in captivity increases the chance of success in further investigation.

Литература

1. Cingi, S.M., Keinanen, Vuorinen P.J., Elevated water temperature impairs fertilization and embryonic development of whitefish *Coregonus lavaretus*. // *Journal of Fish Biology*, 2010. 76(3): p. 502-521
2. Gracia-López V., Kiewek-Martínez, M. Maldonado-García, Effects of temperature and salinity on artificially reproduced eggs and larvae of the leopard grouper *Mycteroperca rosacea*. // *Aquaculture*, 2004. 237(1-4): p. 485-498
3. Southgate P.C., Lucas J.S., *Aquaculture: farming aquatic animals and plants*. 2003, Oxford: Fishing News Books. VIII, 502 s
4. Helvik J.V., Walther B.T., Environmental parameters affecting induction of hatching in halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) embryos. // *Marine Biology*, 1993. 116(1): p. 39-45
5. Morehead D.T., Hart P.R., Effect of temperature on hatching success and size of striped trumpeter (*Latris lineata*) larvae. // *Aquaculture*, 2003. 220(1-4): p. 595-606
6. Yang Z., Chen Y., Effect of temperature on incubation period and hatching success of obscure puffer *Takifugu obscurus* (Abe) eggs. // *Aquaculture*, 2005. 246(1-4): p. 173-179
7. Dunaevskaya E., Histological investigations of organs and tissues development of ballan wrasse larvae during ontogenesis. // *Master Thesis 2010*, E. Dunaevskaya: Bodø. p. 49, LIV bl
8. Anne Berit Skiftesvik, Institute of Marine Research, Farming of Ballan wrasse (*Labrus bergylta*). // *Norsk fiskeoppdrett*, 2003. 53: p. 41-44
9. Artuz M.L., Embryonic and larval development of the ballan wrasse *Labrus bergylta* Ascanius 1767. // *Hidrobiologica*, 2005. 10: p. 98-101
10. Fives J.M., *Labridae of the eastern North Atlantic*, //editor J.H. Fraser and J.M. Fives. 1976
11. Anne Berit Skiftesvik, R.M.B., Institute of Marine Research, Farming of Ballan wrasse (*Labrus bergylta*) // *Norsk fiskeoppdrett*, 2003. 53: p. 41-44.
12. Kjorsvik E.. Comparison of dietary phospholipids and neutral lipids on skeletal development and fatty acid composition in Atlantic cod (*Gadus morhua*) // *Aquaculture*, 2009. 294(3-4): p. 246-255
13. Sayer M. D. *Wrasse: biology and use in aquaculture.*/ Sayer M. D. J., Treasurer J. W., Costello M. J. // 1996, Oxford: Fishing News Books. IX, 283 s.
14. Skiftesvik A.B., Bjelland R.M., Farming of ballan wrasse (*Labrus bergylta*). // *Norsk fiskeoppdrett*, 2003. 12: p. 41-44
15. Bjelland R.M., Skiftesvik A.B., Larval development in European hake (*Merluccius merluccius* L.) reared in a semi-intensive culture system. // *Aquaculture Research*, 2006. 37(11): p. 1117-1129
16. Dulcic J.. Embryonic and larval development of the brown wrasse *Labrus merula* (Pisces : Labridae). // *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1999. 79(2): p. 327-332

## **Применение данных спутникового мониторинга при проведении инвентаризации кормовых запасов и оценке ущерба на территории пастбищ северного оленя**

**Беляева Н. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра биоэкологии)

**Аннотация.** В работе представлены результаты исследования возможностей использования материалов спутникового мониторинга применительно развития технологий инвентаризации, геоботанического картирования и исследования сезонных изменений количественных характеристик растительного покрова на пастбищах северного оленя.

**Abstract.** The paper presents the results of research possibilities of use of satellite monitoring applied technology development inventory, mapping and geo-botanical studies of seasonal changes in quantitative characteristics of vegetation on reindeer pastures.

**Ключевые слова:** пастбища северного оленя, дистанционный мониторинг.

**Key words:** reindeer pastures, remote monitoring.

**Введение.** Особый интерес при изучении, инвентаризации и охране пастбищных угодий северного оленя представляет использование данных дистанционного зондирования. Материалы спутниковых наблюдений дают возможность проводить мониторинг обширных, труднодоступных и малоизученных территорий, что и определяет актуальность данной работы. Работа проводилась на территории СПК Колхоз «Ижемский Оленевод», Ненецкий автономный округ, Республика Коми.

**Цель работы** состояла в изучении возможностей использования материалов спутникового мониторинга для оценки продуктивности оленьих пастбищ.

### **Материалы и методы**

В работе использованы данные двух спутниковых систем: Landsat и Spot. По космическим снимкам в разном диапазоне спектрального состава определяли индекс NDVI и по его значениям оценивали запасы фитомассы на пастбищах северного оленя.

Индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормализованный относительный индекс растительности, использующий количественные оценки растительного покрова:

$$NDVI = (NIR-RED)/(NIR+RED), \quad (1)$$

где NIR – отражение в ближней инфракрасной области спектра,

RED – отражение в красной области спектра.

Для отображения индекса NDVI используется стандартизованная непрерывная градиентная или дискретная шкала, показывающая значения в диапазоне от -1..1 в % или в масштабированной шкале в диапазоне от 0 до 200 (-100..100). Благодаря особенности отражения в NIR-RED областях спектра, природные объекты, не связанные с растительностью, имеют фиксированное значение NDVI, (что позволяет использовать этот параметр для их идентификации).[1] Для перевода из шкалы -1..1 в 0..200 (масштабирование) используется следующая формула:

$$\text{масштабированный NDVI} = 100(\text{NDVI} + 1) \quad (2)$$

Для учета процентного соотношения растительности оленьих пастбищ и выделения нарушенных территорий использовались снимки спутника Landsat 7, охватывающие территорию СПК Колхоз «Ижемский оленевод». Данные организованы в виде RGB-изображений в комбинации ближнего, среднего ИК-каналов и красного видимого канала (453нм) для лучшего отображения естественной и нарушенной растительности.

Полученные материалы стали основой для выполнения инвентаризационных работ по обновлению проектов внутрихозяйственного землеустройства и расчета убытков оленеводческих хозяйств, связанных с работой предприятий нефтедобычи согласно методике исчисления размера убытков, причиненных объединениям коренных народов РФ (приказ 565 от 9.12.09) утвержденной Министерством регионального развития РФ [2].

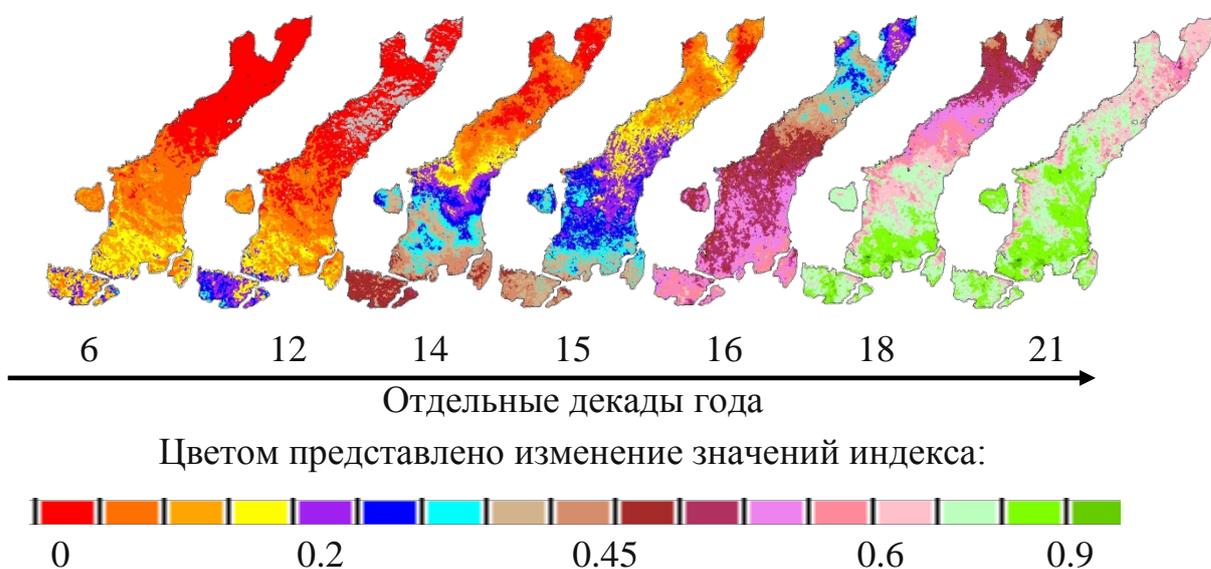
### **Результаты и обсуждения**

Проведено исследование миграции оленьих стад и сопоставление типов пастбищ, используемых для выпаса оленей со значением индекса м-NDVI на спутниковых изображениях. Изучено состояние пастбищ с точки зрения запасов корма на участках. Проведен анализ динамики индекса м-NDVI на пути движения оленьих стад в течение года.

На основе усредненных изображений индекса м-NDVI по данным Spot-vegetation (1998-2003) и с учетом границ оленеводческого хозяйства СПК Колхоз «Ижемский оленевод» (АОИ) были получены карты изменения показателя по декадам года (с 6 по 21).

Индекс м-NDVI для 1-5 декады не рассчитывался, так как в этот период на исследуемой территории лежит снег. Значения индекса м-NDVI для декад с 22 по 29 уменьшаются пропорционально значениям индекса в

период с 6 по 21 декады года. Различия в значении показателя м-NDVI представлены в дискретной цветовой шкале (рис.).



Динамика средних значений связанного с запасом фитомассы индекса м-NDVI на территории СПК Колхоз «Ижемский оленевод» в течение отдельных декад года.

В результате анализа годовой динамики индекса м-NDVI установлено, что на изменения индекса в течение года влияет широтная и высотная зональности участков, гидрологические условия территории и различия, связанные со сложением естественных пастбищ различными группами растительных сообществ.[3]

Затем была проведена оценка площади территории СПК Колхоз «Ижемский оленевод» с нарушенным и естественным растительным покровом вне отведенных земель (земли поселений, дороги) по данным дистанционного зондирования.

Используя снимки Landsat (1987-2000 гг.) были выявлены участки с нарушением растительно-почвенного покрова на территории СПК Колхоз «Ижемский оленевод». С помощью программы ArcView была рассчитана площадь нарушенных участков по выделам оленьих пастбищ и построена карта нарушенности обследуемой территории. [4]

Общая нарушенная площадь составляет 61,3 км<sup>2</sup>, что соответствует 0,48 % от общей площади СПК Колхоз «Ижемский оленевод».

В качестве источников пространственной информации о состоянии растительности использованы данные полевых геоботанических описаний,

мультиспектральные данные дистанционного зондирования, топографические карты масштаба (1 : 50 000).

Полевые геоботанические описания представлены 361 точкой с GPS привязкой, характеризующими основные эколого-фитоценотические условия территории обследования. На основе анализа геоботанических описаний выполнена эколого-доминантная классификация растительных сообществ до уровня ассоциаций и групп ассоциаций.

На основе наземных и дистанционных данных были выявлены закономерности формирования типологического разнообразия растительного покрова. Методами картографического моделирования была создана карта актуальной растительности исследуемого региона (масштаб 1 : 100 000). Сочетание экспертно-визуальных и цифровых методов обработки картографической и разновременной аэрокосмической информации позволило создать также серию экологических карт, отражающих современное состояние растительного покрова исследуемой территории, степень его нарушенности, соотношение по занимаемой площади условно-коренных и производных сообществ.

### **Заключение**

Как показали результаты данного исследования, полученные при дешифрировании космических снимков данные сопоставимы с данными полевых обследований. Более того, показатели запаса фитомассы по данным дистанционного зондирования дают более полную характеристику состояния оленьих пастбищ, чем данные аэровизуального обследования. В связи с этим целесообразно использовать космические снимки при проведении оценки кормовых запасов на пастбищах северного оленя.

### **Литература**

1. Воронин, П.Ю. Хлорофильный индекс и фотосинтетический сток углерода Северной Евразии / П.Ю. Воронин // Физиология растений. – 2006, №5. – С.777-785.
2. Янина, В.В. Оценка качества земель территории оленьих пастбищ СПК колхоз «Ижемский оленевод» / В.В. Янина, Л.Н. Ширнина, Н.В. Беляева – Мурманск: ОАО «Мурманское землеустроительное предприятие», 2010 – 22 с.
3. Елсаков, В.В. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса (Физические основы, методы и технологии мониторинга

окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов) :  
Материалы Всероссийской конференции / В.В. Елсаков – М.: Институт  
космических исследований РАН, 2003 – С.6.

4. Кравцова, В.И. Изображение Земли из космоса: примеры применения.  
Научно-популярное издание / В.И. Кравцова – М.: ИТЦ «СКАНЭКС»,  
2005.– 100 с.

## **Перспективы обучения чистому производству и экологически значимому потреблению**

**Васильева Ж. В.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра экологии и защиты окружающей среды*)

**Аннотация.** Рассмотрены проблемы совершенствования подготовки инженерных кадров. Обоснована целесообразность введения дисциплины (модуля), включающей изучение основ чистого производства. Оценены возможности и условия внедрения преподавания концепции чистого производства в рамках экологически направленных дисциплин ФГОС ВПО.

**Abstract.** Problems of training development to engineering staff's preparation was discussed. Courses included learning the basics of cleaner production were validated related to expediency. The possibilities and conditions for the implementation of cleaner production's teaching were estimated due to ecologically oriented disciplines.

**Ключевые слова:** концепция чистого производства, подготовка инженерных кадров, внедрение новой дисциплины.

**Key words:** the concept of cleaner production, engineering staff's preparation, introduction of the new discipline.

В настоящее время система подготовки инженерных кадров испытывает острый кризис. Неоднократные опросы специалистов отрасли показывают, что большинство экспертов оценивает состояние инженерной подготовки как критическое [1]. Однако невозможно решать задачи модернизации и перевода экономики России на инновационный путь развития без качественного инженерного образования.

Высшие учебные заведения стремятся переломить ситуацию, увеличивая прием на технические специальности за счет бюджетных средств, реализуются проекты по кооперации университетов с промышленными предприятиями. Однако этого недостаточно. Сложившаяся система подготовки инженерных кадров зачастую неудовлетворительно ориентирована на меняющиеся запросы реального сектора экономики. Задачи же развития экономики требуют знания и владения инструментами повышения конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности предприятий.

Одним из таких инструментов является стратегия чистого производства. Чистое производство как система мер и технологий давно

зарекомендовала себя за рубежом как эффективный инструмент развития производства, переориентирования его в направлении большей энергоэффективности, ресурсосбережения, снижения воздействия на окружающую среду.

По определению ЮНЕП (Программа по окружающей среде ООН): «Чистое производство означает постоянное применение комплексной превентивной экологической стратегии в производственной деятельности, продукции и услугах, ориентированной на увеличение эффективности и снижение риска для человека и окружающей среды. Чистое производство может быть применено к процессам, используемым в любой промышленности, к самим продуктам и к различным видам услуг, предоставляемым обществу» [2].

Многие компании Европы и США включают технологии чистого производства в схемы общего управления контроля качества, особенно в систему экологического менеджмента, эффективности производства и оптимизации ресурсов.

Зарубежный опыт показывает, что применение стратегии чистого производства обычно приносит как экономические, так и экологические выгоды. Поэтому чистое производство является привлекательным для предприятий.

Стратегия чистого производства не всегда требует применения дорогостоящих или высокотехнологичных решений. Во многих случаях экономия средств происходит за счет относительно простых мер более рачительного хозяйствования. Предприятия могут снижать расходы, сокращая необходимость в работах по утилизации отходов и закупках дорогого оборудования «конца трубы», что дает им возможности для расширения и роста.

Целые отрасли промышленности, функционирующие за рубежом, производственные и сервисные компании начали использовать некоторые из «инструментов» экоэффективности и чистого производства. Часть из них адаптируются для использования отдельными организациями, другие дают наилучшие результаты, если применяются на отраслевом или государственном уровнях.

Однако необходимо заметить, что успешная и широкая реализация концепций чистого производства в России возможна лишь в случае существования жёстких экологических требований к производству,

которые будут подталкивать бизнес к внедрению новых менее ресурсоемких, более экономичных, а значит экологичных технологий. Жесткие экологические требования при этом должны содержать экономические инструменты, включающие как стимулирование развития природоохранных технологий, так и адекватные мировому уровню налоговые и штрафные санкции за использование «грязных технологий», превышение норм нагрузок на окружающую среду.

Позволим себе процитировать: «В настоящее время практически «дармовое» пользование окружающей средой развращает экономику и участников бизнеса, консервирует отсталые и расточительные производства» (В.В.Путин)[3]. Такова ситуация на сегодняшний день.

Во всем мире сейчас профилирующей является тема роста эко-эффективных чистых технологий, то есть таких технологий и производств, которые обеспечивают рост производства при минимальных нагрузках на окружающую среду. Россия не может не развиваться в русле общего вектора прогресса. Поэтому будущие инженерные кадры можно и нужно обучать сейчас технологиям чистых производств, что позволит:

- обеспечить будущих инженеров опробованным и успешным инструментам повышения эффективности предприятия;
- внедрять и распространять опыт по организации чистого производства для подготовки инженеров различного профиля и повышения квалификации специалистов-практиков;
- повысить востребованность на рынке труда инженерных кадров, способных обеспечить разработку и внедрение перспективных технологий;
- увеличить конкурентоспособность отечественных предприятий различных отраслей промышленности за счет большей энергоэффективности и ресурсосбережения, снижения воздействия на окружающую среду в результате внедрения принципов чистого производства.

Безусловно, внедрение новой дисциплины должно сопровождаться методической и информационной поддержкой, что является проблемой вследствие практически полного отсутствия доступных методических материалов в этой области. Очевидна необходимость как создания информационного банка и реализации совместных образовательных проектов в области чистых технологий, так и разработки учебно-методических материалов по обучению чистому производству для преподавателей-

педагогов, студентов, специалистов промышленных предприятий.

Мурманский государственный технический университет имеет некоторый опыт преподавания концепций Чистого производства, которые читались долгое время в рамках дисциплины «Безотходные технологические системы», а затем в курсе «Промышленной экологии», в рамках специальности «Инженерная защита окружающей среды». К сожалению, с введением в действие стандартов ФГОС ВПО 3-го поколения и сокращением времени подготовки студентов с 5 до 4 лет теперь уже по направлению «Техносферная безопасность» эти дисциплины исчезли из образовательной программы.

Студенты других специальностей, как правило, о стратегии ЧП узнавали фрагментарно в рамках курса «Экологии» («Охраны окружающей среды»), преподаваемого как обязательный федеральный компонент образовательной программы.

Однако, введение в действие новых федеральных государственных стандартов ФГОС ВПО 3-го поколения, в текстах которых отсутствуют требования к наполнению образовательных программ дисциплинами экологического и природоохранного профиля, привело к резкому сокращению экологического компонента подготовки бакалавриата. Как следствие, студенты в настоящее время практически не получают знаний о природоохранных и ресурсосберегающих технологиях, к которым относится и стратегия чистого производства, во многих образовательных программах отсутствует не только дисциплина ЧП, но и зачастую курс экологии и охраны окружающей среды, в рамках которого это понятие могло бы быть рассмотрено.

В то же время, с другой стороны, несмотря на отсутствие в стандартах требований к преподаванию экологически-направленных дисциплин ФГОС ВПО предоставляют разработчикам ООП возможности для широкого творческого подхода в выборе и составлении программ учебных дисциплин. Другими словами разработчики ООП вправе вставить в учебный план дисциплины экологического (природоохранного) профиля, благо для этого существует так называемая «Вариативная часть», знания, умения и навыки которой должны формироваться непосредственно ВУЗом. Таким образом, новые ФГОС ВПО дают потенциальную возможность реализации обучения чистому производству как локально в рамках отдельного курса, так и в рамках образовательного модуля.

Суммируя вышесказанное, можно говорить о том, что преподавание основ концепции чистого производства во многом очень полезно будущим инженерам, поскольку отвечает современным общемировым тенденциям в области повышения эффективности и конкурентоспособности предприятий, а также подобные знания могут помочь в поиске проблем, вызванных деятельностью предприятий в условиях постоянно меняющегося рынка.

#### Литература

1. Материалы тренинга «Инженерное дело и инженерное образование в России. Проблемы и пути их решения с участием АИОР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aeer.ru/events/ru/trainings.htm>
2. Report of the Workshop on Country-Specific Activities to Promote Cleaner Production. Industry and Environment Program Activity. Center UNEP, Paris, France. 17 – 19 September, 1991.
3. Рудашевский В, Черкасенко А. Стратегия экологического инжиниринга: от экономики ресурсов – к экономике их обращения//Экономические стратегии, № 8, 2012, с. 42.

## Результаты биотестирования донных отложений Варангер-фьорда и Мотовского залива (Баренцево море)

Горбачева Е. А. (г. Мурманск, ФГУП «ПИНРО»)

**Аннотация.** Приведены результаты биотестирования вытяжек донных отложений Варангер-фьорда и Мотовского залива с использованием в качестве тест-объектов одноклеточной водоросли *Phaeodactylum tricornutum* и личинок жаброногого рачка *Artemia salina*. Установлено, что токсичные для тест-объектов донные отложения регистрируются как в мелководных губах и бухтах, так и в глубоководных районах.

**Abstract.** The paper presents the results of applying biotest method to sediment elutriates collected from Varanger Fjord and Motovsky Gulf using microalgae *Phaeodactylum tricornutum* and larval shrimp *Artemia salina*. It is found that toxic sediments are recorded both in the shallow bays and gulfs and in the deep water areas.

**Ключевые слова:** биотестирование, токсичность, донные отложения, Варангер-фьорд, Мотовский залив.

**Key words:** biotesting, marine sediments, toxicity, Varanger Fjord, Motovsky Gulf

Для оценки уровня загрязнения водных объектов наиболее часто применяются два подхода: химический (определение содержания загрязняющих веществ в среде и сравнение их с предельно допустимыми концентрациями или фоновыми уровнями) и биологический. Одним из направлений последнего является биотестирование. Оно позволяет достаточно быстро получить интегральную оценку уровня загрязнения среды, обусловленную совокупностью всех присутствующих в ней токсических химических веществ, с учетом их антагонистического и синергического взаимодействия.

Основной принцип гидробиологического тестирования заключается в испытании действия проб воды (или донных отложений) на водный организм, его часть или сообщество организмов с известными и поддающимися учету характеристиками [1].

В работе использованы данные о токсичности донных отложений, полученные в 2004-2013 гг. Расположение станций отбора проб представлено на рисунке.

О токсичности донных отложений судили на основании биотестирования их водных вытяжек. В качестве тест-объектов использовали одноклеточную золотистую водоросль

*Phaeodactylum tricornutum* и личинок солоноватоводного жаброгого рачка *Artemia salina*. Регистрируемыми показателями выбрали изменение численности водоросли и выживаемость личинок. Постановка экспериментов осуществлялась в соответствии с методическими рекомендациями [2, 3, 4]. Длительность опытов составляла 96 ч.

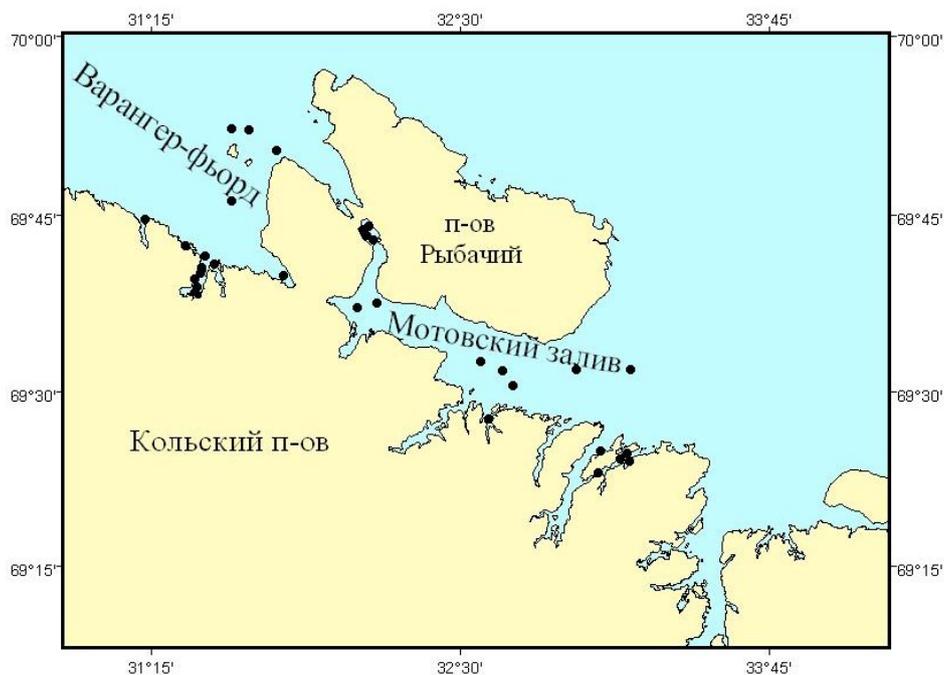


Рис. 1. Карта-схема района отбора проб донных отложений

В Варангер-фьорде исследование донных отложений проводили на 16 станциях, которые располагались в восточной части залива, губах Печенга, Малонемецкая-Западная, Амбарная и Долгая Щель. В восточной части фьорда токсичные для личинок *A. salina* (гибель рачков в вытяжках достигала 21,7-23,3 %) донные отложения отмечены на двух станциях, располагавшихся на незначительном удалении друг от друга – на выходе из губы Большая Волоковая, вблизи Айновых островов, и напротив губы Малая Волоковая.

Токсичные донные отложения отмечали также в губах Амбарная и Малонемецкая-Западная. В вытяжках из проб донных отложений, отобранных на литорали этих губ, наблюдали повышенную (до 48 %) гибель личинок *A. salina*.

В губах Печенга и Долгая Щель токсичные донные отложения не обнаружили. Вместе с тем в вытяжках из донных отложений, отобранных в кутовой части (район свалки старых судов) и на выходе из губы Печенга,

отмечали кратковременное подавление роста водоросли *Ph. tricornutum* в начале эксперимента, которое в дальнейшем сменилось стимуляцией. Это свидетельствует о присутствии загрязняющих веществ в среде в концентрациях, которые уже чувствительны для водоросли, но она способна приспособиться к такому уровню загрязнения и нормально развиваться в течение времени, ограниченного длительностью опыта. Такие донные отложения токсичными для *Ph. tricornutum* не считаются [3]. Однако наличие фазы кратковременного подавления роста культуры водоросли указывает на более высокое загрязнение вытяжки токсичными для тест-объекта химическими соединениями по сравнению с вытяжками, в которых в течение всего опыта снижения численности клеток *Ph. tricornutum* не наблюдалось.

В Мотовском заливе биотестированию подвергались донные отложения 17 станций, располагавшихся в разных районах, в том числе в губах Большая Мотка, Ура и Вичаны. Токсичные для личинок *A. salina* (гибель рачков в вытяжке составила 23,3 %) донные отложения зарегистрировали на одной из станций, расположенных в центральной части залива.

Оценку токсичности донных отложений в бухте Озерко (вершина губы Большая Мотка) проводили до начала геологоразведочных работ на побережье (2004 г.) и после их окончания (2009 г.). В более ранних исследованиях токсичные донные отложения (снижение численности *Ph. tricornutum* в вытяжке до 56 % от контроля) отмечали только в районе действующего причала. После окончания геологоразведочных работ токсичные донные отложения (снижение численности *Ph. tricornutum* в вытяжке до 61 % от контроля и гибель личинок *A. salina* до 48 %) обнаружили и на двух станциях у мыса Вестник, на расстоянии 700 м от буровой.

Токсичной для личинок *A. salina* (гибель рачков составляла 15 %) оказалась и вытяжка донных отложений губы Червяное Озерко (восточный рукав губы Ура). Источником загрязнения здесь являлась свалка старых судов.

Необходимо отметить, что в губах Ура и Печенга располагаются аквахозяйства по выращиванию атлантического лосося. В результате биотестирования установлено, что донные отложения в районах, прилегающих к аквафермам, не токсичны для тест-объектов. Ни в одной из вытяжек, полученных из отобранных здесь донных отложений, не наблюдали снижения численности водоросли *Ph. tricornutum* или выживаемости личинок *A. salina*. Вместе с тем исследования, проведенные

нами на участках размещения аквахозяйств в губе Палкина (Белое море) в 2002 г. [5], показали, что вытяжки донных отложений, отобранных под садками форелевых ферм и на незначительном (не более 100 м) расстоянии от них, могут оказывать негативное воздействие на выживаемость личинок *A. salina*. Более низкий уровень загрязнения донных отложений, зафиксированный в районах, прилегающих к аквафермам в губах Ура и Печенга, обусловлен большей удаленностью станций отбора проб от садков, более активным гидродинамическим режимом и применением технологий выращивания рыбы, оказывающих меньшее воздействие на окружающую среду.

Таким образом, результаты биотестирования показали, что токсичные донные отложения в Мотовском заливе и Варангер-фьорде регистрируются как в небольших мелководных губах и бухтах, так и в глубоководных районах. В ряде случаев токсичные донные отложения отмечают в непосредственной близости от источников техногенного воздействия.

#### Литература

1. Филенко, О.Ф. Биологические методы в контроле качества окружающей среды / О.Ф. Филенко // Экологические системы и приборы.– 2007.– № 6.– С. 18-20.
2. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. – М.: РЭФИА, НИА–Природа, 2002. – 118 с.
4. ГОСТ Р 53910-2010 Вода. Методы определения токсичности по замедлению роста морских одноклеточных водорослей *Phaeodactylum tricornerutum* Bohlin и *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2010. – 41 с.
5. ГОСТ Р 53886-2010 Вода. Методы определения токсичности по выживаемости морских ракообразных. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2010. – 35 с.
6. Горбачева, Е.А. Исследование влияния форелевых хозяйств на окружающую среду методом биотестирования. / Е.А. Горбачева // Известия ТИНРО. – 2004. – Т. 137. – С. 267-270.

## Эпизоотическая ситуация на акватории Нижнетуломского водохранилища

**Капитанчук Ю. С.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра биоэкологии)

**Аннотация.** Одним из наиболее опасных, эктопаразитарных заболеваний рыб, выращиваемых в условиях рыбоводных хозяйств – костиоз, возбудителем которого является жгутиконосец *Costia necatrix*. Данное заболевание было зарегистрировано на одной из форелевых ферм, расположенных на акватории Нижнетуломского водохранилища. На сегодняшний день, эпизоотическая ситуация в бассейне реки Тулома благополучная, инфекционных и инвазионных заболеваний у выращиваемых рыб не выявлено.

**Abstract.** One of the most dangerous, ectoparasitic diseases of fish grown in the conditions of fish farms – costiasis, which is the causative agent parasite *Costia necatrix*. The disease was registered in one of trout farms in the waters Nizhnetulomskaya reservoir. Today, the epizootic situation in the basin of the Tuloma prosperous, infectious and invasive diseases of farmed fish is not revealed.

**Ключевые слова:** эпизоотическая ситуация, Нижнетуломское водохранилище, акватория, эпизоотии, костиоз, заболевание, возбудитель, эндемик, паразитологическое исследование, рыба, товарная форель, садковое выращивание.

**Key words:** epizootic situation, Nizhnetulomskaya reservoir, water area, epizootic, costiasis, disease, parasites, endemic, parasitological study, fish, commodity trout, farm raising.

Одним из перспективных направлений аквакультуры в Мурманской области является выращивание товарной форели на садковых фермах. Здесь, для развития форелеводства есть все условия: свой качественный посадочный материал, малозагрязненные акватории с благоприятными для выращивания лососевых видов рыб гидрохимическим и гидрологическим режимами, опыт и традиции рыбоводных предприятий. В настоящее время садковые фермы, специализирующиеся на выращивании форели, расположены в основном на акватории Нижнетуломского водохранилища, действующих – 4. А так как река Тулома является водоемом рыбохозяйственного назначения высшей категории, то и степень охраны водного объекта должна быть наивысшей. Одним из аспектов обеспечения экологического благополучия водного объекта, является поддержание естественного фона его водной среды. В целях поддержания его эпизоотического благополучия специалисты госветслужбы Мурманской области проводят плановые эпизоотические

обследования рыбоводных хозяйств и ихтиопатологические исследования выращиваемой в них рыбы.

Все же в случае возникновения неблагоприятной эпизоотической ситуации на хозяйствах, вследствие, органического загрязнения водоема, особенно в летний период при повышенных температурах, использования недоброкачественных кормов, неотрегулированного рациона питания, высоких плотностей посадки, снижается иммунный статус и резистентность организма рыбы, что в дальнейшем приводит к возникновению заболеваний различной этиологии. Одно из наиболее опасных, эктопаразитарных заболеваний рыб, выращиваемых в условиях рыбоводных хозяйств – это костииоз. Наибольшую опасность представляет для ослабленной молодежи практически всех выращиваемых рыб, чаще лососевых и сиговых. Возбудителем болезни является мелкий жгутиконосец *Costia necatrix*, поражающий кожу и жабры рыб. При неблагоприятных условиях паразит образует цисты, которые могут служить потенциальным источником инвазии в природе [Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. Часть 1. 1998г.]. Распространение паразита весьма широко и встречается у рыб практически во всех естественных водоемах, в том числе и реках Мурманской области. Несмотря на то, что *Costia necatrix* является резервентом всех пресноводных и полупроходных рыб, эпизоотии в естественных водоемах не регистрируются, так как возбудитель костииоза является эндемиком озерно-речных экосистем, включая речные экосистемы Мурманской области, и участвует в формировании естественной паразитофауны рыб. Однако, в хозяйствах, размещенных на акватории бассейна реки Тулома (Нижнетуломское водохранилище, Мурманская область), у выращиваемых рыб, при повышении температуры в весенне-летний период, все же регистрировались случаи обнаружения жгутиконосцев *Costia necatrix*, но в единичных экземплярах, не сопровождающиеся клиническими проявлениями.

Таким образом, дикие популяции рыб, населяющие водоемы являются носителями паразита *Costia necatrix* и основным источником заражения садковой товарной рыбы.

По данным специалистов отдела физиологии и болезней рыб, объектов аквакультуры Мурманской областной СББЖ, в мае 2013 года, на одном из форелевых хозяйств Мурманской области, расположенного на акватории Нижнетуломского водохранилища, было зарегистрировано

заболевание – костиоз рыб, с последующим введением ограничительных мероприятий на хозяйстве. Диагноз костиоз был поставлен на основании клинических признаков: образование на поверхности тела молоди форели голубовато-серого налета, обильное слизиотделение; больные рыбы плохо упитаны, жабры бледного цвета, и результатов микроскопического исследования. На основании поставленного диагноза были даны рекомендации по проведению лечебных мероприятий на хозяйстве, способствующих созданию оптимальных условий роста и развитию молоди форели, и уничтожению возбудителя на рыбе. С целью установления причин возникновения и развития костиоза в районе размещения садковой форелевой (п.г.т. Верхнетуломский, Нижнетуломское водохранилище) фермы было проведено эпизоотическое расследование. В ходе расследования был выявлен ряд факторов, способствующих возникновению данного заболевания. Во-первых, рельеф береговой линии в районе размещения форелевого хозяйства обуславливает создание застойной зоны, что способствует ухудшению гидрохимических свойств воды и накоплению органических веществ в донных осадках под садками форелевой фермы. Во-вторых, большое значение в развитии костиоза сыграл сниженный общий физиологический статус рыбы, в первую очередь их упитанность: чем ниже упитанность рыбы, тем тяжелее они переносят заболевание. На момент паразитологического исследования (II декада мая 2013 г.), средний вес форели генерации 2012 года составил 19 гр. В-третьих, ухудшение гидрологического, гидрохимического и газового режимов в связи с повышенными температурами воды в весенне-летний период. В связи с жарким летом (2013 г.) на территории Мурманской области, средняя температура воды Нижнетуломского водохранилища, составила 15°C. Признаки инвазионного заболевания костиоз сохранялись еще в течение лета.

В начале октября 2013 года было проведено повторное эпизоотическое обследование форелевой садковой фермы и ихтиопатологическое исследование выращиваемой в ней рыбы. По результатам паразитологического исследования – возбудитель костиоза не выделен.

На основании вышеизложенных аргументов, можно предположить, что заболевание костиоз возникло на форелевой ферме в результате совокупности вышеперечисленных факторов.

С целью предупреждения заноса возбудителей особо опасных заболеваний рыб (в том числе *Costia necatrix*) на форелевые хозяйства и сохранения общего эпизоотического благополучия Нижнетуломского водохранилища как водоема рыбохозяйственного назначения высшей категории, необходимо обеспечить оптимальные условия кормления и содержания выращиваемых рыб, использовать данный водный объект по его прямому назначению, следить за качеством воды в рыбоводных хозяйствах, комплексно подходить к решению любой проблемы садкового рыбоводства, учитывая экологию-гидрохимические особенности водоема.

#### Литература

1. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. Часть 1. – Москва: Изд-во АМБ-агро, 1998. – 198с.

## Видовое разнообразие микроконсументов сенного настоя и их использование в биотестировании

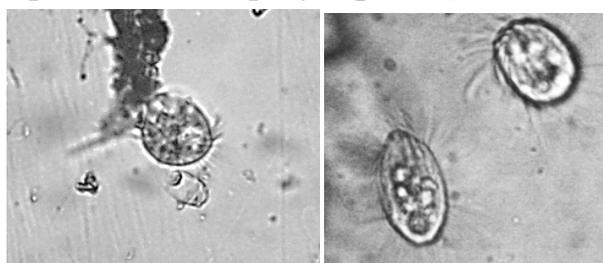
Минченков Е. Е., Пахомова Н. А. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра биоэкологии)

**Аннотация.** В работе описаны типичные представители микроорганизмов, культивируемых в сенном настое. Показана возможность использования свободноживущих инфузорий рода *Colpoda*, *Paramecium* и *Oxytricha* в биотестировании.

**Abstract.** The characteristic of typical representatives of microorganisms cultured in a hay infusion is represented in the paper. Also it reveals the possibility of using free-ciliate genera *Colpoda*, *Paramecium*, *Oxytricha* in biotesting.

В рамках действующей на кафедре биоэкологии ГБ НИР «Разработка методов биоиндикации и биотестирования загрязнения пресноводных водоемов и их применение в условиях Кольского полуострова» были проведены серии опытов по получению и культивированию микроконсументов из сенного настоя. Эксперименты проводили в нескольких вариантах. В качестве питательной среды использовали «чистый» сенной настой, а также настой с добавлением почвы и/или аквариумной воды. В качестве подкормки в питательную среду добавляли несколько капель стерильного молока.

На начальных сроках опытов (1-5-е сутки) в пробах чаще всего встречаются бесцветные жгутиконосцы, мелкие равноресничные инфузории родов *Aspidisca* и *Holophrya* (рис. 1).



а

б

Рис.1. Ресничные инфузории: а – *Aspidisca* sp., б – *Holophrya* sp.

Популяции этих микроорганизмов характеризовались взрывным ростом численности, который сменялся резким спадом. Такая нестабильность и маленький размер особей затрудняет их использовать в качестве тест – организмов.

Спустя 5-10 суток наиболее типичными представителями микроконсументов сеного настоя были ресничные инфузории рода *Colpoda* (*C.steini*, *C.cucullus* и *C.aspera*), среди которых наиболее устойчивую популяцию образует *Colpoda steini* (рис. 2).

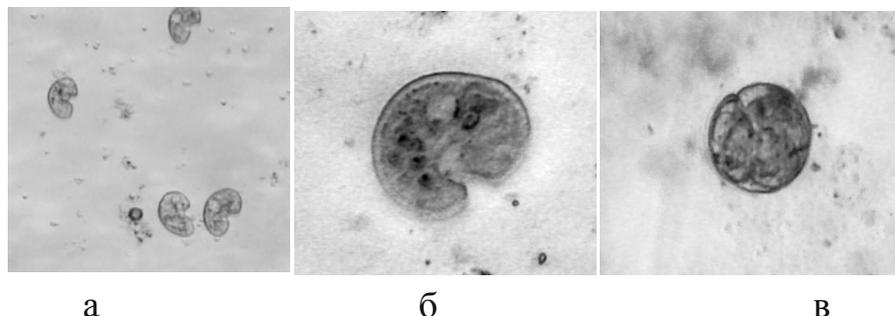


Рис. 2. Инфузория *Colpoda steini*: а – кольпода при увел. 100х, б – кольпода при увел. 400х, в – циста в состоянии деления

*Colpoda steini* способна в течение 12 часов эксцистироваться, разделиться и снова цистироваться. Отсутствие у кольподы стадии конъюгации в жизненном цикле и фазы старения в клональном цикле, а также специфика процесса деления макронуклеуса, в результате которого генетический материал точно распределяется между дочерними вегетативными ядрами, тетраплоидность макронуклеуса на постцистной стадии жизненного цикла – все это определяет относительное генетическое постоянство лабораторных штаммов инфузории, однородность ее культуры, полученной путем индуцированного проращивания цист покоя [1].

В результате проведения серий экспериментов с *Colpoda steini* удалось получить синхронизированную культуру инфузории, которую можно использовать для диагностики токсичности исследуемой среды.

Среди свободноживущих инфузурий, часто встречающихся в сеном настое на более поздних сроках опыта (10-30-е сутки), можно выделить представителей родов *Paramecium*, *Vlepharisma*, *Oxytricha* и *Euplotes*. Из них наиболее устойчивую популяцию образуют *Paramecium caudatum* и *Oxytricha* sp. Парамеция при оптимальных условиях содержания (температура, рН, кислород, пища и др.) может поддерживать стабильную численность в течение нескольких месяцев. В лабораторных условиях *Paramecium caudatum* была успешно использована в качестве тест-объекта для биотестирования нефтепродуктов (рис. 3).

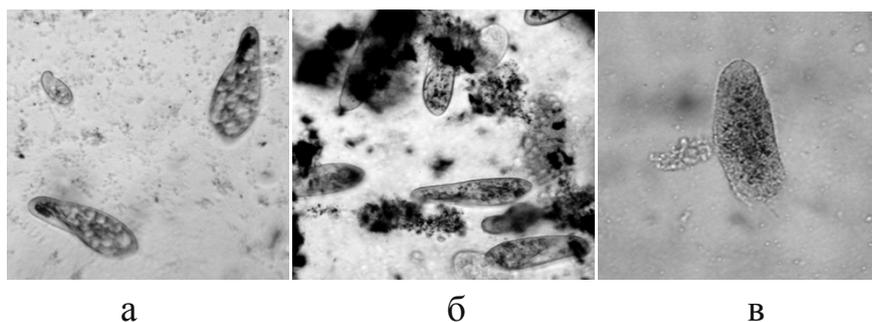


Рис.3. Биотестирование нефтепродуктов с помощью *Paramecium caudatum*

На начальных стадиях эксперимента (1-2 сутки) парамеция активно фагоцитирует капли дизельного топлива, ее клетка увеличивается в размерах в 2-3 раза (рис. 3а), затем в течение нескольких суток происходит постепенная утилизация углеводородов (рис. 3б), на 4-5 сутки, особенно в острых опытах, клеточная оболочка разрушается (лизится) (рис. 3в).

Эксперименты показали, что чувствительность *Paramecium caudatum* проявляется на стадии экспоненциального роста. Поэтому поддержание в лабораторных условиях популяции в данной фазе развития является необходимым условием для использования парамеции в качестве тест-объекта.

Опыты по биотестированию проводили и с брюхожесничной инфузурией рода *Oxytricha* (рис. 4).



Рис.4. Инфузория рода *Oxytricha*: а – контроль; б – деление инфузурии в контроле; в – катастрофическое изменение внутренней структуры клетки инфузурии в опыте

К достоинствам окситрихи как тест-объекта относятся: относительно крупные размеры и чувствительность к действию загрязняющего вещества. В лаборатории окситриха успешно выдержала эксперимент по действию на нее водных экстрактов нефтепродуктов. В течение нескольких минут после смешивания культуры *Oxytricha* sp. с водными экстрактами нефтепродуктов в остром опыте они замедляли свое движение, совершая при этом круговые вращения. Цитоплазма инфузурий сокращалась, уменьшались размеры перистомального поля. Наблюдалось уплотнение макро- и микронуклеуса клетки, нарушение функций сократительной вакуоли.

Однако в наших лабораторных условиях стабильную популяцию *Oxytricha* sp. получить не удалось. Одной из вероятных причин является несоблюдение температурного режима содержания культуры в лаборатории. Проведение повторных опытов по культивированию окситрихи при строгом соблюдении их содержания позволит в дальнейшем успешно использовать ее в биотестировании.

Спустя 1 месяц в сенном настое появляются круглые черви (тип Nematelminthes), гастротрихи (*Gastrotricha*), представители класса коловратки (*Rotatoria*), ресничные черви семейства *Stenostomidae*.

Опыты по биотестированию проводили с червями семейства *Stenostomidae*. При действии загрязнителя на уровне допустимых концентраций наблюдается замедление движения червей, образование малоподвижных скоплений. В случае высоких концентраций загрязнителя тело червя сжимается, образуются капсулы в среднем и хвостовом отделе, наблюдается дезинтеграция внутренних органов (рис.5).

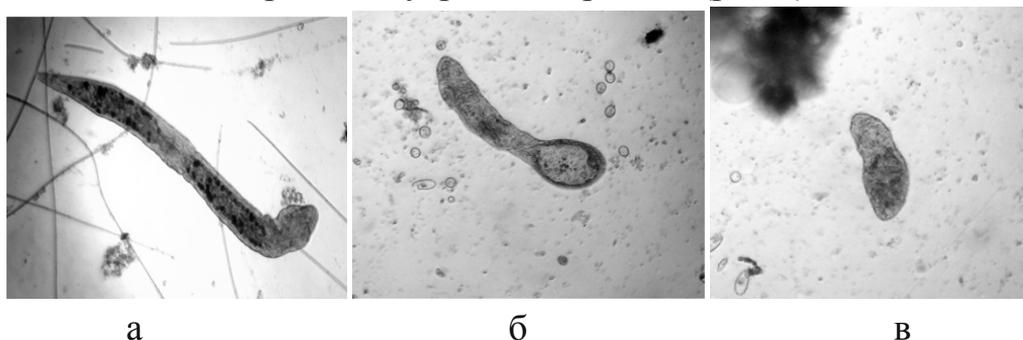


Рис.5. Ресничные черви семейства *Stenostomidae*: а – контроль, б – реакция на действие загрязнителя (начало), в – реакция на действие загрязнителя (окончание)

Однако популяция *Stenostomidae* неустойчива, появляется в сенном настое время от времени, что затрудняет использование организмов в биотестировании в наших лабораторных условиях.

Таким образом, эксперименты по выращиванию в сенном настое различных микроорганизмов, опыты по культивированию отдельных представителей гетеротрофного сообщества, проведение биотестирования показали, что свободноживущие инфузории *Colpoda steini*, *Paramecium caudatum* и *Oxytricha* sp. являются наиболее оптимальными тест-объектами с точки зрения условий их культивирования, размеров и чувствительности к действию токсических веществ.

### Литература

1. Матишов Г. Г., Кренева С. В., Муравейко В. М., Шпарковский И. А., Ильин Г. В. Биотестирование и прогноз изменчивости водных экосистем при антропогенном загрязнении. – Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2003. – 468 с.

## Результаты некоторых гидрохимических и биоиндикационных исследований водных экосистем Астраханского заповедника

Нгуен Тхи Тхуи Ньунг, Исеналиева Ж. Н., Волкова И. В. (г. Астрахань ФГБОУ ВПО «АГТУ», кафедра гидробиологии и общей экологии)

**Аннотация.** Проведено современное комплексное мониторинговое исследование водных объектов Астраханского заповедника по гидрохимическим, токсикологическим, биоиндикационным показателям, определен трофический статус заповедных акваторий, оценен ответ биологического компонента водных экосистем на загрязнение в период 2012-2013 гг.

**Abstract.** In the work was conducted modern integrated monitoring study of the water objects of the Astrakhan nature reserve on hydro-chemical, toxicological, biological indicators, was defined trophic status of the protected areas, was estimated response of the biological component of aquatic ecosystems to pollution in the 2012-2013 period.

Оценка состояния заповедных акваторий является актуальным вопросом, ответ на который позволит узнать их трофический статус, пригодность воды для жизнедеятельности гидробионтов, оценить степень загрязнения водных экосистем на территории заповедника, определить фоновое значение для гидроплютантов в отношении урбанизированных акваторий.

В работе исследовались следующие водные объекты: ерики Анохинский перелаз, Лотосный, Катюшкин, Путанный, Бекасёнок, Быстренький, култуки Сазаний, Ракушечный илевой Мартышки, протоки Быстрая, Дубная Бороздина и Тургановский, раскаты и авандельта. Пробы для анализа отбирались в основные гидрологические сезоны в период 2012 – 2013 гг. Исследования были проведены с помощью основных гидрохимических методов и биоиндикационного метода Р.Пантле и Н.Букка [1]. При расчёте ИЗВ были использованы значения 6 показателей: растворенный кислород, БПК<sub>5</sub>, нитраты, нитриты, аммония и нефтепродукты.

Значение ИЗВ по местам отбора проб колебалось в пределах от 0,47 до 0,78 (рис. 1).



Рис. 1. Значения ИЗВ в водных объектах Дамчикского участка

Согласно полученным значениям ИЗВ все водные объекты Дамчикского участка характеризуются как «условно чистые» и «умеренно загрязненные». Сазаний култук и раскаты относятся к III классу, т.е. они имеют «умеренно загрязненные» воды. Остальные водные объекты имеют «чистые» воды (II класс). Значение ИЗВ, отмеченное в Сазаньем култуке (0,75), объясняется повышением БПК<sub>5</sub> (3,5 мг О/л, превышающий в 1,5 раз ПДК) и понижением концентрации растворенного кислорода (6,8 – 10 мг/л). Причиной данной ситуации является интенсивное развитие гидробионтов, сопровождаемое высокими температурами вод (29 – 30 °С) в летней межени, уменьшением скорости течения воды. В ходе исследований было выяснено, что причинами повышения ИЗВ в авандельте и раскатах являются высокие концентрации нефтепродуктов (0,078 мг/л, 1,6 ПДК) и высокие значения БПК<sub>5</sub> (1,3 ПДК). Анохинский перелаз (ИЗВ = 0,47) характеризуется как «очень чистый». Среднегодовые значения всех исследованных показателей в данном водном объекте не превышают ПДК.

На рисунке 2 показаны степени загрязненности разных водных объектов по присутствию индикаторных видов. Исследования выявили ряд характерных особенностей. Так, общие суммарные степени загрязненности расположены в пределах 1,7 – 3,1, что соответствуют степени загрязнения водных объектов Дамчикского участка от «крайне слабо загрязнённой» до «умеренно загрязнённой». Минимальная общая суммарная степень (1,7) отмечена в Анахинском перелазе, т.е. вода является «крайне слабо загрязнённой». С максимальной общей суммарной степенью (3,1) вода в раскатах является наиболее загрязнённой в Дамчикском участке. Раскаты относятся к умеренно загрязнённым водным объектам.

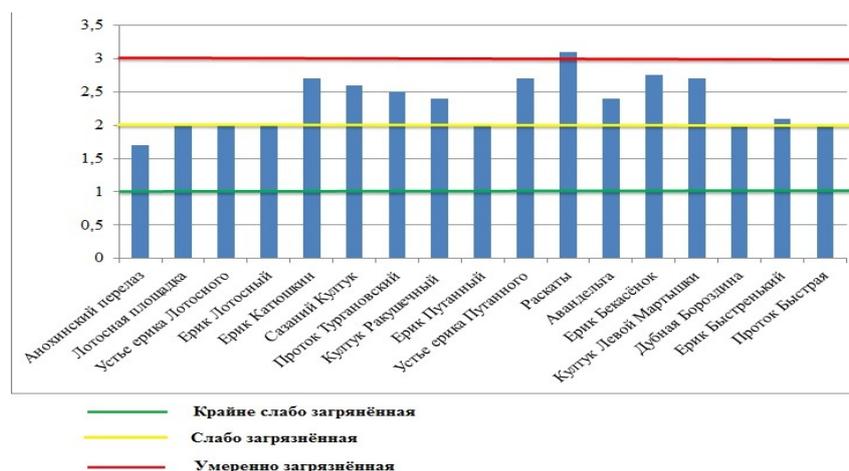


Рис. 2. Степени загрязненности водных экосистем Дамчикского участка

В летней межени в раскатах и авандельте нитевые водоросли и роголистник являются доминантами с проективной покрытием 90 – 100%. Остальные водные экосистемы характеризуются как «слабо загрязненные». Присутствие роголистника погруженного, ряски малой, рдеста блестящего и курчавого говорит об органических загрязнениях (в Сазаньем култуке, култуке Левои Мартышки, Ракушечном, устье ерика Путаного, ерике Катюшкин, Бекасёнок, в раскатах и авандельте).

С учётом видового разнообразия представителей водной макрофлоры и их индикаторной значимости определены общие трофности водных экосистем Дамчикского участка (рис. 3). Исследованные водные объекты по значению сапробности характеризовались как «олиготрофные» ( $s=1,45$ ) и «β-мезотрофной» ( $s=2$ ).

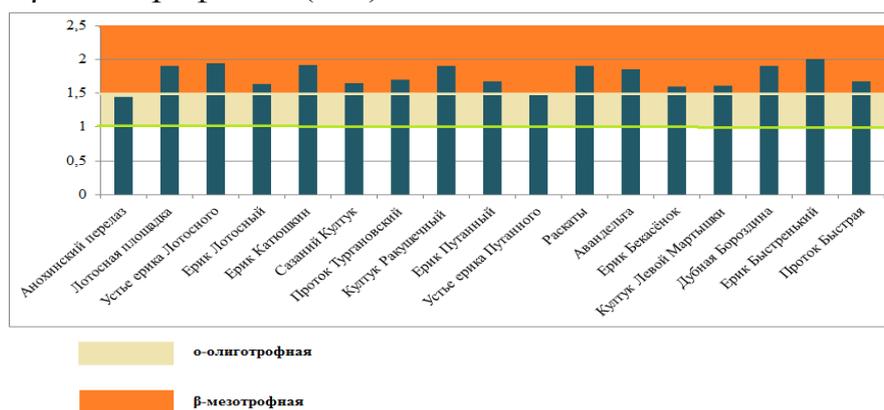


Рис. 3. Общие трофности водных экосистем на Дамчикском участке

В ходе исследований было установлено, что лишь Анохинский перелаз относится к олиготрофному типу. Вода перелаза является незагрязнённой, насыщенной кислородом (содержание растворенного кислорода от 10 до 12,1 мг/л), отсутствовал сероводород. Уровень БПК<sub>5</sub>

составлял 1,5 и более в период половодья. В воде наблюдалась небольшая концентрация углекислоты (карбонаты отсутствовали, содержание  $\text{HCO}_3^-$  отмечено на уровне 150 – 180 мг/л). Встреченные растения сальвиния плавающая, кувшинка белая, водокрас лягушачий и нитевые водоросли относятся к олигосапробам и  $\alpha$ - $\beta$  – сапробам. Остальные водные объекты входят в  $\beta$ -мезотрофному типу. В данных водных объектах были обнаружены высокие концентрации соединений азота в форме солей аммония, нитритов и нитратов (максимальная концентрация – 0,11; 0,15 и 1,7 мг/л соответственно), растворенный кислород в пределах от 6,8 – 11,4 мг/л. Характер биохимических процессов являлся окислительным, уровень БПК<sub>5</sub> колебался в пределах от 2 до 3,5.

В результате исследований авторы пришли к следующим выводам:

Значения ИЗВ оказались тесно связанными с макрофитным составом изученных водных экосистем. Анохинский перелаз относится к олиготрофному типу (с общей трофностью 1,45), вода перелаза является чистой (степень загрязнённости равна 1,7), ИЗВ = 0,47. В водной экосистеме присутствуют олигосапробы, такие как сальвиния и водокрас лягушачий. Сазаний кулдук (ИЗВ = 0,75; степень загрязнённости = 2,6; общая трофность = 1,9) и раскаты (ИЗВ = 0,78; степень загрязнённости = 3,1; общая трофность = 1,9), т.е. являются «умеренно загрязнёнными» и относятся к  $\beta$ -мезотрофному типу. В данных водных экосистемах наблюдалось массовое развитие нитевых водорослей, роголистника, ряски малой и многих видов рдеста. Остальные водные объекты (ерик Лотосный, Катюшкин, Путанный, Бекасёнок, Быстренький, проток Быстрая, Дубная Бороздина, Тургановкий, кулдук Ракушечный илевой Мартышки) относятся к «чистым» (ИЗВ от 0,5 до 0,7). В данных водных экосистемах было отмечено большое биоразнообразие, однако обнаружено много биоиндикаторных  $\beta$ -мезосапробных видов (до 8). Эти водные объекты относятся к  $\beta$ -мезотрофному типу и характеризуются как «слабо загрязнённые». По результатам исследований следует отметить, что все водные объекты пригодны для развития гидробионтов, заморов и гибели рыб не наблюдалось.

## Литература

1. Садчиков А. П., Кудряшов М. А. Экология прибрежно-водной растительности. – М.: Изд-во НИИ-Природа, РЭФИА, 2004. – 220 с.

## Роль простейших в процессах утилизации водных экстрактов нефтепродуктов

**Пахомова Н. А. , Минченко Е. Е.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра биоэкологии)

**Аннотация.** Исследована временная динамика роли микроорганизмов в очистке сенного настоя от дизельного топлива. Инфузории рода *Colpoda* и *Paramecium* фагоцитируют жидкую фракции загрязнителя. Коловратки проявляют активность в утилизации тяжелой фракции топлива.

**Abstract.** The time dynamics of the function that microorganisms play in decontamination of the hay infusion from diesel fuel were investigated in this paper. Ciliate genus *Colpoda* and *Paramecium* phagocytize liquid fractions of the pollutant. Rotifers display its activity in utilization of the heavy fraction of fuel.

**Ключевые слова:** инфузории, коловратки, биотестирование, дизельное топливо.

**Key words:** ciliates, rotifers, biotesting, diesel fuel.

В эколого-аналитическом контроле природных объектов все большее признание получают методы биологического тестирования, позволяющие оценить всю совокупность свойств исследуемой среды по ответным реакциям живых организмов. Чаще всего в качестве тест – объектов используются организмы, которые распространены в природе, участвуют в процессах самоочищения вод и обладают коротким жизненным циклом. Таким требованиям отвечают простейшие. В большинстве случаев используют культуру *Paramecium caudatum*. Тест – объектами могут быть и другие виды инфузорий, а также некоторые многоклеточные микроорганизмы, в том числе коловратки. Возможность непосредственного наблюдения под микроскопом морфологических и функциональных реакций микроорганизмов ставит их в особое положение по сравнению с другими тест – объектами.

*Целью исследования* было изучение реакций лабораторной культуры микроконсументов на загрязнение среды нефтепродуктами.

*Задачи исследования:* 1 – получить культуру микроконсументов из сенного настоя; 2 – выявить видовой состав организмов и выделить потенциальные виды, отвечающие целям биотестирования; 3 – изучить реакцию микроорганизмов на загрязнение среды дизельным топливом в

эксперименте; 4 – исследовать возможности адаптации микроорганизмов к нефтепродуктам.

В качестве тест-объекта была использована 10-суточная культура сенного настоя, содержащая инфузории *Paramecium caudatum*, *Colpoda aspera* и коловратки семейств Philodinidae и Dicranophoridae. Дизельное топливо (ДТ) разводилось в дистиллированной воде в концентрациях 0,1 мг/л, 1,0 мг/л и 10,0 мг/л. В чашках Петри в равных пропорциях смешивали 10-суточную культуру и водный раствор дизельного топлива заданных концентраций. Объем пробы составил 4 мл. Контролем в эксперименте был сенной настой. Биотестирование проводили в течение 6 суток. Просмотр проб проводили через 15 мин., 1 час, 24 часа, 2 сут., 4 сут., 6 сут. при увеличении: об.10х, ок.10х. Пробы фотографировали при увеличении 1х, 1,5х, 2х, 3х. Подсчет организмов производили в 10-ти полях зрения. В течение месяца проводилось описание поведенческих реакций инфузორий и коловраток.

В водных растворах ДТ заданных концентраций наблюдается экспоненциальный рост *Colpoda aspera*. Вспышка численности кольпод отмечена во всех пробах с ДТ. Численность организмов составила более 150 экз./п.зр. (рис. 1а). Они отличаются повышенной двигательной активностью. Цитоплазма инфузორий вакуолизирована. Число пищеварительных вакуолей у кольпод возрастает до 4-5 шт. Численность парамеций в растворах с ДТ также существенно возросла и составила 15-40 экз./п.зр. Отмечено увеличение количества пищеварительных вакуолей и у парамеций (рис. 1б). В детрите парамеции образуют группы численностью выше 50 экз./п.зр.

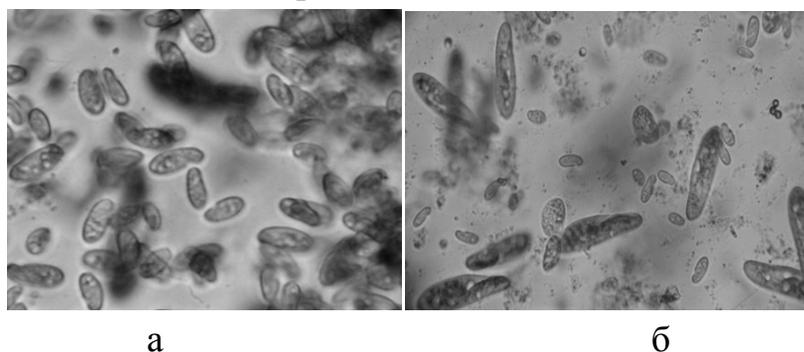


Рис.1. Проба  $C_{дт}=10,0$  мг/л спустя 1 сутки: а) экспоненциальный рост *Colpoda aspera*; б) увеличение размеров *Paramecium caudatum*; ув.

микроскопа об.10х, ок.10х; ув. фотоаппарата 1,5х, 3х

Через 4 суток инфузории *Colpoda aspera* практически полностью

цистировались. Во всех пробах отмечается появление инфузории *C. cucullus*. Это более крупные инфузории, они сохраняются в пробах в течение месяца и участвуют в утилизации нефтепродуктов (рис. 2).

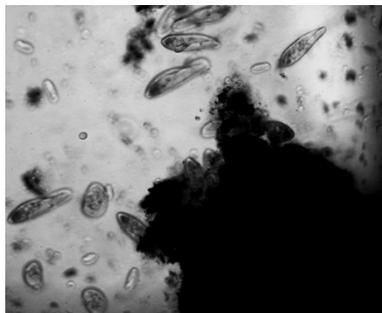


Рис. 2. Активное участие инфузорий *P. caudatum* и *C. cucullus* в утилизации нефтепродуктов: ув. микроскопа об.10х, ок.10х; ув. фотоаппарата 1,5х

Показатели численности *P. caudatum* в настое с ДТ на несколько порядков превышали контрольные. Отмечены четко выраженные фазные изменения численности инфузорий: стимуляция размножения инфузорий в растворах  $C_{\text{дт}} = 0,1$  мг/л и 1,0 мг/л (через 1 сутки и 4 суток соответственно). Показатели численности *P. caudatum* при добавлении  $C_{\text{дт}} = 10,0$  мг/л были выше, чем в контроле на ранних сроках опыта, однако на 5-6-е сутки вызвали угнетение популяции.

Проведенный эксперимент показал, что раствор ДТ заданных концентраций оказывает стимулирующее действие на инфузорий *P. caudatum* и *C. aspera* в первые сутки. Для всех видов инфузорий фактор питания на ранних этапах взаимодействия с растворами ДТ преобладает над токсичностью [1]. В последующие сроки опыта наблюдается снижение численности парамеций в 1.5-2 раза. В поздние сроки опыта численность парамеций колебалась в диапазоне 8-25 экз./п.зр., что свидетельствует об адаптивных возможностях популяции *P. caudatum* к действию ДТ. Численность кольпод в течение опыта изменялась скачкообразно. На поздних сроках опыта их численность снизилась, они единично встречались в поле зрения микроскопа.

Наблюдения в течение месяца показали, что под действием жизнедеятельности микроорганизмов произошла флокуляция коллоидных части и образование агрегатов ДТ. В области этих сгустков и сосредоточилась жизнедеятельность инфузорий и коловраток, численность которых составляла более 25 экз./п.зр. Первоначально они были представлены единичными экземплярами (рис. 3а). В течение опыта

экспоненциальное увеличение численности коловраток совпадает с уменьшением количества инфузорий (рис. 3б). По мере уменьшения объема (массы) сгустков органики численность коловраток на питательном субстрате уменьшилась, и на дне чашек Петри мы наблюдали появление коловраток в состоянии анабиоза, или высыхания (рис. 3в).

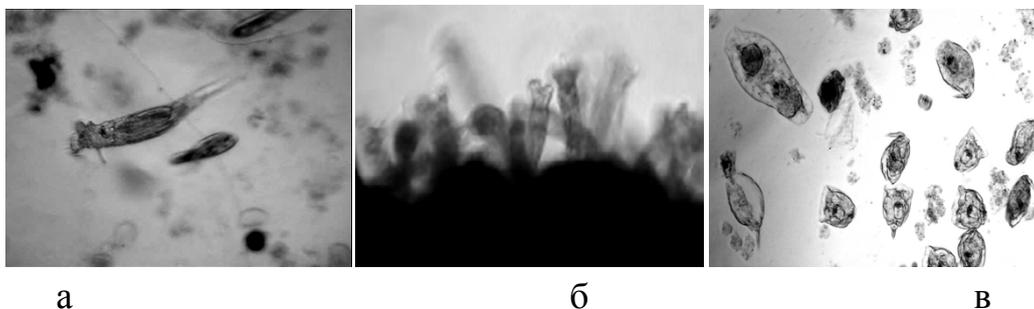


Рис. 3. *Philodina* sp. в опыте: а) в первые сутки наблюдений; б) через 30 суток; в) коловратки в состоянии анабиоза: ув. микроскопа об.10х, ок.10х; ув. фотоаппарата 1х, 2х

Таким образом, раствор, содержащий ДТ в концентрациях, даже значительно превышающих ПДК, уже в первые сутки стимулирует размножение инфузорий. Причиной вспышки численности являются нефтеокисляющие бактерии. Через двое суток численность инфузорий при всех концентрациях ДТ снижается, но остается во всех сериях опыта выше, чем в контроле. Следовательно, можно говорить о стимулирующей роли ДТ. В первые дни нефтяные углеводороды переходят в воду в больших количествах, а затем скорость перехода снижается, и уменьшение содержания питательных веществ вызывает инцистирование инфузорий [1]. Оставшаяся нефтяная пленка одновременно является субстратом и источником пищи для коловраток. По мере уменьшения площади органической пленки часть коловраток переходит в стадию покоя, или анабиоза. Процесс самоочищения от ДТ достаточно длительный, и в его окислении принимают участие различные виды живых организмов: на начальном этапе – нефтеокисляющие бактерии, жгутиконосцы и инфузории, на конечном этапе – коловратки. Своеобразие сменяющихся сообществ определяется нагрузкой по органическим веществам и эффективностью их разложения.

#### Литература

1. Гордеева Ф. В. Оценка токсичности воды и донных отложений водоемов и почв территории Тюменской области с использованием инфузории *Paramecium caudatum*: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Борок, 2010. – 24 с.

## **Мониторинг окружающей среды по поведенческим реакциям двустворчатых моллюсков**

**Поливцева Е. И., Гудимов А. В.** (*г. Мурманск, ФГБОУ МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды*)

**Аннотация.** Приспособление донных животных к непрерывным колебаниям факторов среды осуществляется, в первую очередь, в виде поведенческих адаптаций. Поведение многих двустворчатых моллюсков проявляется в основном в виде движений их створок. Однако поведенческие реакции моллюсков до сих пор слабо изучены. Достоверные доказательства факторной обусловленности поведения моллюсков и зависимости параметров движения створок от изменений природных факторов получены лишь недавно.

**Abstract.** Adaptation of benthic animals to continuous fluctuations of the environmental factors is exhibited in the form of behavioral adaptation. The main behavior of many bivalves is their shell moving activity. However, behavioral responses of the bivalves are still poorly understood. Reliable evidences of environmental dependence of the bivalve behavior and the behavioral parameters have been received just recently.

**Ключевые слова:** двустворчатые моллюски, он-лайн мониторинг, поведенческие реакции, биосенсор, адаптация, биоиндикация, водные экосистемы.

**Key words:** bivalves, on-line monitoring, behavioral responses, biosensor, adaptation, bioindication, aquatic ecosystems.

Экологические условия среды обитания определяют здоровье и качество жизни современного человека. Проблема загрязнения окружающей среды в целом и водных экосистем, в особенности, является одной из актуальных в современном обществе. Особенно остро она проявляется в местах размещения промышленных и добывающих производств, в городах и прилегающих к ним территориях.

Биоиндикация – оперативный, информативный и надежный метод диагностики состояния среды, позволяющий относительно быстро и в 1-2 параметрах оценить результат суммарного действия на организмы всех внешних факторов, включая комплексное загрязнение.

Некоторых двустворчатых моллюсков по ряду критериев можно отнести к перспективным объектам биоиндикации при оценке состояния водных экосистем. К ним, прежде всего, относятся моллюски-фильтраторы, так как они не только непрерывно фильтруют, но и,

одновременно, тестируют воду, пропуская ее через себя. Кроме того, экологическая роль моллюсков-фильтраторов определяется их способностью очищать воду от практически всех взвешенных и растворенных веществ.

Чтобы оценить перспективность использования некоторых видов малакофауны в качестве биоиндикаторов, точнее, индикаторов-биосенсоров оперативного состояния водных экосистем, необходимо обладать информацией о том, как влияют факторы внешней среды и загрязнители на жизнедеятельность моллюсков.

Приспособление донных животных к колебаниям факторов среды проявляется в первую очередь в виде адаптаций поведенческого характера. Основными формами поведения прикрепленных двустворчатых моллюсков являются движения их створок, регистрируемые по параметрам – средний уровень раскрытия и аддукция.

Изучение механизмов регуляции поведения двустворчатых моллюсков было начато И.П. Павловым в 1885 году[2]. Павловым было установлено, что любые существенные изменения в среде вызывают укорочение периодов активности, изменение частоты смены периодов активности и покоя, а также увеличение продолжительности изоляции раковин.

За границей такие исследования в разное время проводили ряд ученых. Так, например, Г.Барнс в 1955 году наблюдал заметное изменение частоты движения створок беззубки *Anodonta cygnea* при изменении температуры [4]; В. Лузанов в 1935 году проводил исследования по влиянию температуры на раскрытие раковин *Venus mercenaria*[7]; в 1954 году М.Беннет была выявлена взаимосвязь поведения *Venus mercenaria* в естественной среде обитания с изменением времени суток, приливами, отливами и фазами Луны [5]; Я.Шаланки в 1965 – 1974 годах выявил, что быстрое повышение температуры на 10<sup>0</sup>С приводит к увеличению частоты ритмической активности *Anodonta cygnea*[9]; П.Хиггинс в 1980 году исследовал влияние пищи на движение створок *Crassostera virginica*[6]; К.Ньюэлл в 1998 году выяснил, что раскрытие створок и сифона *Mytilus edulis* в значительной степени зависит от концентрации частиц, движущихся с постоянной скоростью течения, при длительном пребывании в зоне низкой концентрации происходит закрытие створок, снижается скорость фильтрации[8].

Исследования поведения двустворчатых моллюсков в природных условиях в России были начаты в 1986 году Гудимовым А.В. Исследования были выполнены в проточной морской аквариальной ММБИ КНЦ РАН (пос. Дальние Зеленцы Мурманской области). Измерения параметров окружающей среды производились в аквариальном протоке и непосредственно в губе Дальняя Зеленецкая, на берегу которой находилось здание института с аквариальными помещениями. Измерялись следующие параметры поведения моллюсков: уровень раскрытия створок (УРС), частота схлопываний (аддукция, – АДД) и амплитуда (АМП) раскрытия створок. По окончании исследований было сделано несколько важных выводов, среди них отметим следующие – мидии активно контролируют уровень раскрытия раковин в зависимости от текущих изменений окружающей среды; в природных условиях створки раковин мидий всегда открыты в той или иной степени.

Обнаруженная чувствительность морских двустворчатых моллюсков к колебаниям факторов среды создает основу для разработки методологии измерения истинного уровня активности моллюсков. Применение данной методологии позволяет выйти на новый уровень экологических исследований и экологических зависимостей, существенно повысить точность и качество экспериментальных исследований. Перспектива прикладного применения данного метода заключается в проведении непрерывного контроля качества вод посредством оперативного биомониторинга и биоиндикации загрязнения в реальных природных условиях.

Для решения этой проблемы необходима разработка и внедрение новой технологии биомониторинга на основе регистрации реакций организмов-биосенсоров в реальном времени. Сегодня в разработку таких систем вовлечены несколько стран, среди них: Голландия, Германия, Франция, Венгрия, Польша, Норвегия, Россия, США.

Разрабатываемая в ММБИ КНЦ РАН технология оперативного биомониторинга и биоиндикации основана на распознавании экологически опасных изменений среды по функциональным реакциям морских двустворчатых моллюсков-биосенсоров.

В течение 20 лет в ММБИ прошли испытания как биосенсоры и объекты биотестирования разных видов загрязнения такие моллюски-мониторы, как мидия, модиолус, гребешок, кардиум, мия и другие.

Разработанная в ММБИ технология оперативного (он-лайн) биомониторинга и биоиндикации позволяет в режиме реального времени с максимальной оперативностью выявлять уровень фактической (а не относительно-оценочной или экспериментально-теоретической) благоприятности природных условий, и, соответственно, безопасности водной среды для живых организмов и экосистем.

Технология биосенсорного мониторинга на основе оперативной биоиндикации многократно эффективнее и дешевле традиционного экологического биомониторинга. Она позволяет немедленно обнаруживать опасные изменения среды в любом временном масштабе, обеспечивая автоматическое непрерывное выполнение экологического контроля, чем достигается принципиально иной, максимальный уровень экологической безопасности[1].

#### Литература

1. Гудимов А.В. Оперативный биомониторинг на основе биосенсоров – современная технология контроля экологической безопасности// Сервер промышленный, № 1(41).2012. С.17-18.
2. Павлов И.П. (1885).Как беззубка открывает свои створки. ПСС, т. 1, М.-Л., 1951, с. 466-496.
3. Флеров Б. А. Эколого-физиологические аспекты токсикологии пресноводных животных. Л.: Наука, 1989. 144 с.
4. Barnes G.E. The behaviour of *Anodonta cygnea* L., and its neurophysiological basis. *J. Exp. Biol.*, 1955, Vol. 32, pp. 158-174.
5. Bennett M.F. The rhythmic activity of the quahog, *Venus mercenaria*, and its modification by light. // *Biol. Bull. mar. biol. Lab.*, Woods Hole, 1954, Vol. 107, p. 174-191.
6. Higgins, P.J. Effects of food availability on the valve movements and feeding behaviour of juvenile *Crassostrea virginica* (Gmelin). I. Valve movements and periodic activity. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 1980, Vol. 45, pp. 229-244.
7. Loosanoff V.L. Effects of temperature upon shell movements of clams, *Venus mercenaria*. *Biol. Bull.*, 1939; Vol. 76: 171-182.
8. Newell, C.R., Campbell, D.E., Gallagher, S.M; Development of the mussel aquaculture lease site model MUSMOD®: a field program to calibrate model formulations. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 1998, Vol. 219, pp. 143-169.
9. Salanki, J., Lukacsovics, F., Hiripi, L. The effect of temperature variations on the rhythmic and periodic activity of the fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.). *Annal. Biol. Tihany*, 1974; Vol. 41, pp. 69-79.

## Особенности питания звездчатого ската (*Amblyraja radiata* Donovan, 1808) в разных районах Баренцева моря в 2005 – 2010 гг.

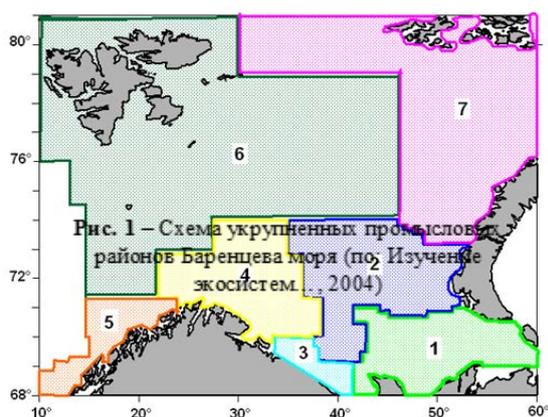
Попова М. Ю. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра биоэкологии)

**Abstract.** This article is based on the nourishment analysis of a thorny skate in the Barents Sea and adjacent water regions in 2005-2010. The aim of the article was to study the nourishment nature of the thorny skate in different areas of the Barents Sea. According to the results of the investigation we could conclude that the North-Western and Central areas of the Barents Sea are the most favorable for the skates feeding and the worst feeding conditions was revealed in the coastal Murman regions.

В водах Северной Атлантики встречаются представители 4-5 семейств скатов, многие из которых являются промысловыми видами и их запасы подвержены рыболовному прессу [1]. В водах Баренцева моря встречаются представители только семейства Rajidae. Наиболее распространенным и массовым видом является звездчатый скат [2, 3].

Обработка информации проводилась на основе биологического материала, собранного сотрудниками ПИНРО на научных и научно-промысловых судах в 2005-2010 гг. по принятым методикам [4].

Частота встречаемости в желудках (ЧВ) отдельных организмов (или их групп) определялась из отношения числа указаний на их присутствие в желудках к количеству вскрытых желудков с пищей (не пустых) и выражалась в процентах. Пищевые объекты, по возможности, определялись с точностью до вида.



При пространственном анализе особенностей питания звездчатого ската использовали районирование Баренцева моря по укрупненным районам (в соответствии с Рис. 1): 1 – Восточные, 2 – Центральные, 3 – Прибрежные, 4 – Западные, 5 – Побережье Норвегии, 6 – Северо-Западные и 7 – Северо-Восточные.

**Восточные районы.** В Восточных районах Баренцева моря в желудках звездчатого ската отмечалось около 20 пищевых объектов, из которых по частоте встречаемости преобладали ракообразные.

Среди ракообразных встречались представители трех отрядов: Decapoda (креветка, краб хиас, рак-отшельник) – 54 %, Amphipoda (бокоплав) – 42 % и Euphausiacea (эвфаузииды) – 4 %.

Среди рыбных объектов, отмеченных в желудках звездчатых скатов в Восточных районах Баренцева моря, наиболее часто встречались донные виды рыб (ЧВ – 7,8 %) небольших размеров, такие как люмпенусы, триглопсы, лисички, молодь трески и пикши. Из пелагических видов были отмечены сельдь и мойва (ЧВ – 2,9 %).

Отмечен единичный случай потребления звездчатым скатом двустворчатых моллюсков. В редких случаях в желудках скатов отмечались отходы промысла, что, возможно, связано с низкой активностью промыслового флота в этих районах.

Центральные районы. В Центральных районах Баренцева моря в желудках рыб было обнаружено около 30 объектов питания, из которых частота встречаемости была наиболее высокой (70 %) у ракообразных. Среди ракообразных в желудках звездчатого ската отмечались представители преимущественно отряда Decapoda (креветки, крабы, рак-отшельник) – 51 % и Amphipoda (гаммариды) – 28 %, реже Euphausiacea (эвфаузииды) – 20 % и единично Isopoda (равноногие) – 1 %.

Из рыб (14 видов) в желудках звездчатого ската встречались как донные (чаще камбала-ерш, люмпенусы, рогатковые и молодь пикши, также отмечались молодь трески, триглопсы, ликоды и лисички) (ЧВ – 11 %), так и пелагические (большинстве случаев были обнаружены мойва и сайка, реже встречалась сельдь) (ЧВ – 4 %) виды.

Среди немногочисленных головоногих моллюсков чаще других встречался кальмар, а из иглокожих – в единичных случаях в желудках скатов отмечены офиуры.

Принимая во внимание, что в желудках звездчатого ската было обнаружено около 30 компонентов питания, можно предположить, что в Центральных районах Баренцева моря условия для откорма звездчатого ската удовлетворительные.

Прибрежные районы. В Прибрежных районах Баренцева моря спектр питания звездчатого ската был достаточно узким и представлен такими группами организмов, как рыба, ракообразные и черви. По частоте встречаемости в желудках ската преобладали рыбы (52,6 %) – песчанка, сельдь, единично камбала-ерш. Такие виды, как мойва, треска, пикша в

рационе звездчатого ската в этих районах отсутствовали. Достаточно интенсивно скат поедает полихет, которые встречались в трети (34,6 %) всех вскрытых желудков с пищей. Среди ракообразных по частоте встречаемости преобладали гаммариды и эвфаузииды (по 7,7 %), реже отмечалась креветка. Особенностью питания звездчатого ската в прибрежных районах Мурмана можно считать то, что, помимо рака-отшельника и краба хиаса, в его желудках единично отмечался камчатский краб.

Западные районы. В Западных районах Баренцева моря в желудках звездчатого ската было выявлено несколько групп организмов, которые по частоте встречаемости распределились следующим образом: ракообразные – 62 %, черви и рыба – по 30 %, моллюски – 4 %, иглокожие – 1 % и 8 % приходилось на долю прочих объектов. Из ракообразных наиболее часто в желудках встречалась креветка (ЧВ – 27,9 %), эвфаузииды (19,0 %) и гаммариды (9,7 %). Единично в желудках ската отмечен рак-отшельник.

Вторыми по значимости в питании после креветки были полихеты, их встречаемость в желудках составила 20,8 %.

Основу рыбного рациона формировала мойва, ЧВ которой составила 10,2 % (72 % среди всех рыб, идентифицированных в желудках).

В Западных районах отмечалось разнообразие в потреблении объектов, не относящихся к основному корму звездчатого ската в Баренцевом море, таких как иглокожие нескольких видов (голотурии, офиуры, морские ежи), двустворчатые и брюхоногие моллюски.

Как и в Центральных районах, на западе моря выявлен достаточно широкий спектр питания ската и относительно высокая степень наполнения его желудков в течение года, что может указывать на удовлетворительные условия откорма звездчатого ската в Западных районах моря.

Северо-Западные районы. В Северо-Западных районах Баренцева моря в желудках звездчатого ската было обнаружено более 40 пищевых компонентов. По видовому разнообразию наиболее широко были представлены рыбы (более 15 видов), а по частоте встречаемости преобладали ракообразные (79,6 %).

Встречаемость донных (ликоды, триглопс, люмпенусы, бычки, камбала-ерш, лисички, а также молодь окуня, пикши и трески) и пелагических (мойва, путассу, сайка, сельдь, нотолепис, миктоф) видов рыб в желудках звездчатого ската была относительно равной, 7,6 и 6,5 %

соответственно. Помимо этого, в отдельных случаях, в желудках скатов встречалась икра и личинки рыб.

Ракообразные в желудках ската были представлены несколькими отрядами, среди которых наиболее часто, как и в других районах моря, встречались представители Decapoda (67 % от всех ракообразных), прежде всего северная креветка, рак-отшельник, краб хиас. Реже отмечались Amphipoda (гаммариды и гипериды) – 21 % и Euphausiacea (эвфаузииды) – 12 %, единично – Mysidacea (мизиды).

По встречаемости отдельных организмов полихеты (22,5 %) были вторым после креветки (40,6 %) объектом питания ската. В этих районах достаточно активно звездчатый скат также потреблял головоногих моллюсков, прежде всего осьминогов, значительно реже (почти в 4 раза) кальмаров. Ракушковые формы моллюсков, равно как и офиуры, в желудках звездчатого ската встречались единично. Среди прочих объектов питания в желудках скатов были отмечены пикногоны, гребневики, оболочники, водоросли, а также отходы промысла.

В целом можно предположить, что в Северо-Западных районах Баренцева моря условия для откорма звездчатого ската вполне благоприятные, поскольку в этих районах отмечен наиболее широкий спектр его питания, а СБН в течение года сохранялся на относительно высоком уровне. Основу питания составляли креветка, полихеты, гаммарусы, эвфаузииды, осьминоги, путассу и мойва.

Побережье Норвегии и Северо-Восточные районы. Структура питания звездчатого ската в этих районах Баренцева моря не рассматривалась, поскольку объем собранного материала недостаточен для проведения анализа.

В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что наиболее благоприятными для откорма звездчатого ската являются Северо-Западные и Центральные районы Баренцева моря, а худшие условия откорма отмечены в прибрежных районах Мурмана.

## Литература

13. Глухов, А.А., Мухин, А.И. Пути оптимизации рыболовства в Баренцевом море / А.А. Глухов, А.И. Мухин // Всесоюз. конф. по рац. использ. биол. ресурсов окраин. и внутр. морей СССР. – М., 1989. – С. 41-44.

14. Андрияшев, А.П. Рыбы северных морей СССР / А.П. Андрияшев; М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – 566 с.
15. Atlas of the Barents Sea fishes / R. Wienerroither, E. Johannesen, H. Langoy [et al.]. – Bergen: IMR, 2011. – 272 p. – (IMR/PINRO Joint Report Series, ISSN 1502-8828; No. 1/2011).
16. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Выпуск 1. Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского Севера и Северной Атлантики. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во ВНИРО, 2004. – 300 с.

## **Особенности обеспечения безопасности работ при ведении действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ на радиационно-опасных объектах**

**Туник В. П., Кузнецов А. В.** (г. Мурманск, кафедра общетехнических и специальных дисциплин, Мурманский филиал ФБГОУ ВПО «Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России», Специальное управление ФПС №48 МЧС России)

**Аннотация.** Обеспечение радиационной безопасности и безопасности труда при тушении пожаров на радиационно-опасных объектах.

**Abstract.** Radiation safety and safety for fire extinguishing radiation hazardous objects.

**Ключевые слова:** экология, безопасность, радиационная безопасность, тушение пожара, радиационно-опасные объекты.

**Key words:** ecology, safety, radiation safety, fire-fighting, radiation hazardous facilities.

Специальное управление ФПС № 48 МЧС России охраняет пять ЗАТО Мурманской области, в которых находятся объекты с хранением отработанного ядерного топлива, твердых и жидких радиационных отходов. Также под охраной управления находятся предприятия производящие ремонт атомных подводных лодок. В управлении создана нештатная служба радиационной, химической и биологической защиты, которая отвечает, в том числе, за экипировку сотрудников на случай аварий на охраняемых радиационно-опасных объектах (РОО).

В настоящий момент на вооружении подразделений управления находятся радиационно-защитные комплекты одежды для пожарных (РЗК). Такой комплект предназначен для защиты пожарных, охраняющих объекты атомной энергетики от внешнего облучения бета и частично гамма излучениями, повышенных температур, тепловых потоков, проникновения (инкорпорации) радиоактивных газов и аэрозолей через дыхательные пути и пищеварительный тракт, а также радиоактивного загрязнения кожи и слизистых оболочек. РЗК используется в комплекте с дыхательным аппаратом со сжатым воздухом. Комплект позволяет исключить субтотальный радиационный ожог и понизить воздействие проникающих излучений на органы и ткани с учётом их различной чувствительности к возникновению детерминированных и стохастических

эффектов облучения, увеличивая тем самым вероятность сохранения жизни при неконтролируемых переоблучениях, а также увеличивая продолжительность времени пребывания в зоне контролируемого облучения.

Сотрудниками Специального управления уделяется большое внимание проблеме безопасности человека и окружающей среды, ведется тщательная подготовка личного состава к возможному тушению пожара или проведению аварийно-спасательных работ на РОО.

Радиационная авария – потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей выше установленных норм или к радиоактивному загрязнению окружающей среды.

При радиационной аварии система радиационной безопасности населения основывается на следующих принципах: предполагаемые мероприятия по ликвидации последствий радиационной аварии должны приносить больше пользы, чем вреда; виды и масштаб деятельности по ликвидации последствий радиационной аварии должны быть реализованы таким образом, чтобы польза от снижения дозы ионизирующего излучения, за исключением вреда, причиненного указанной деятельностью, была максимальной.

Установлены следующие основные гигиенические нормативы (допустимые пределы доз) облучения на территории Российской Федерации в результате использования источников ионизирующего излучения: для населения средняя годовая эффективная доза равна 0,001 зиверта или эффективная доза за период жизни (70 лет) – 0,07 зиверта; в отдельные годы допустимы большие значения эффективной дозы при условии, что средняя годовая эффективная доза, исчисленная за пять последовательных лет, не превысит 0,001 зиверта; для работников средняя годовая эффективная доза равна 0,02 зиверта или эффективная доза за период трудовой деятельности (50 лет) – 1 зиверту; допустимо облучение в годовой эффективной дозе до 0,05 зиверта при условии, что средняя годовая эффективная доза, исчисленная за пять последовательных лет, не превысит 0,02 зиверта. В случае радиационных аварий допускается облучение, превышающее установленные основные гигиенические нормативы

(допустимые пределы доз), в течение определенного промежутка времени и в пределах, определенных санитарными нормами и правилами.

Планируемое повышенное облучение граждан, привлекаемых для ликвидации последствий радиационной аварии, аварийно-спасательных работ и дезактивации, может быть обусловлено только необходимостью спасения людей и (или) предотвращения еще большего облучения их. Облучение граждан, привлекающихся к ликвидации последствий радиационных аварий, не должно превышать более чем в 10 раз среднегодовое значение основных гигиенических нормативов облучения для работников (персонала). Планируемое повышенное облучение граждан, привлекаемых для ликвидации последствий радиационных аварий, допускается один раз за период их жизни при добровольном их согласии и предварительном информировании о возможных дозах облучения и риске для здоровья.

Поражение радиоактивностью возможно при тушении пожаров на атомных электростанциях, других объектах атомной промышленности. Сама угроза радиоактивного заражения психологически сильно действует на людей. Последнее усиливается невидимостью радиоактивности, сомнениями в интенсивности радиоактивного излучения, необычностью и неизвестностью этого фактора, знанием тяжелых последствий от него. В условиях радиоактивности при тушении пожара приходится считаться с возможностью появления лучевой болезни личного состава, ранее подвергшегося радиоактивному облучению. Поэтому психологическая реакция личного состава на радиоактивную опасность может базироваться как на сознании опасности (нередко ее переоценки), так и на основе психофизиологических симптомов развивающейся лучевой болезни. Подготовка к действиям в условиях радиоактивности особенно сложна и своеобразна.

Планирование действий по тушению пожаров органами управления Государственной противопожарной службы (ГПС) и подразделениями ГПС предполагает разработку плана тушения пожара на РОО и плана привлечения сил и средств территориального гарнизона ГПС при тушении пожара (ликвидация последствий радиационной аварии) на РОО.

Личный состав подразделений ГПС, привлекаемых на тушение и ликвидацию последствий радиационной аварии на РОО, проходит обучение по специальной программе, которая включает следующую тематику

занятий: особенности ведения боевых действий в условиях повышенных уровней ионизирующих излучений; организация дозиметрического контроля; меры по защите личного состава от радиоактивного заражения; проведение санитарной обработки личного состава, дезактивации и дозиметрического контроля боевой одежды и снаряжения, пожарной техники; взаимодействие со специальными службами РОО.

Для проведения занятий привлекаются соответствующие специалисты РОО. В целях обеспечения безопасного ведения работ по ликвидации горения и чрезвычайных ситуаций на РОО, включая ядерные реакторы, предприятия с хранением и обращением радиоактивных материалов, транспортные средства, перевозящие радиоактивные материалы или источники ионизирующего излучения, должностные лица органов управления и подразделений ГПС совместно с администрацией объекта, в соответствии с нормами радиационной безопасности, разрабатывают Инструкцию о порядке организации и проведения работ по ликвидации горения и ЧС на территориях, в зданиях и помещениях на РОО.

Работы по ликвидации ЧС и их последствий, связанных с возможным переоблучением личного состава подразделений ГПС, проводятся под радиационным контролем по специальному разрешению (допуску). При ликвидации горения в организациях с хранением и обращением радиоактивных веществ администрация организации обеспечивает личный состав подразделений ГПС средствами защиты от излучения, приборами дозиметрического контроля и средствами индивидуальной санитарной обработки людей и дезактивации техники. Так же она организывает дозиметрический и радиационный контроль облучения участников тушения пожара, а по окончании тушения (в течение не более суток) выдает установленный документ о полученной дозе облучения каждым участником. При дозах, приближающихся к допустимому порогу, администрация объекта обязана сообщить об этом руководителю тушения пожара.

При ликвидации горения огнетушащие вещества подаются только тонкораспыленными, в виде мощных импульсных струй, распыляющихся на большие расстояния и только по горячей площади, обеспечивая высокую точность огнетушащего воздействия и малый расход огнетушащих средств, при этом снижается степень распыления радиоактивной пыли и повторное возникновение пожара. Использовать

зараженную воду из контура охлаждения атомного реактора для тушения или защиты на пожаре запрещено.

Для работ по ликвидации чрезвычайной ситуации и горения на РОО привлекают минимально необходимое количество личного состава (с учетом резерва для сменного режима работы), так же стараются использовать только необходимое количество пожарной и другой приспособленной техники для работы в условиях воздействия радиации. У входа в опасную зону (здание, помещение) выставляют пост безопасности, возглавляемый лицом среднего или старшего начальствующего состава подразделений ГПС. Обязательно заполняется журнал учета работы личного состава подразделений ГПС в условиях радиации.

Руководитель тушения пожара через администрацию объекта организует инструктаж личного состава подразделений ГПС, направляемого для выполнения работ, по радиационной безопасности. Он разъясняет характер и последовательность работ, а также обеспечивает контроль за временем пребывания каждого специалиста в опасной зоне и своевременной заменой в установленные администрацией (дозиметрической службой) сроки. Во время ликвидации чрезвычайной ситуации, горения на РОО руководитель тушения пожара контролирует непрерывное ведение радиационной разведки; своевременное и умелое использование средств индивидуальной и коллективной защиты, защитных свойств техники, ПТВ и местности; использование противорадиационных препаратов, антидотов, средств экстренной медицинской помощи; выбор наиболее целесообразных способов передвижения и тушения пожаров в зоне заражения; строгое соблюдение установленных правил поведения личного состава на зараженной местности.

Для ликвидации чрезвычайной ситуации на РОО используют специальную пожарную и другую технику, имеющую защиту от радиации. Непригодную пожарную технику можно использовать только на таком участке, где технику можно установить со стороны неповрежденных, капитальных стен или зданий, которые могут служить экраном от ионизирующих излучений. Перегруппировка сил и средств производится всегда с учетом радиационной обстановки. Пункты сбора (размещения) резервных сил и средств не должны располагаться с подветренной стороны от источников радиоактивного излучения.

После ликвидации пожара и чрезвычайных ситуаций на радиационно-опасных объектах весь личный состав подразделений государственной противопожарной службы, участвовавший в тушении пожара, проходит медицинское обследование в специализированном медицинском учреждении. Проводится дезактивация пожарной техники, пожарнотехнического вооружения, средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения и имущества на специальных обмывочных пунктах.

Подразделения государственной противопожарной службы стоят на страже безопасности и успешно выполняют свои функции по ликвидации чрезвычайных ситуаций на радиационно-опасных объектах, так как имеют достаточно сил, необходимых средств и специальную качественную подготовку для этой работы.

# **ЭНЕРГЕТИКА И ТРАНСПОРТ**

## **Использование газогенераторной технологии при утилизации древесных отходов**

**Авдюнин Е. Г.<sup>1</sup>, Малышев В. С.<sup>1</sup>, Трояновский А. Б.<sup>2</sup>** (<sup>1</sup> г. Мурманск, ФГБОУВПО МГТУ, кафедра энергетики и транспорта; <sup>2</sup> Г. Иваново, Ивановский государственный энергетический университет)

**Аннотация.** Общий запас древесины в России превышает 80 млрд. куб. м., благодаря чему наша страна занимает лидирующее место в мире по площади лесного фонда и его количеству на одного жителя. Потенциал использования биомассы в России составляет: валовый (467 млн. т/год), технический (129 млн. т/год), экономический (69 млн. т/год), включая отходы агропромышленного комплекса – до 80 млн. т/год; отходы лесопромышленного комплекса – более 30 млн. куб. м. (2). В то же время в районы Крайнего Севера, Дальнего Востока и Сибири ежегодно завозится порядка 6-8 млн. тонн жидкого и 20-25 млн. тонн твердого топлива. Использование биомассы в энергетических целях актуально также с точки зрения экологического аспекта, т.к. приведет к снижению выбросов парниковых газов в совокупности с утилизацией бытовых, промышленных, древесных и сельскохозяйственных отходов.

### **1. Введение**

Приведен обзор литературы, основной задачей которого являлся анализ методов исследования термической конверсии биомассы с оценкой состава и энергетического потенциала продуктов реакции, а также рассмотрение разработанных на сегодняшний день установок непрерывного пиролиза и газификации твердого топлива (1). Для описания процесса пиролиза используются различные кинетические модели, отличающиеся количеством либо независимых параллельных (обычно от одной до трех), либо независимых последовательных (характерных для различных температурных интервалов) химических реакций, ответственных за выход летучих. В первом случае точность математического моделирования гораздо выше, что делает данный подход более приоритетным при оценке кинетики термической конверсии.

### **2. Описание процесса**

Рассмотрены вопросы, связанные с составом продуктов термической конверсии. Отмечено, что при низких температурах 200°C–400°C вклад в образование газа вносят преимущественно два компонента биомассы – гемицеллюлоза и целлюлоза. Продуктами пиролиза в этом диапазоне являются

CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, причем, более 60 % от общего объема газа составляют монооксид и диоксид углерода приблизительно в равных долях. Их пики выхода наблюдаются при температурах 350°C–400°C, далее следует резкое уменьшение генерации этих газов. Для метана характерны два максимума выхода при 300°C и 520°C, в зоне высоких температур его доля быстро уменьшается. Интенсивность образования водорода резко нарастает от 200°C до 340°C и далее отмечается постоянный небольшой прирост во всем интервале температур. В области 350°C–500°C происходит преимущественно разложение лигнина. На этот компонент приходится почти 60% водорода и 50% монооксида углерода от общего производства пиролизного газа. На всем диапазоне проведения эксперимента отмечается рост образования газа и снижение массовой доли угольного остатка с повышением температуры. Для жидкой фазы характерен пик при 600°C, затем следует резкое снижение вклада этой фракции в продукты распада лигнина, что объясняется ее переходом в газообразную фазу.

Проведенный анализ реакторов показывает, что современные технологии пиролиза биомассы могут быть разделены по таким характерным признакам, как скорость нагрева (быстрый, медленный пиролиз) и среда, в которой происходит пиролиз (вакуумный, гидропиролиз, метанопиролиз). Наибольшее применение находят технологии быстрого пиролиза биомассы, которые можно подразделить на следующие основные типы: пиролиз в кипящем слое; пиролиз в циркулирующем кипящем слое, абляционный пиролиз, пиролиз в циклонных реакторах, вакуумный пиролиз. Среди основных типов реакторов газификации принято выделять следующие три класса: реактор с неподвижным или подвижным слоем, реактор с кипящим слоем, реактор с вдуваемым потоком газа. Упомянутые типы газификаторов в общем случае не конкурентны между собой и применимы в разных диапазонах мощностей, что объясняется соответствующими удельными затратами на подготовку сырья, параметрами реакции (давление, температура), расходами окисляющей среды.

Рассматривается методология расчета вредных выбросов, широко применяемая в передовых европейских странах, в которых платы за выбросы достаточно велики. В Российской Федерации суммы штрафов за вредные выбросы уступают зарубежным показателям, но, тем не менее, экологический

аспект может также сыграть важную роль в выборе системы тепло- и электроснабжения, как в способах подготовки и очистки горючего топлива.

Проведен анализ отечественной и зарубежной литературы, в частности, трудов Аверьянова В.К., Будыко М.И., Гюльмалиева А.М., Канторовича Б.В., Масленникова В.М., Сергеева В.В., Фортова В.Е., Христиановича С.А., Шейндлина А.Е., Школлера М.Б., Басу П, Бриджвотера А.В., Вархеги Г., Ларсона Е.Д., Рабля А., Фенгела Д, и др. На основе проанализированной информации были сформулированы задачи дальнейшего исследования.

Проведен анализ экспериментальных исследований термогравиметрических характеристик биомассы и продуктов ее термической конверсии. В ряде работ были исследованы несколько образцов древесных пород, наиболее часто встречающиеся в средней полосе Российской Федерации, среди которых береза, дуб, сосна. В экспериментах нагревание проводилось в среде инертного газа (аргона) от комнатной температуры до температуры 1000°С с темпом нагрева равным 10°С/мин. Скорость прокачки газа через камеру нагрева составляла 150 см<sup>3</sup>/мин.

Для интерпретации экспериментальных данных использовалась схема, состоящая из четырех независимых параллельных реакций, каждая из которых описывает термическое разложение одного из компонентов, входящих в состав исходного сырья (гемицеллюлоза, целлюлоза, лигнин, остальное). Рассматриваемый диапазон температур: 200°С–1000°С. Изменение концентрации исследуемого образца для одной из составляющих, связанное с выходом летучих, можно записать в виде:

$$-\frac{dC_i}{dt} = k_i \cdot C_i^n \quad (1)$$

где  $C_i$  – концентрация  $i$  – того компонента в исходном сырье (доля неразложившегося вещества),  $k_i$  – константа скорости реакции,  $c^{-1}$ ;  $n$  – порядок реакции,  $t$  – время, с.

Процесс пиролиза сопровождается тепло- и массопереносом, обусловленным выделением летучих веществ из биомассы при постоянном подводе тепла в неизотермических условиях. Это приводит к необходимости учитывать зависимость констант скорости реакции от температуры. Константы скорости представлялись в виде полинома Аррениуса:

$$k_{io} = k_i \cdot \exp(-E_i / RT), \quad (2)$$

где  $k_{oi}$  – предэкспоненциальный множитель,  $c^{-1}$ ;  $E_i$  – энергия активации,  $кДж/моль$ ;  $R$  – газовая постоянная,  $кДж/(моль \cdot К)$ ;  $T$  – абсолютная температура,  $К$ .

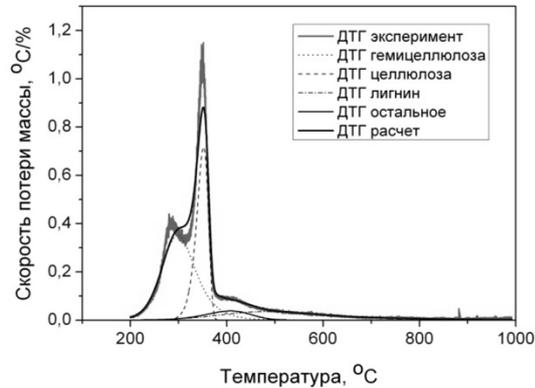


Рис. 1. ДТГ-кривые (опытная и расчетная) для древесины дуба

Более наглядное представление о деструкции материала из древесины дает дифференциальная термогравиметрическая характеристика (ДТГ), позволяющая оценить скорость разложения не только всего образца, но и каждого из четырех компонентов, входящих в его состав (рис. 1).

Проведенные расчеты (табл. 1) показывают, что для целлюлозы значения всех кинетических параметров весьма близки: отклонение лежит в диапазоне менее 10%.

Таблица 1 – Кинетические параметры пиролиза древесины.

Компонент	Кинетические параметры	Дуб	Береза	Сосна
Гемицеллюлоза	$\ln k_0$ (1/сек)	14,99	17,19	16,56
	$E$ (кДж/моль <sup>-1</sup> )	109,6	119,9	122,9
	$n$	2,045	1,263	2,210
Целлюлоза	$\ln k_0$ (1/сек)	45,26	44,62	49,08
	$E$ (кДж/моль <sup>-1</sup> )	273,0	273,8	299,6
	$n$	1,001	1,001	1,001
Лигнин	$\ln k_0$ (1/сек)	0,001	0,001	0,001
	$E$ (кДж/моль <sup>-1</sup> )	58,85	63,23	69,25
	$n$	2,487	4,044	2,864
Остальное	$\ln k_0$ (1/сек)	5,795	5,747	21,46
	$E$ (кДж/моль <sup>-1</sup> )	81,79	79,66	125,4
	$n$	1,106	1,001	1,064

Для лигнина и гемицеллюлозы разброс значений кинетических параметров несколько больше, что может быть обусловлено различным химическим строением данных полимеров. Для четвертого компонента количественный разброс в данных наиболее велик, что может говорить о

неоднозначной детектируемости его как отдельной составляющей. Так температурный пик выхода его разложения для сосны равен 250 °С, для дуба – 400 °С. Поэтому не всегда возможно точно идентифицировать его как пиролитическую воду или другой компонент, отличный от трех выше упомянутых.

### **3. Заключение**

По результатам исследований можно говорить о росте доли газа и уменьшению содержания метана в газообразной фазе с ростом температуры. Это приводит к некому понижению теплоты сгорания продуктов пиролиза. Однако с повышением температуры растет общий объем газовой фазы на массу начального образца, а также уменьшается доля паров воды, углекислого газа в смеси и величина угольного остатка. В связи с этим увеличивается теплота сгорания пиролизного газа на массу исходной древесины, максимум этой кривой достигается в температурном диапазоне 825°С – 875°С. Соответственно, данный участок является наиболее благоприятным с точки зрения калорийности газа.

### Литература

1. Кукушкин П.В., Трояновский А.Б., Авдюнин Е.Г. Газогенераторная установка для переработки вторичных древесных ресурсов. – В кн.: «Энергия 2012», Иваново, ИГЭУ, 2012
2. Клак А.М., Авдюнин Е.Г. Потребление электрической и тепловой энергии в Ханты-Мансийском автономном округе. – В кн.: «Энергия 2012», Иваново, ИГЭУ, 2012

## Алгоритм исследования транспортных потоков

Гусев Е. С., Малышев В. С. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра энергетики и транспорта)

**Аннотация.** Одной из основных проблем современных городов является, быстрый рост автомобильного парка и отсталые темпы развития городской инфраструктуры. Что приводит к необходимости исследования улично-дорожной сети города. В данной статье рассмотрен алгоритм исследования участков улично-дорожной сети.

**Abstract.** One of the main problems of modern cities is, the rapid growth in road transport, and retarded the pace of development of the city infrastructure. That leads to the necessity of the study of street-road network of city. In this article the algorithm of research sections of the road network

**Ключевые слова:** улично-дорожная сеть, городская инфраструктура, моделирование, транспортные сети

**Key words:** the road network, the city infrastructure, modeling, transport networks.

Процесс развитие современных городов обуславливается возрастанием автомобилей на дорогах, что приводит к повышению выбросов в окружающую среду, увеличению нагрузки на транспортную сеть и как следствие возрастание количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП); увеличению простоя транспортных средств (ТС), некачественное оказания услуг городского пассажирского транспорта.

Для оптимального функционирования улично-дорожной сети (УДС) города, существует необходимость проводить исследования транспортных и пешеходных потоков.

В рамках научно-исследовательской работы кафедры энергетики и транспорта по исследованию УДС города Мурманск были поставлены следующие задачи:

- определить среднесуточную интенсивность на исследуемых участках;
- определить места формирования и концентрации транспортных потоков на УДС города;
- предложить пути организации дорожного движения на исследуемом участке;

В процессе работы был создан алгоритм для исследования УДС, который позволял решить поставленные задачи. Алгоритм представлен на рисунке 1.

На I-ом этапе производится анализ геометрических характеристик исследуемого участка (количество полос, ширина проезжей части, наличие парковочных зон, карманов остановок ГПТ), а также организацию дорожного движения (наличие объектов регулирования, скоростные режимы, циклы работ светофоров), стоит отметить, что на данном этапе определяются наиболее загруженные временные интервалы ("час-пик").

II этап. Создается график видеосъемок транспортных и пешеходных потоков, позволяющий зафиксировать наиболее загруженные интервалы и наименее загруженные, данная задача необходима для оценки среднесуточной интенсивности, а также для оценки существующей организации дорожного движения.

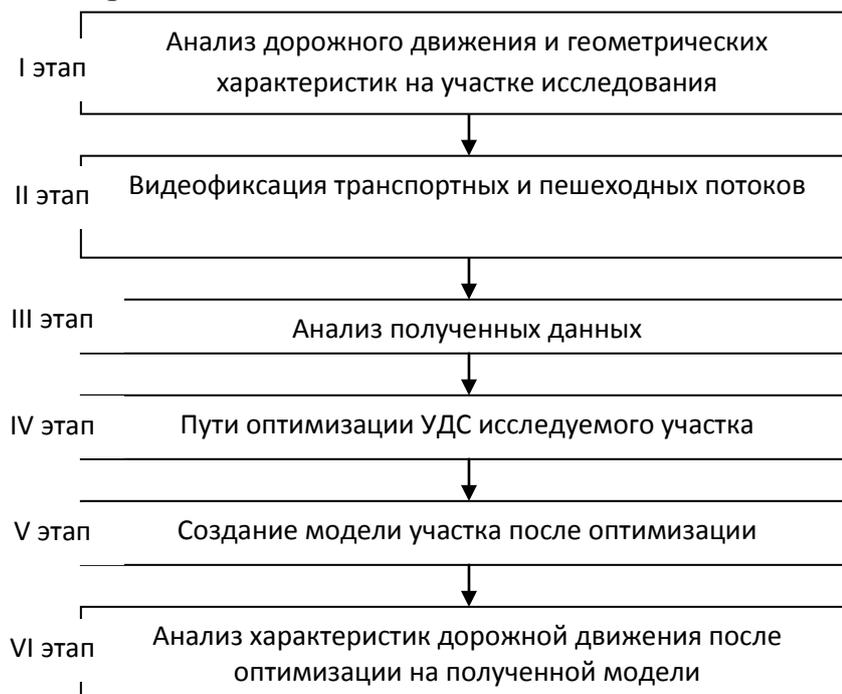


Рис. 1 – Алгоритм исследования дорожного движения

На III-ем этапе производится анализ полученных данные на ЭВМ и расчет основных показателей УДС, необходимых для оценки организации дорожного движения на исследуемом участке УДС.

IV этап предполагает подбор вариантов, возможных путей оптимизации дорожного движения, которые наиболее эффективнее подойдет для исследуемого участка.

На V-ом этапе создается математическая модель в программной среде, в которую вносятся точные геометрические характеристики участка УДС, параметры организации дорожного движения, учитываются особенности движения городского пассажирского транспорта, наличия железнодорожных переездов и т.д. После построения модели существующей ОДД, вносятся изменения, предложенные на IV этапе.

VI этап предполагает анализ участка УДС на построенной модели и определения показателей, характеризующих организацию движения, на исследуемом участке.

Без нормального, последовательно алгоритма произвести оценку и дать характеристику УДС города, практически не возможно. Стоит отметить, что для принятия оптимального решения необходимо обладать полной и достоверной информацией.

Как и любая работа, исследования имеют трудоемкость и как следствие затраты, в связи с чем в большинстве случаев из-за отсутствия финансирования работы направленные на изучения транспортных и пешеходных потоков прекращаются на стадии планирования, так как нет четкой последовательности работ.

В данной статье предложен один из возможных алгоритмов, по изучению УДС города и в зависимости от поставленных задач его можно изменять.

#### Литература

1. Спирин И.В. Перевозки пассажиров городским транспортом: Справочное пособие. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. — 413 с.: ил
2. Иносэ Х., Хамада Т. Управление дорожным движением/ Под. ред. М.Я. Бликина: Пер с англ. М.: Транспорт, 1983. – 248 с.
3. Щецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков. Статья. Опубликовано в журнале "Автоматика и телемеханика", № 11, 2003, с. 3-46.
4. Живоглядов В.Г. Теория движения транспортных и пешеходных потоков. -Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.- Кавк. регион», 2005.- 1082 с.

**Экологическая безопасность развития мурманского транспортного узла**

**Кишинская Е. А., Федорова О. А.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды)

**Abstract.** This article describes the results of the analysis of concentrations of hazardous substances in the bottom sediments of the Kola Bay, and also examines the reasons disposal of bottom sediments.

Реализация проекта "Комплексное развитие Мурманского транспортного узла" имеет особое значение для Мурманской области, так как его целью выступает использование его потенциала для обслуживания грузопотоков Северного морского пути, Баренцева-Евроатлантического транспортного коридора, а также грузов углеводородного сырья, связанных с разработкой и эксплуатацией шельфовых месторождений Арктики. В рамках проекта планируется строительство новых портовых перегрузочных комплексов, морского контейнерного и логистического терминалов, а также других объектов. Стоит также отметить одну из основных проблем в Мурманской области – потребность порта Мурманск в ремонтном черпани на портовой акватории для поддержания рабочих глубин и обеспечения безопасности судоходства. Намечившиеся работы приведут к увеличению антропогенной нагрузки на Кольский залив, а именно повлекут за собой работы по изъятию донных отложений, последующей их утилизации и, как следствие, нарушение основных параметров окружающей среды Кольского залива, посредством изменения ряда экологических условий.

Под понятием "донные отложения" (ДО) в гидрохимии понимают “то, что образуется из оседающих частиц, в результате отмирания водной растительности, илообразования или подмыва и обрушения берегов”. Согласно современным нормативным документам, донные отложения – донные наносы и твердые частицы, образовавшиеся и осевшие на дно в результате внутриводоемных процессов, в которых участвуют вещества как естественного, так и антропогенного происхождения [1].

В донных отложениях происходит аккумуляция всех видов загрязняющих веществ, поступающих с речным стоком, атмосферными осадками, отмершими растительными и животными организмами, а также с

техногенными материалами хозяйственной деятельности человека [2]. Благодаря высокой сорбционной способности органического вещества и тонкозернистых минеральных фракций отложений, в основном на дно осаждаются тяжелые металлы, тяжелые фракции нефтяных углеводородов [3].

Кроме того, донные отложения являются неотъемлемой частью пищевой сети и биогеохимических циклов вещества, потоков энергии, субстратом для бентосных живых организмов и, следовательно, при наличии в них техногенных примесей донные биоценозы испытывают токсическое, тератогенное и другие виды воздействия со стороны упомянутых поллютантов.

С целью определения возможности захоронения изъятых при проведении дноуглубительных работ в Кольском заливе донных отложений, были выявлены основные вредные вещества, накапливающиеся в его донных отложениях, а также проведен анализ имеющихся данных по их концентрациям, оценена динамика ее изменения.

Для Кольского залива характерно комплексное загрязнение донных отложений как макрокомпонентами (угольная пыль, шлак, бытовые отходы), так и химическими веществами, основными из которых являются нефтепродукты, тяжелые металлы (медь, никель, частично свинец).

Нефть и нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных в донных отложениях Кольского залива загрязняющих веществ. Основными источниками поступления являются корабли Северного флота, суда и плавсредства рыбного, торгового портов и различных ведомств, судоремонтные предприятия. Для грунтов с признаками нефтяного загрязнения характерна бедность видового состава при высокой численности и биомассе выносливых к загрязнению форм, а при сильном хроническом загрязнении наблюдается угнетение всего сообщества, включая устойчивые формы [4].

Нефтепродукты не только сами по себе представляют угрозу экосистемам, но и являются мощным сорбентом, который способствует накоплению других поллютантов, а главным образом – тяжёлых металлов. Учитывая, что Кольский залив является рыбохозяйственным водоемом высшей категории, для исследования были выбраны наиболее характерные для него и вредные для его обитателей токсиканты: медь, никель, свинец.

С целью анализа и прогноза экологического состояния донных отложений Кольского залива, на основе имеющихся данных по

концентрациям загрязняющих веществ в донных отложениях, опубликованных в ежегодных «Докладах о состоянии и охране окружающей среды Мурманской области», были построены диаграммы, отражающие изменение их концентраций в южном, среднем и северном коленах Кольского залива, в период с 2002 по 2008 гг.

Данные по изменению концентраций нефтепродуктов, меди, никеля и свинца в донных отложениях Кольского залива приведены на рисунках 1 – 4.

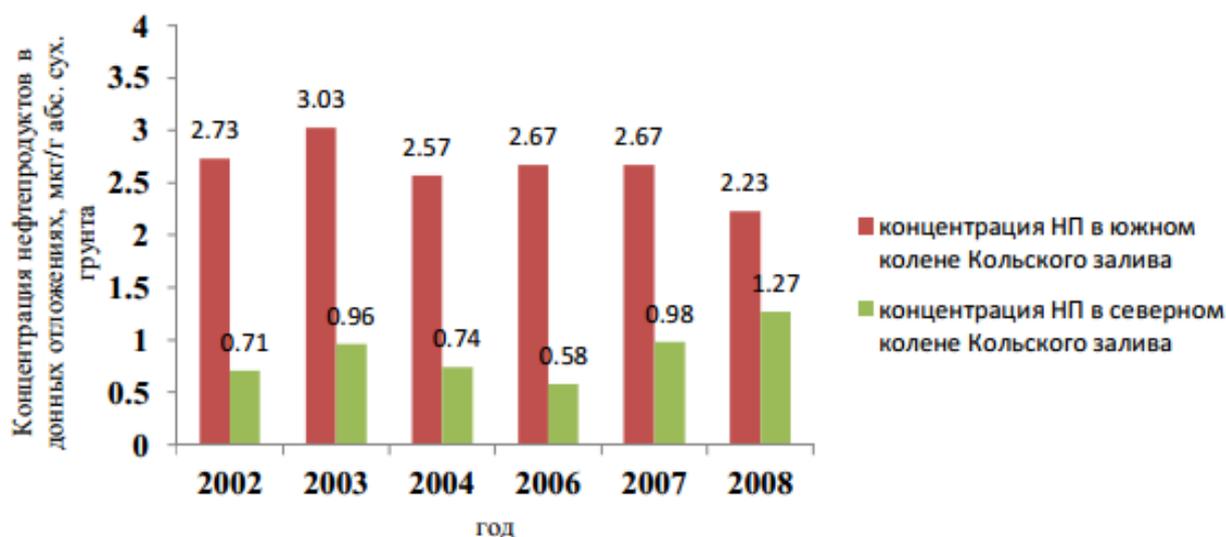


Рис.1. Изменение концентрации нефтепродуктов в донных отложениях Кольского залива

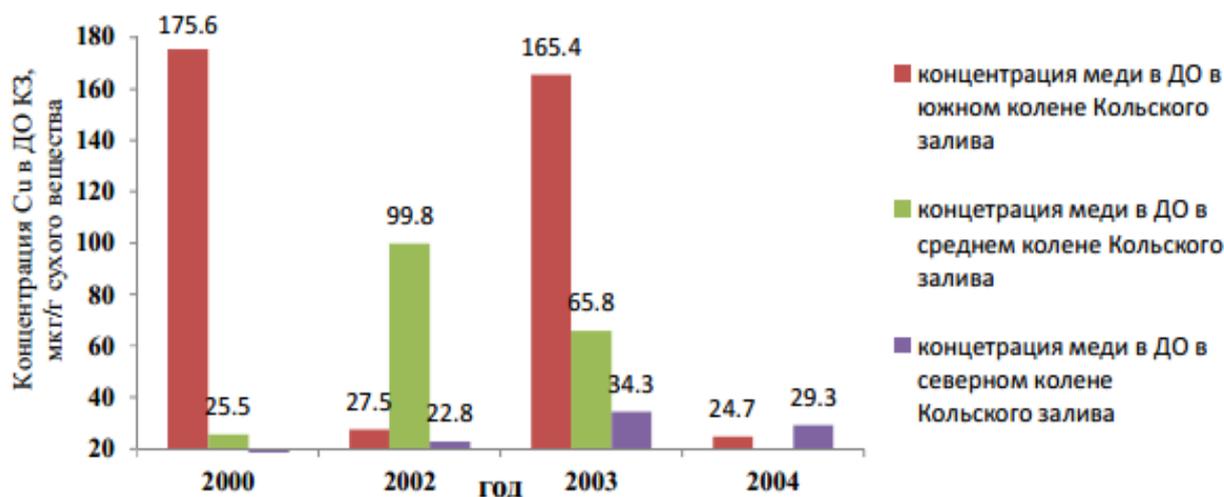


Рис. 2. Изменение концентрации меди в донных отложениях Кольского залива

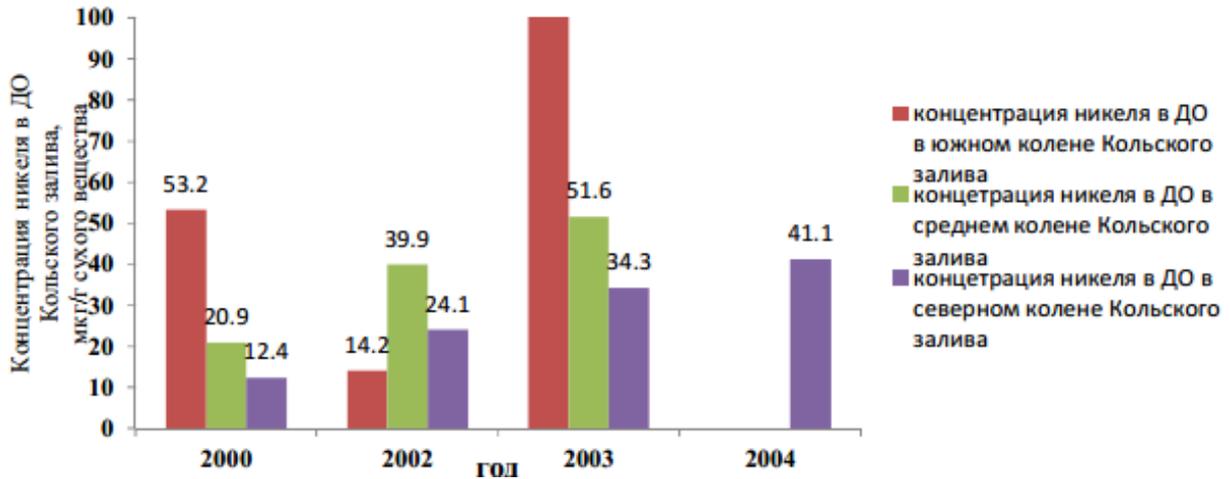


Рис. 3. Изменение концентрации никеля в донных отложениях Кольского залива

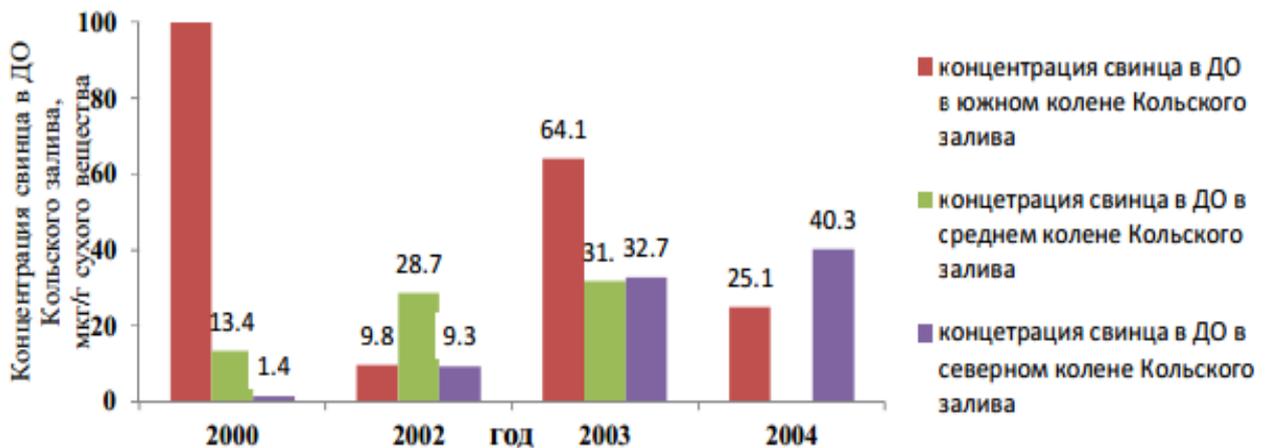


Рис. 4. Изменение концентрации меди в донных отложениях Кольского залива

Полученные диаграммы позволяют сделать вывод, что в Кольском заливе отмечена общая тенденция снижения концентрации нефтепродуктов и тяжелых металлов в донных отложениях в направлении от вершины к устью залива. Так, максимально высокими уровнями накопления нефтепродуктов и тяжелых металлов выделяется южное колено Кольского залива (акватория, прилегающая к рыбному и торговому портам). Однако, если для свинца уровень снижения концентраций к устьевому участку относительно невелик (около 30 %) и более-менее равномерен, то для меди, никеля происходит резкое уменьшение концентрации за пределами южного колена – на 50 % и больше.

Имеющиеся экстремумы на диаграммах свидетельствуют о нарушениях эксплуатации промышленных предприятий, расположенных на побережье Кольского залива, сбрасывающих в залив соединения тяжелых металлов со сточными водами. Также, повышенный уровень

накопления этих металлов может быть связан с использованием красок при техническом обслуживании судов в порту, в том числе красок против обрастания, основанных на соединениях меди.

В РФ отсутствуют нормативы качества донных отложений, поэтому для оценки их состояния использовались зарубежные нормативы, а именно голландские – Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95. Допустимый уровень концентрации углеводородов в соответствии с Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95 составляет – 0,05 мг/г абсолютно сухого грунта, для меди – 36 мкг/г, для никеля – 35 мкг/г и для свинца – 85 мкг/г. Уровень свинца в донных отложениях значительно ниже уровня допустимой концентрации, но исходя из анализа данных за 2000-2004 гг., возможно говорить о том, что на сегодняшний день уровень концентрации свинца выше допустимой концентрации.

Оценка концентрации вредных веществ по зарубежным нормативам, позволила прийти к выводу, что в донных отложениях южного и среднего колена Кольского залива обнаружено превышение уровня допустимых концентраций по меди и никелю. При этом говорить о чистоте северного колена Кольского залива было бы неверно. В северном колене концентрация меди и никеля достигает предельной концентрации. Фактическое содержание нефтепродуктов в донных отложениях так же в несколько раз превышают допустимый уровень концентрации.

Оценивая ближайшие перспективы развития региона, есть основание полагать, что в свете строительства объектов Мурманского транспортного узла, произойдет увеличение объема поступления мусора, взвешенных и загрязняющих веществ в прибрежные воды Кольского залива, что в свою очередь повлечет за собой увеличение концентраций вредных веществ в донных отложениях. Данное обстоятельство не позволит осуществлять захоронение изъятых при проведении дноуглубительных работ донных отложений в Кольском заливе, так как их захоронение сопряжено с возможностью вторичного загрязнения компонентов Кольского залива.

Таким образом, становится очевидным, что уже сейчас необходимо решать вопрос обезвреживания изъятых при проведении дноуглубительных работ донных отложений Кольского залива. Для этого необходимо разработать проект очистки Кольского залива от загрязненных донных отложений.

Литература

1. РД 52.24.609-99;
2. Временное методическое руководство по нормированию уровней содержания химических веществ в донных отложениях поверхностных водных объектов (на примере нефти), РЭФИА, НИА. – М.: Природа, 2002. – 5 с.;
3. Российская Федерация. Законы. О внутренних морских водах, территориальном море и прилежащей зоне Российской Федерации [Текст]: федер. закон : [принят Гос. Думой 16 июля 1998 г. : одобр. Советом Федерации 17 июля 1998 г. с изменениями и дополнениями по состоянию на 28 июля 2012 г.] // Собрание законодательства РФ. – 1998. – № 31;
4. Воробьев Д.С. Влияние нефти и нефтепродуктов на макрозообентос // Известия Томского политехнического университета. 2006. Т. 309. № 3. С. 42-45.

## Динамика роста электропотребления в жилищном секторе

**Кожухова Е. А., Малышев В. С.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра энергетики и транспорта*)

**Abstract.** Discussed issues electricity consumption of residential sector. The dynamics of growth of electricity consumption in the last decade and the reasons for the growth. Raised the problem of monitoring electricity consumption.)

В последнее десятилетие актуальными во всем мире являются проблемы энергосбережения и энергоэффективности. Наиболее часто решаемыми стратегическими задачами являются, как правило, вопросы касающиеся использования дешевых и возобновляемых источников энергии. Однако не менее важным является именно рациональное использование этой энергии потребителями. Интересно, что как бы общество не старалось использовать повседневно энергоэффективные приборы, реальное электропотребление не только не уменьшилось за последнее десятилетие, но и даже возросло.

Особое внимание хотелось бы обратить именно на электропотребление жилищным сектором, поскольку потребители данной категории непосредственно заинтересованы в снижении объемов потребления электричества. Не смотря на то, что повсеместно распространяются энергоэффективные технологии и все современные электроприборы являются менее энергоемкими, количество потребляемой гражданами электроэнергии постоянно растет.

В период с 1998 г. по 2008 г. электропотребление жилым сектором выросло на 2,8%. Причем темпы роста электропотребления замедлились, начиная с начала 2000-ых годов. В среднем с 2002 года потребление электроэнергии населением растет на 1% в год. Динамика бытового электропотребления в России представлена на рис.1[1].

Рост электропотребления связан, главным образом, с ростом насыщенности населения бытовыми электроприборами. Во-первых, увеличилось само количество электроприборов, использующих электроэнергию в термических целях. Сложно уже представить себе быт без таких приборов как электроплита, электрочайник, микроволновая печь, стиральная машина и т.д. Кроме того, довольно часто в быту встречаются

сплит-системы, посудомоечные машины, различные электрокалориферы. Современное население широко использует электронагревательные приборы: электрообогреватели, системы «теплый пол», водонагреватели и т.п. Особенно это актуально для Мурманского региона в летний период, поскольку климатические условия часто не позволяют чувствовать себя комфортно населению в период отключения отопления.

Во-вторых, увеличилось количество цифровых электроприборов, аудио- и видеотехники; выросла оснащенность персональными компьютерами, различными планшетами, электронными книгами, мобильными телефонами и т.п. Интересно, что последние (современные смартфоны и планшеты) при их активном использовании требуют ежедневной подзарядки.

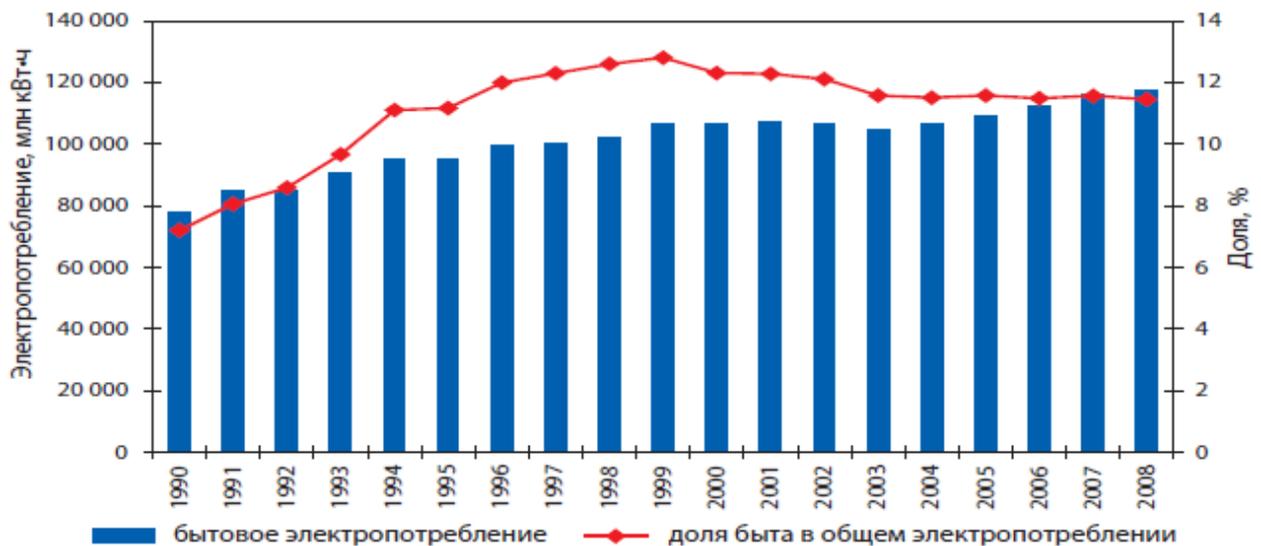


Рис. 1. Динамика бытового электропотребления в России

Такие данные являются полезными для реализации энергосберегающих мероприятий, как в старом жилом фонде, так и при новом строительстве. Поскольку постепенное увеличение электропотребления в старом фонде ведет все к большему износу существующих электрических сетей, а, соответственно и увеличению потерь электроэнергии. Спроектированные в советское время системы не рассчитаны на современные нагрузки.

Перед началом реализации энергоэффективных мероприятий в том числе и для жилищного сектора, как правило, проводится энергоаудит. И, к сожалению, при его проведении в настоящее время редко поднимаются вопросы мониторинга фактического потребления электроэнергии по потребителям.

В настоящее время уже можно говорить о существующей «проблеме мониторинга» потребления электроэнергии в нашей стране, т.к. подобного рода исследованиями редко занимаются. А ведь постоянный контроль за электропотреблением позволяет не только вести технический и коммерческий учет, но и также получить картину структуры потребления зданием в целом.

Эти вопросы являются актуальными, причем не только в нашей стране, но и во всем мире стараются приводить статистику по потреблению электроэнергии на душу населения по годам. Кроме того, в последние годы наметилась тенденция к разработке и внедрению специальных систем мониторинга электропотребления, которые измеряют все необходимые параметры электрической сети. В Западной Европе, например, появилось направление целевого энергетического мониторинга. В некоторых странах частичное финансирование и пропаганда таких направлений осуществляется со стороны государства.

В настоящее время актуальным становится вопрос о постановке задач в рамках проблемы исследования реальных нагрузок электропотребления в жилищном секторе. Во-первых, необходимо оборудовать вводы в жилые здания не только системами коммерческого учета электроэнергии, такими как счетчики и системы АСКУЭ, но и различными интегрированными системами учета и управления электропотреблением, которые представляют собой специализированные устройства защиты оборудования на микропроцессорной основе, позволяющие следить за изменением электрических процессов в темпе процесса. Во-вторых, посредством этих приборов необходимо преследовать цель поиска наиболее мощных потребителей, наиболее загруженных участков распределительных сетей. В-третьих, серьезно острым становится задача о нормировании электропотребления. Введение социальных норм на потребление электроэнергии безусловно важный шаг на пути к контролю за электропотреблением.

Таким образом, необходимо постоянно контролировать электропотребление для повышения эффективности использования электроэнергии. Мониторинг электропотребления дает возможность управлять электропотреблением потребителей, регулировать и поддерживать в заданных пределах значение коэффициента мощности. Кроме того, это

позволяет собирать статистику, которая может быть полезна в обнаружении проблем, устранении неполадок и разрешении аварий.

#### Литература

1. Антонов Н.В. Анализ различий в бытовом электропотреблении России и США // Известия Академии наук. Энергетика. 1995. № 4.
2. Антонов Н.В. Управление электропотреблением в бытовом секторе [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.abok.ru/>
3. Антонов Н.В., Усиевич В.А. Оценка потребления электроэнергии в быту для внедрения ступенчатых тарифов // Энергетик. 1995. № 5.
4. Предоставление АО "Мосэнерго" новых услуг бытовым потребителям электрической энергии в Москве [Электронный ресурс] // Энергосбережение. – 2000. – № 2. – Режим доступа: [http://tgv.khstu.ru/lib/artic/energy/2000/2/2/2\\_2.html](http://tgv.khstu.ru/lib/artic/energy/2000/2/2/2_2.html)
5. «Российские реформы в цифрах и фактах. Потребление электроэнергии на душу населения» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kaig.ru/drain7.pdf>

## **О современных источниках света и их безопасности для здоровья человека**

**Курляндская И. П.<sup>1</sup>, Коновалова И. И.<sup>2</sup>** (<sup>1</sup> г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра физики; <sup>2</sup> г. Петрозаводск, ФГБОУ ВПО ПетрГУ)

**Аннотация.** о значении солнечного света для здоровья человека, современных источниках света и энергосбережении.

**Annotation.** about the importance of sunlight for human health, modern light sources and energy conservation.

**Ключевые слова:** искусственные источники света, лампы, солнечный свет, безопасность, здоровье человека.

**Key words:** artificial light sources, lamps, sunlight, security, human health.

В настоящее время в разных странах на освещение используется до 20 % вырабатываемой электроэнергии. В России для различных видов освещения (наружное, внутреннее, специальное) используется 1 миллиард световых точек. Источники излучения используются не только для освещения, но и для очистки воздуха, в технологических процессах, для улучшения качества растений, ускорения роста животных. Используемые источники света постоянно модернизируются и совершенствуются.

История развития источников излучения ровесница цивилизации: IV век до н.э. – раскаленные камни в малой Азии, 2500 до н.э. – серийное производство глиняных ламп (сосудов с маслом), 500 до н.э. – первые свечи в Греции и Риме, 450 г. – внешнее городское освещение масляными лампами в Антиохи, 1316 г. – освещение сальными свечами в Германии, 1723 г. – уличное освещение масляными светильниками в Петербурге, 1802 г.- электрическая дуга Петрова , 1854 г. – Г. Гебель создает в Америке лампу с угольной нитью и освещает ею витрину своего магазина. Далее совершенствуются лампы Ладыгиным, Яблочковым, Эдисоном, 1901 г. – Купер-Хевит изобретает ртутную лампу низкого давления. 1096 г.- Кух производит ртутную дуговую лампу высокого давления, 1931 г. – Пирани внедряет натриевую лампу низкого давления, 1946 г. – ксеноновая лампа, ртутная лампа высокого давления с люминофором. 1946 г. – Дестриан открывает электролюминесценцию, 1958 г. – производство галогенных ламп накаливания, 1969 г. – металогалогенные лампы, 1978 г. –

компактные люминесцентные лампы, 1991 г. – безэлектродные ЛЛ с частотой 2,65 МГц и сроком службы 60 тыс. часов.

Глобальные шаги развития источников излучения – лампы накаливания, газоразрядные лампы, безэлектродные лампы, компактные люминесцентные лампы, светодиоды. Светодиоды известны с 1970х годов. Срок службы впечатляет 25000 часов. Они излучают свет в узкой полосе спектра шириной 20-50нм, занимают промежуточное положение между лазерами, излучающими в одной длине волны, и лампами, излучающими белый свет как смесь широких спектров. Основное преимущество светодиодов – отсутствие «полосатости» спектра (непрерывный спектр), малое энергопотребление. При этом, как правило, основными задачами производителя являются увеличение светотдачи (отношение светового потока к затрачиваемой мощности), увеличение срока службы лампы, улучшение спектра излучения, но мало внимания уделяется проблеме безопасности для здоровья человека.

Светильники, предназначенные для работы со светодиодами, должны иметь «защитный угол» распространения света, предупреждающий попадание в поле зрения человека прямого излучения, чтобы не ослеплять. Показатель удельной плотности мощности, характеризующей плотность светового потока, у стандартной люминесцентной лампы составляет 0,1-0,2 Вт/см<sup>2</sup>, а у сверхяркого белого светодиода около 50 Вт/см<sup>2</sup>. В продаже можно встретить разные конструкции из светодиодов, применяемых без всякой защиты. По незнанию, многие применяют светодиодные ленты со сверхяркими светодиодами без рассеивания.

У ламп накаливания в сплошном спектре нет пиков. У люминесцентных ламп наоборот – спектр свечения линейчатый, световая энергия испускается набором очень узких частей спектра. Чтобы в свете не искажался цвет предметов необходимо тщательно выдерживать рецептуру люминофор (он отвечает за видимый спектр излучения лампы). В Европе индекс цветопередачи (Ra или CRI) обязательно указывается на упаковке, у нас – даже ведущие производители ламп этого не делают. Качественные лампы (не искажают цвета) имеют индекс цветопередачи более 80. У массово применяемых ртутных ламп он – всего около 50, у натриевых ламп – 39 (поэтому, при выдающейся энергоэффективности их не

применяют в помещениях), у ламп накаливания – близок к 100 (аналог эталонного источника типа «А», но проблемы с синими тонами).

Мерцание (пульсация) света отрицательно влияет на мозг человека и приводит к напряжению глаз, спазму аккомодации, плохому самочувствию. Пульсации не заметны невооруженным глазом. Причина пульсаций – колебания напряжения подаваемого на электроды ламп. При некачественных ЭПРА, на величину пульсации значительно влияют изменения сетевого напряжения. У большинства ламп мерцание высокое (для сравнения, по санитарным нормам РФ пульсация света при работе компьютера не должна превышать 5%). Особенно опасно мерцание ламп для детей до 14 лет, так как их зрительная система еще формируется. Древние люминесцентные лампы с электромагнитными пускателями и стартерами, установленные в учебных заведениях, уже испортили зрение нескольким поколениям. Из-за огромной пульсации они должны работать только парами и настраиваться совместно, когда свечение одной лампы ослабевает, второй – должно усиливаться. Но кто проверяет это? Есть небольшие пульсации у ламп накаливания – до 5%, практически нет у качественных светодиодных ламп – 1%.

Практически вся электроэнергия, потребляемая лампой накаливания превращается в излучение. Основная часть излучается в невидимом длинноволновом инфракрасном диапазоне и превращается в тепло (практически КПД нагревания 100%). А вот по мощности излучения в видимом диапазоне, КПД ламп накаливания – до 2% (соответствует световой эффективности до 15 люмен/ватт). Производители энергосберегающих ламп проталкивают рекламу о пятикратном превосходстве. Но КПД компактных люминесцентных ламп находится в пределах 6,6-8,8% (световая эффективность 45-65 люмен/ватт), КПД современных линейных люминесцентных ламп типа Т8 с электронным регулятором – 12-13% (светоотдача 80-100 люмен/ватт). Понижение КПД компактной люминесцентной лампы – плата за меньшие габариты. Кроме того, в светильниках они плохо сочетаются с отражателями, а это понижает светоотдачу. Компактные лампы за счет внутреннего затемнения колб со временем теряют до 30% светового потока. Экономия электроэнергии – основная причина продвижения этих ламп, но большинство энергосберегающих ламп не соответствуют заявленным на упаковке характеристикам по светоотдаче. Да и часто даже в начале эксплуатации они

потребляют мощность на 20 % выше, чем указано на упаковке. Ни в России, ни в Китае нет обязательного государственного стандарта на компактные люминесцентные лампы, и цена на них формируется от спроса.

Ультрафиолетовое излучение занимает диапазон 100-400 нм между рентгеновским излучением и коротковолновой частью видимого спектра (фиолетовый). Различают жесткий УФС (100-289 нм), средний УФС (280-315 нм) и мягкий УФА (315-400 нм). Практически весь УФС и 90% УФС, поступающие от солнца на землю, поглощаются атмосферой. Ультрафиолетовое излучение диапазона УФА атмосфера поглощает слабо и в умеренных дозах оно безвредно или даже полезно для человека. Профилактическое УФ облучение рекомендовано в Заполярье и даже введено в практику космических полетов. В лампах накаливания УФ излучения нет. Их спектр богат красными и инфракрасными лучами, беден синими, что губительно сказывается на комнатных растениях. В люминесцентных лампах большая часть УФ излучения, проходя через стенки стеклянной колбы покрытой люминофором, превращается в видимый свет. Не преобразованное УФ излучение большей частью задерживается силикатным стеклом лампы. Люминесцентные лампы с кварцевым стеклом создают спектр излучения приближенный к солнечному, с небольшой дозой УФ излучения, это хорошо для растений в теплицах и животных выращиваемых в помещениях. Но у некачественных ламп люминофор быстро изнашивается. Это снижает световой поток и увеличивает УФ излучение, которое не задерживается эффективно тонким стеклом. Стекло, вопреки общепринятому заблуждению, пропускает значительную часть мягкого УФ излучения (потому цветы на подоконнике чувствуют себя лучше, чем в помещении без окон). При толщине стекла в 1 мм пропускается примерно половина УФ излучения со стороны более длинных волн. Если лампа стала хуже светить – ее стоит утилизировать или использовать на расстоянии не менее 1 метра от живых организмов. Кроме того, такой свет, отраженный от некоторых материалов, преобразуется в фиолетовый, и окружающих людей мы видим с синеватым оттенком кожи.

Любое вещество, поглощенное организмом человека проходит через серию химических реакций, катализатором для которых является определенная часть солнечного спектра. Синий свет необходим для вывода из организма билирубина (он придает желтый цвет моче). Красный – стимулирует половые гормоны. Ультрафиолет необходим для синтеза

витамина Д. Жесткое УФ излучение обеззараживает кровь (используется эффект на водных очистных станциях), так каждые 2 часа 98% крови проходит через сосуды глаз. Темные очки, которые на солнце мы надеваем, блокируют эту работу, хотя и уберегают от ожогов сетчатки при прямом попадании лучей солнца, и морщин. Темнота и пульсирующий свет снижает защитные функции организма. Это используют в ночных клубах. При дневном свете алкоголь и токсины организм выводит быстрее. Вероятность практически всех болезней повышается, когда человек недополучает какую-то часть солнечного спектра. Обычное пребывание на солнце уменьшает давление и уровень сахара в крови, одновременно увеличивает запас жизненных сил, выносливость и устойчивость к стрессам. Солнечные ванны продлевают жизнь. Поэтому, выбирая лампы, следует ориентироваться на спектр излучения приближенный к естественному, но не забывать бывать под настоящим солнцем.

Все современные источники света – сложные электронные изделия и не могут заменить солнце и поэтому, в большей или меньшей степени вредны для организма. Жить без искусственного освещения сегодня невозможно. Но не решена проблема – доступность некачественных искусственных источников света, неправильное использование искусственного света, нарушение естественного цикла чередования света и темноты. Выбирая лампы в светотехническом отделе, мы выбираем себе больший или меньший набор болезней, думая об энергосбережении и экономии не стоит забывать и о своем здоровье.

#### Литература

1. Лацис О.Р. Солнце в доме.- М., 1992г.

**Носов Ю.Р., Лосев О.Ю.–изобретатель кристадина и светодиода.**

**[/www.computer-museum.ru/connect/losev.htm](http://www.computer-museum.ru/connect/losev.htm)**

## Энергосбережение и здоровье человека

**Курляндская И. П., Коновалова И. И.** (1 – г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра физики; 2 – г. Петрозаводск, ФГБОУ ВПО ПетрГУ)

**Аннотация.** Проблема эффективного использования источников излучения в быту. Дан сравнительный анализ энергосбережения, эффективности освещения различных ламп и влияния их света на организм человека.

**Annotation.** The problem of efficient use of radiation sources in the home. A comparative analysis of energy conservation, efficiency, lighting lamps and various effects of light on the human body.

**Ключевые слова:** источник света, безопасность, здоровье, искусственный свет, энергосбережение.

**Key words:** light, safety, health, artificial light, energy saving.

В России обязательные требования к источникам света распространяются только на электробезопасность, электромагнитную совместимость и гигиенические свойства используемых материалов, нет стандартов к качеству искусственного света. Однако каждая из ламп имеет ограничения по применению, условиям эксплуатации. Специалисты обеспокоены тем, что в магазинах в свободной продаже доступны источники света с неточной или недостоверной информацией на упаковках, часто просто вредные для здоровья. В основном население неправильно использует энергосберегающие лампы и подбирает неподходящие светильники для них. Все это приводит к дискредитации политики энергосбережения, снижению качества электроэнергии, пожарам и возгораниям, нарушению зрения и снижению иммунитета, нарушению других жизненных функций людей.

Человеку жизненно необходимы четыре важнейших ресурса, которые он пропускает внутрь: воздух, вода, пища, излучения. Первые три передают организму сигналы только после переработки органами, свет же воспринимается и перерабатывается мозгом и необходим для управления организмом. Очевидно, все живое на земле существует благодаря энергии солнца, а все вегетативные функции нашего организма адаптированы под определенную частоту какой-то части солнечного спектра, управляются им и самонастраиваются только при его воздействии. Мы привыкли считать глаза только органами зрения, и не задумывается о том, что это «окна»

через которые часть света входит в клетки организма. Электромагнитные волны видимой части спектра (свет) проходят по зрительному нерву, попадают в гипоталамус – орган, перерабатывающий информацию (энергию) из внешнего мира и распределяющий ее организму. Гипоталамус главный регулятор вегетативных (протекающих подсознательно) функций человеческого организма. Нет ни одной функции, которая не требовала бы его участия. Влияет он не только на состояние тела, но и на настроение, эмоции, концентрацию внимания, степень бодрости и производительность труда. Группа клеток гипоталамуса активизируется на естественно яркий солнечный свет и поддерживает мозг в активном и бодром состоянии.

За тысячелетия эволюции человека его организм приспособился к изменениям циклов естественного уровня освещенности: прямой солнечный свет летом в полдень – 100 Клюкс, а в тени – 15 Клюкс, в облачный день – 50 Клюкс, в облачный осенний или зимний день – 3 Клюкс, в очень пасмурную погоду – 100 люкс – и столько же в светлой комнате у окна, ночью при ясном небе и полной луне – 0,25 люкс. Школьные нормы требуют освещенности учебных помещений 500 люкс. Биологи утверждают, что мы большую часть времени находимся в «биологической темноте», особенно жители Заполярья. К тому же организм «разбирается», когда ему предлагают искусственный свет и испытывает стресс при нехватке солнечного света.

Устройство человеческого зрения позволяет различать узкий спектр электромагнитного излучения, от 360 нм (фиолетовый), до 760 нм (красный). Световой поток от солнца относительно равномерно распределен по всем видимым длинам волн, это привычно для глаз, хотя в разные периоды времени максимум энергии приходится на разные части видимого спектра. В полдень максимум сдвигается в сторону коротковолновых синих лучей. Перед закатом и на восходе – становится красным, так как в эту длинноволновую часть спектра сдвигается максимум. Дневное солнце имеет световую температуру 5500-6500 К в зависимости от географического места, времени суток, состояния атмосферы. Чем ниже температура излучающего тела, тем больше в спектре видимого света длинных волн, и поэтому свет более красный. Светящаяся вольфрамовая нить лампы накаливания нагревается до 2700 К (температура плавления вольфрама 3695 К), поэтому излучается не белый

и не дневной свет, а желтый. Человек ассоциирует такой свет не с солнцем, а с точечным источником (свеча, солнце на закате), и он его не раздражает при длительном использовании.

В среднем свечение при 2700 К воспринимается зрительно как мягкий белый цвет (слегка желтоват), называют часто «теплым» (свеча – 2000 К). Известно, что с возрастом хрусталик мутнеет, а это приводит к изменению восприятия цвета, появлению большей желтизны. 4200К – нейтральный свет (свет луны 4125 К, усредненный дневной солнечный 5500 К), 6400 К – холодный белый (для технических помещений). В последнее время много предупреждений об опасности «холодных» ламп, применяемых дома, так как если при них засиживаться допоздна, то подавляется выработка мелатонина.

Человеческий организм приспособлен под циклы естественного освещения. Мелатонин включает и выключает ночной режим восстановления организма. Вырабатывается он в период с 0 до 4 часов ночи при отсутствии освещения. Его концентрация в крови днем ничтожна. Часа за два до привычного времени отхода ко сну, концентрация его начинает повышаться, а в темноте быстро возрастает примерно в 30 раз. Максимальное значение наблюдается между полночью и 4 часами утра, с пиком в 2 часа ночи. Спад концентрации завершается после пробуждения.

Количество функций выполняемых мелатонином поразительно: регулировка периодичности сна и сезонной ритмики, деятельности эндокринной системы, изменение концентрации активных веществ и гормонов; повышение эффективности иммунной системы; участие в регулировании кровяного давления, пищеварения, аппетита, работы клеток мозга, обмена веществ; регулирование полового развития; антиопухоловое действие, подавление раковых клеток; регулирование бодрости и настроения; нейтрализация последствий окислительных процессов в органах и тканях (предотвращение старения). Под воздействием организм человека глубоко очищается, настраивается работа всех внутренних органов и систем.

Оказалось, что под влиянием искусственного освещения концентрация мелатонина в крови значительно снижается вечером и ночью. Ощутимое воздействие оказывает только синий участок света (440-490 нм), цвета неба, с максимальным воздействием интервала 460-470нм.

Наиболее распространенный голубой светодиод без люминофора имеет максимум излучения с длиной волны 468 нм.

При одном часе воздействия поздним вечером светодиодного освещения или экрана компьютера, уровень мелатонина может снизиться на 3-20%, в зависимости от их качества. Воздействие монохромного синего светодиода сказывается даже при освещенности в 1-4 люкса. Также может влиять «световое загрязнение» городов при использовании светодиодного наружного освещения. Даже при качественных люминофорах, свет от белых светодиодов имеет большую синюю составляющую. А в процессе эксплуатации люминофор изнашивается. Еще сильнее отрицательно воздействуют светодиоды с высокой цветовой температурой (более 4000 К), так как их спектр сдвинут в синюю сторону.

Серьезные производители озаботились этой проблемой и начали решать ее по двум направлениям: совершенствование люминофоров; создание технологии удаленного люминофора (нанесение люминофора не на каждый светодиод, а на внешнюю колбу). Также происходит постепенный отказ от синей светодиодной подсветки и индикации. Существует эффект Пуркинье – синий свет кажется более ярким в условиях слабой освещенности и вызывает раздражение. Кроме того, глаз человека не может нормально сфокусироваться на синих предметах, контуры их кажутся нечеткими. Чтобы рассмотреть что-то в синем цвете, приходится сильно напрягать глазные мышцы. Подобный эффект возникает при использовании некачественных светодиодов.

## Литература

1. Арутюнян А.А. Основы энергосбережения – М., 2007

## Состояние и перспективы развития электроэнергетического оборудования

**Лебедева А. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра энергетики и транспорта)

**Аннотация.** Предложен анализ состояния энергетического оборудования, основные проблемы, связанные с его старением и перспективы развития.

**Abstract.** The offered analysis of power equipment, the main problems associated with aging and its development prospects.

Электроэнергетика продолжает оставаться одним из самых объективных индикаторов развития экономики стран. За последние 30 лет производство электроэнергии в мире выросло больше чем в 3 раза и сегодня превышает 15000 млрд. кВтч.

К сожалению, российскую электроэнергетику нельзя назвать динамично развивающейся. В основном она базируется на научных разработках двадцати летней давности, что неизбежно привело к увеличению количественного и качественного разрыва с передовыми странами в области развития электроэнергетики.

Одной из серьезных проблем в электроэнергетике является проблема износа (старения) силового электротехнического и энергетического оборудования. По оценкам различных экспертов к 2000 г. доля оборудования, подлежащего замене по РАО "ЕЭС России" составляла 40%. В настоящее время этот показатель приблизился к (60-80)%.

Так к 2010 г. еще 10 турбоагрегатов мощностью 500 МВт исчерпают свой парковый ресурс. А известно, что эксплуатация оборудования сверх нормативных сроков приводит к повышению его аварийности в 4-5 раз.

Подобная или близкая картина и по другому энергетическому оборудованию.

Важную роль для электроэнергетики играет электротехническая промышленность, которая поставляет оборудование практически во все отрасли экономики и социальную сферу. Основными потребителями электрооборудования являются: топливно-энергетический комплекс – 20% поставок; оборонная промышленность – 12% поставок; агропромышленный комплекс – 19% поставок; транспортный комплекс – 8,5% поставок; коммунальное хозяйство – 15%; прочие отрасли – 26, 5%.

Важнейшей задачей является повышение надежности поставки электроэнергии в энергосистему России и в первую очередь снижение и быстрое устранение возникающих аварий. Последнее накладывает жесткие требования к электроэнергетическому и электротехническому оборудованию и, в первую очередь, к силовому оборудованию (трансформаторному, коммутационному, защитному) и к системам диспетчерского управления, контроля и диагностики.

В этой связи особо следует выделить и проблему диагностики имеющегося электротехнического оборудования.

Силовое электрооборудование используется в электроэнергетических системах для формирования необходимых схем передачи энергии от ее источника к потребителю, как в нормальных эксплуатационных режимах, так и в аварийных условиях и для обеспечения непрерывного контроля за состоянием систем высокого напряжения, ограничения возникающих перенапряжений и токов короткого замыкания в процессе эксплуатации. [1]

Высоковольтное электроэнергетическое оборудование является основой построения любых энергетических систем. Его уровень определяет надежность и устойчивость системы, качество энергоснабжения потребителей и влияние на окружающую среду, рост потерь в сетях и уровень затрат на передачу энергии.

В России в настоящее время общая протяженность электрических сетей напряжением 0,4-110 кВ превышает 3 млн. км, а мощность трансформаторных подстанций – 520 млн. кВА. Стоимость основных фондов сетей составляет около 200 млрд. руб., а степень их износа – около 40 %.

За 90-е годы резко сократились объемы строительства, технического перевооружения и реконструкции трансформаторных подстанций. Почти в 2 раза сократились объемы реконструкции силовых трансформаторов напряжением 110 кВ. В 1993 г. была проведена замена 1,1 % установленных трансформаторов, в 1999 г. – ~ 0,5 %.

Аналогичное положение сложилось с заменой и техническим перевооружением воздушных и масляных выключателей. Аварии в сетях 6-10 кВ составляют около 70 % всех нарушений электроснабжения потребителей. Технический уровень и срок службы силовых трансформаторов и электрооборудования в значительной мере являются показателями надежности сети и определяют допустимые значения

продолжительности отключений. Таким образом, электрические подстанции и линии находятся в состоянии, которое позволит обеспечить надежное электроснабжение потребителей только примерно до 2010 г.

Как показывает опыт, при удовлетворительном эксплуатационно-ремонтном обслуживании оборудование

трансформаторных подстанций служит до 40 лет. Полный капитальный ремонт оборудования (или модернизация) удлиняет срок его службы до 1,5 раз. Однако это приводит к снижению технического уровня электрических сетей.

Применение принципиально новых аппаратов для автоматизации, управления и защиты сетей позволяет добиться качественного изменения способов их эксплуатации и обслуживания. Реконструкции и техническому перевооружению подлежат трансформаторные подстанции, находящиеся в эксплуатации 25\_30 лет. Для коренного обновления сетей 0,4-20 кВ с учетом нарастания их износа потребуется ежегодно вводить в действие около 120000 км линий различного напряжения и реконструировать до 10000 трансформаторных подстанций.

Общие затраты на техническое перевооружение трансформаторных подстанций оцениваются в сумму около 150 млрд. руб.

На подстанциях 35-750 кВ энергосистем России работает 2500 силовых трансформаторов общей мощностью 573,7 тыс. МВт, что почти втрое больше установленной мощности электростанций.

Максимальная мощность группы однофазных трансформаторов – 2000 МВА, трехфазных трансформаторов – 1250 МВА, что соответствует уровню ведущих зарубежных фирм.

В электрических сетях России эксплуатируются силовые масляные трансформаторы на напряжение от 6 до 1150 кВ и номинальной мощностью от 5 кВА до 1200 МВА. Общее количество крупного трансформаторного оборудования составляет 2500 единиц, в том числе трансформаторов – 630 единиц, автотрансформаторов – 1640 единиц и шунтирующих реакторов – 230 единиц.

По крупным трансформаторам проведены новые разработки на Московском Электрозаводе, ОАО "Уралэлектротяжмаш", ОАО "Трансформатор" (Тольятти) и ряде других предприятий.

Парк мощного трансформаторного оборудования наших энергосистем имеет большую долю оборудования, отработавшего

установленный стандартами минимальный срок службы. Около 45% трансформаторов перешло за срок службы 20 лет, а около 30% – за 25 лет. Если не будет проводиться замена трансформаторов на новые, к 2005 году около половины трансформаторов выйдет за 25-летний срок службы.

Опыт показывает, что продление срока службы до 30\_40 лет возможно при условии грамотного обслуживания, наблюдения за состоянием трансформатора и своевременного устранения развивающихся дефектов.

Первоочередной задачей сейчас является обследование парка трансформаторов с выявлением объектов, нуждающихся в ремонте или замене. Практическая невозможность замены всех старых трансформаторов на новые ставит задачу совершенствования системы наблюдения и ухода за оборудованием.

Такая система направлена на проведение стратегии обслуживания по техническому состоянию оборудования.

Она позволяет в динамике оценить изменения контролируемых параметров и своевременно провести мероприятия по поддержанию работоспособности трансформатора.

Первоочередные задачи:

- проведение обследования трансформаторов с большим сроком службы по единой методике с уточненными критериями оценки состояния трансформаторов;
- реализация программы реконструкции и перевооружения с заменой морально устаревших и выработавших
- ресурс трансформаторов и с продлением срока службы работоспособного оборудования;
- разработка приемов продления срока службы трансформаторов, включая замену вводов, очистку и регенерацию масла во время работы, "омоложение" твердой изоляции, в том числе, с помощью "моющих" составов;
- разработка и внедрение новых эффективных методов контроля состояния трансформаторов, в том числе, непрерывного контроля в работе, экспертных систем оценки работоспособности трансформатора, методов оценки остаточного ресурса, позволяющих продлить эксплуатацию трансформатора до обоснованно допустимого износа.

Следует отметить, что существуют две крупные проблемы, связанные с развитием коммутационной аппаратуры высоконапряжения – создание новых более совершенных конструкций и

определение судьбы находящихся длительное время в эксплуатации (и часто устаревших) аппаратов.

Решением этих проблем и определяется лицо современного, мирового и отечественного коммутационного оборудования.

С начала 80-х годов прошедшего века произошел качественный скачок в технологии выпускаемых высоковольтных коммутационных аппаратов: на смену масляным и воздушным выключателям пришли аппараты с использованием в качестве изоляционной и дугогасительной среды вакуума или – элегаза (газообразной шестифтористой серы).

Что касается выключателей высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения (от 110 до 1150 кВ), элегазовые выключатели в технически развитых странах практически вытеснили все другие типы аппаратов.

Сейчас за рубежом ведущие фирмы практически полностью перешли на выпуск комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией (КРУЭ) и элегазовых выключателей для открытых распределительных устройств (ОРУ) на классы напряжения 110 кВ и выше, а также вакуумных выключателей на напряжение 6 – 35 кВ (с некоторой долей элегазовых выключателей и КРУЭ).[2]

Ресурс лучших вакуумных выключателей достигает в настоящее время 40-50 тыс. отключений при коммутации номинального тока и 100 операций при коммутации номинального тока отключения. При этом габариты и материалоемкость аппаратов уменьшаются при сохранении основных параметров и повышении надежности.

Хотя преимущества элегазовых и вакуумных аппаратов очевидны, полный переход на их использование занимает не один год и не одно десятилетие. При постоянно растущей доле современной аппаратуры в эксплуатации остается еще немало устаревших аппаратов.

В Единой национальной электрической сети эксплуатируется около 30000 выключателей классов напряжения от 110 до 750 кВ. Распределение по классам напряжения: 110 кВ – 80,5%, 220 кВ – 15,2%, 330 кВ – 1,2%, 500 кВ – 3%, 750 кВ – 0,1%. Большую часть выключателей составляют масляные баковые выключатели с номинальным напряжением 110 и 220 кВ. Среди выключателей 110 кВ масляные баковые выключатели составляют 58%, среди выключателей 220 кВ – 45%.

Маломасляные выключатели 110 и 220 кВ составляют 23% от общего количества установленных выключателей (среди выключателей 110 кВ – 27%, среди выключателей 220 кВ – 17%).

Воздушные выключатели эксплуатируются в распределительных устройствах всех классов напряжения. Их количество составляет 18,6% от общего числа выключателей, среди выключателей 110 кВ – 12%, 220 кВ – 35%, 330 и 500 кВ – 97%..

Количество элегазовых выключателей в распределительных устройствах всех напряжений постоянно увеличивалось и в настоящее время составляет около 3%.

Значительная часть масляных и воздушных выключателей, эксплуатируемых в Единой национальной электрической сети, прежде всего напряжением 110 и 220 кВ, отработала установленный нормативными документами срок службы. К настоящему времени число таких выключателей составляет около 40%.

К 2005 г. должны быть заменены около 20% установленных сейчас выключателей, а к 2015 г.-55%. За весь период 2001-2015 гг. должны быть заменены 15418 выключателей напряжением 110\_750 кВ.Количество измерительных трансформаторов 110-750 кВ, установленных в энергосистемах, примерно на порядок превосходит количество крупных силовых трансформаторов. Ориентировочно количество измерительных трансформаторов тока, установленных на подстанциях России, составляет около 110 тыс., в том числе на напряжение 110, 150 кВ – 82030, на 220 кВ – 18150, на 330 кВ – 2830, на 400, 500, 750 кВ – 6700, а трансформаторовнапряжения – около 90 тыс.

Срок службы измерительных трансформаторов, установленных на подстанциях России, примерно соответствует срокам службы силового оборудования.[1]

Основными недостатками отечественных разъединителей, которые выпускались еще в 70-80-х годах, являются низкая точность изготовления деталей, неудовлетворительная коррозионная защита; несовершенство подшипников поворотных колонок разъединителей; низкое качество механических блокировочных устройств; несовершенство переключающих устройств; отсутствие герметизации и электроподогрева шкафов, в которых размещены переключающие устройства; ненадежность опорной фарфоровой изоляции, в особенности, у разъединителей на напряжение 110-220 кВ

(недостаточно надежна опорная фарфоровая изоляция так же, как и у разъединителей на напряжение 330, 500 и 750 кВ).

Двухколонковые разъединители серии SGF горизонтально-поворотного типа могут быть применены на высоковольтных подстанциях любого типа, с номинальным напряжением 110, 150, 220 и 330 кВ они выпускаются на номинальные токи от 1600 до 4000 А (в зависимости от типа). Для заземления отключенных участков цепи каждый полюс разъединителя может оборудоваться одним или двумя заземляющими ножами.

Однако, несмотря на современный подход к созданию разъединителей в ЗАО «ЗЭТО» на основе прототипов лучших образцов, производимых зарубежными фирмами, производство надежных разъединителей коренным образом зависит от качества и надежности опорных изоляторов, используемых в конструкциях разъединителей.

Что касается разъединителей на напряжения 110, 150 и 220 кВ, производимых АББ-УЭТМ, г. Екатеринбург, то они базируются на разработках всемирно известной фирмы АБВ и на надежной опорной изоляции, поставляемой зарубежными производителями. Это позволяет оценивать разъединители серии SGF производства АББ- УЭТМ как достаточно современные и надежные.

В настоящее время разъединители, выпускаемые в России, по своим рабочим эксплуатационным характеристикам на классы напряжений 110--220 кВ не уступают лучшим образцам изделий западных производителей (Германии, Франции, США, Японии и других стран).

Аналогичные проблемы, связанные с состоянием и заменой силового оборудования, возникают и при эксплуатации заземлителей, ограничителей перенапряжений и изоляторов, кабелей и кабельной арматуры, гидро- и турбогенератором. Следует отметить роль релейной защиты средств автоматизации в энергосистемах в связи с ростом мощностей электростанций, повышением напряжения электросетей, объединением энергосетей в единую сеть.[3]

В ближайшие 20 лет в России прогнозируется ежегодный рост энергопотребления на уровне 2,2–3,1%. В совокупности с высоким износом оборудования отрасли этот фактор обуславливает для российской энергетики необходимость существенной модернизации, которую планируется провести до 2030 года. К 2030

году предполагается увеличить мощность АЭС на 27 ГВт, мощность ГЭС на 11,8 ГВт, мощность ТЭС на 62 ГВт. Общий ввод мощностей к этому году составит 173,4 ГВт, а вывод — 67,7 ГВт. По итогам 2010 года решено было скорректировать прогноз энергопотребления. Это отразится и на количестве новых генерирующих мощностей

Для решения проблем, согласно Программе модернизации электроэнергетики России до 2020 года, в отрасль необходимо вложить порядка 11,2 трлн. рублей до 2020 года. Из этой суммы в генерирующие мощности необходимо вложить 6,5 трлн. рублей, в том числе 4 трлн. рублей в ТЭС, 2,5 трлн. рублей — в АЭС, ГЭС, ГАЭС и ВИЭ. В электросетевой комплекс планируется инвестировать 4,7 трлн. рублей, из них 2,7 трлн. рублей — в распределительные сети, оставшиеся 2 трлн. рублей — в ЕНЭС. Общая мощность всех электростанций РФ должна увеличиться к 2020 году на 25,2% — до 284,7 ГВт.

По данным INFOline, наиболее значительный объем вводов генерирующих объектов и оборудования до 2017 года планируется в ОЭС Центра (9,48 млн. кВт, в том числе с высокой вероятностью реализации — 9,16 млн. кВт) и в ОЭС Урала (13,54 млн. кВт, с высокой вероятностью реализации — 12,3 млн. кВт). К 2030 году объем ввода генерирующих мощностей в этих регионах составит 40,21 ГВт и 39,57 ГВт соответственно. Эти показатели меньше, чем намеченные ранее.

С одной стороны, развитие генерирующих мощностей в каждом из округов России зависит от экономического потенциала регионов и уровней их валового регионального продукта (ВРП), поскольку промышленность потребляет более 50% всей производимой в стране электроэнергии. С другой стороны, при строительстве новых промышленных производств, в том или ином субъекте РФ, важным фактором является его обеспеченность свободными генерирующими мощностями. Таким образом, связь «промышленность — электроэнергетика» является двусторонней.

По прогнозам аналитиков, в ближайшие 20 лет в России промышленность будет оставаться основным потребителем электрической энергии.

Важнейшим стратегическим направлением является перевод электротехнического производства на инновационный путь развития. Учитывая моральное старение большей части выпускаемой продукции, необходимо разработать и поставить на рынки новые поколения изделий

электротехники, обеспечивающие переход на новые технологии во всех отраслях реального сектора экономики, социальной сфере и обороне страны. Мировая практика обновления технологии производства серийной электротехнической продукции следующая: в низковольтной аппаратуре – 1 раз в 8 лет, в электроэнергетике – в 10 лет, в кабельной промышленности – 1 раз в 15 лет. Следует отметить, что обновление единых серий электротехнических изделий не проводилось с 1990 года. Эта работа традиционна для предметно специализированных научно-исследовательских подразделений электротехники. Отличительной особенностью существующих ситуаций является значительное расширение и изменение сути маркетинговых работ, обеспечивающих формулирование новых требований к электротехнической продукции.[4]

Тем не менее направления развития аппаратов высокого напряжения в России во многом совпадают с мировыми тенденциями развития. В настоящее время в России широко выпускаются современные виды аппаратуры (элегазовые и вакуумные выключатели, элегазовые трансформаторы тока, КРУЭ и др.), расширяются области применения современной аппаратуры.

Вместе с тем темпы роста количества новых аппаратов в эксплуатации сильно отстают от аналогичных показателей развитых стран (особенно в области элегазовых аппаратов). Это объясняется несколькими причинами. Среди них и недостаток финансовых средств, вынуждающий потребителей эксплуатировать давно устаревшие аппараты, и сократившееся строительство новых подстанций, и отсутствие промышленного выпуска в России всей гаммы элегазовой аппаратуры, применяемой за рубежом, и консерватизм потребителей коммутационной аппаратуры высокого напряжения.

Серьезные задачи стоят в направлении проведения комплексных обследований силового электрооборудования по единой методике (силовых трансформаторов, генераторов) для продления срока их службы. Вместе с тем необходима разработка программы по замене оборудования, отработавшего установленные стандартами сроки службы.

Невозможно решение задач развития электроэнергетики без внедрения новых разработок и изделий: асинхронизированных турбогенераторов, силовых преобразователей на новой элементной основе, кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена, релейной защиты на основе цифровой обработки информации (микропроцессорной техники).

Без комплексных мер, объединяющих усилия разработчиков, производителей и пользователей, отсталость парка находящегося в эксплуатации электроэнергетического оборудования может стать необратимой.

#### Литература

1. Акимов Е.Г. Современное электроэнергетическое оборудование: состояние и перспективы. М., 2005.- С. 3-7.
2. Киншт, Н.В. Диагностика электроэнергетического оборудования / Н.В. Киншт, М.А. Кац, Н.В. Силин // Труды первого инвест. Конгресса, г. Владивосток, 2000. – С. 159 –163.
3. Федяков И.В. Электроэнергетика: износ оборудования как системная проблема отрасли.// И.В. Федяков // Академия энергетики. – 2013. – №1. – С.7-9.
4. В.М.Кресс Электроэнергетика России, ее современное состояние и проблемы. М., 2001-С. 10-12

## Результаты инвентаризации эмиссии ВС от дизельных источников Мурманской области

**Малышев В. С.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра энергетики и транспорта*)

**Аннотация.** Известно, что основную долю выбросов «черного углерода» (Black Carbon, BC) производят дизельные транспортные средства (легковые, грузовые автомобили и автобусы). При этом реально инвентаризацию выбросов BC можно сделать только по технологии “bottom-up”. Это означает, что первоначально следует установить количество эксплуатируемых в Мурманской области транспортных средств с дизельными двигателями, а затем с учетом режимов работы и «качества» дизельных двигателей оценить эмиссию BC.

**Abstract.** The report contents the results of inventory the Black Carbon emission in Murmansk region from all sources (personal cars, lorries and buses, dump trucks, locomotives, agricultural machinery, diesel generators).

**Ключевые слова:** эмиссия «Черного углерода», источники с дизельными двигателями, инвентаризация, расчеты эмиссии

**Key words:** emission of “Black Carbon”, sources with BC emission with diesel engines, inventory, calculation of BC emission.

В настоящее время признано, что эмиссия «Черного углерода» (BC) является вторым по значимости фактором после эмиссии парниковых газов, который способствует «глобальному потеплению». Причем значимость эмиссии BC почти полностью связана с арктической зоной и, главным образом с ее ледовой шапкой. Исследование этого явления чрезвычайно актуально для российской зоны Арктики, где действует и активно развивается судоходство по северному морскому пути, исследуются возможности добычи углеводородного топлива.

Черный углерод (BC), это продукт неполного сгорания угля, дизельного топлива, биотоплива и биомассы. Он может быть определен как твердая форма практически чистого углерода, абсорбирующая весь спектр солнечного излучения. BC это твердые частицы PM, компонент сажи, наиболее эффективно улавливающий излучение. BC непосредственно попадает в атмосферу в форме мелких частиц (PM<sub>2.5</sub>), то есть частиц размером до 2,5 мкм. Особенностью этих частиц является их способность перемещаться на тысячи километров от мест выброса. В

Российской зоне Арктики одним из основных источников эмиссии ВС являются дизельные двигатели транспортных средств, а также стационарные дизель-генераторные установки.

Воздействие ВС на окружающую среду происходит тремя путями: за счет прямого воздействия, снижения алbedo (отражающей способности) и образование облачного покрова. Прямое воздействие выражается в поглощении этими частицами энергии всего спектра солнечного излучения и в повышении на этой основе температуры атмосферы. Второй механизм, снижение алbedo, связан со снижением отражающей способности снежного и ледового покрова и интенсификации процессов его таяния. ВС также способствуют стабилизации облачного покрова.

Мурманская область является наиболее экономически развитым и урбанизированным «уголком» Арктики, поэтому объективная оценка эмиссии ВС представляет значительный интерес.

В своей работе мы предприняли попытку провести инвентаризацию всех выбросов от дизельных источников Кольского полуострова, включая все транспортные средства с дизельными двигателями, сельскохозяйственные машины, локомотивные и судовые двигатели, а также стационарные дизель-генераторные установки.

Расчет выбросов автотехники мы проводили по упрощенной методике НИИАТ-2008, при этом рассматривались два режима работы транспортной техники. Первый режим – это старт и прогрев двигателя. Расчет выбросов для этого режима производится по формуле

$$M_{\text{start}} = N_j * E_j * t_w * n_j * a_j * d_n, \text{ грамм}$$

где  $N_j$  – число автомобилей  $j$  типа;

$m_{jn}$  – эмиссия во время старта и прогрева  $j$  типа автомобиля для сезона  $n$ , гр./мин

$t_w$  – время прогрева, мин;

$n_j$  – число холодных пусков  $j$  типа автомобилей;

$a_j$  – коэффициент использования;

$d_n$  – число дней в сезоне (холодном, теплом)

Второй режим – работа автомобильного двигателя при движении в условиях нормальной рабочей температуры. Для первых двух режимов характерны дополнительные коэффициенты: время прогрева, количество стартов и коэффициенты выпуска транспортного средства. Для работы двигателя при нормальных температурных условиях учитывается

коэффициент выбросов на километр пробега автомобиля. Расчет черного углерода проводится по формуле:

$$M_H = N_j * EF_j * L_j,$$

где  $N_j$  – число автомобилей  $j$  типа;

$EF_j$  – уровень эмиссии для прогретого автомобиля  $j$  типа, гр/км

$L_j$  – общий пробегавтомобиля  $j$  типа;

Выбросы черного углерода от легковых автомобилей объемом двигателя до двух литров и экологического класса EURO 0 составляет 87,30 граммов в день, а для холодного периода это значение равняется 837,05 граммов в день. Для оценки выбросов при работе прогретого двигателя по методике НИААТ введены средние значения пробега транспортного средства в зависимости от его класса и категории, для Мурманской области эти показателя являются достаточно объективными. В результате, значение годового выброса черного углерода от легкового автомобиля экологического класса EURO 0, объемом двигателя до двух литров составляет 13,5 тонн в год. Значения других классов для легковых транспортных средств приведено в приложении 1.

Аналогичные режимы работы двигателей взяты для оценки выбросов черного углерода от легких коммерческих грузовых транспортных средств. Данные автомобили подразделены по экологическим классам. Выбросы черного углерода от легковых коммерческих грузовых транспортных средств экологического класса EURO 0 составляет 94,2 граммов в день, а для холодного периода это значение равняется 1507,2 граммов в день. Выбросы при работе прогретого двигателя составляют 12638,5 килограммов в год.

Для тяжелых коммерческих грузовых транспортных средств введена дополнительная классификация относительно массы. Соответственно выбросы черного углерода от автомобилей из этой категории с массой менее 7,5 тонн и экологическим классов EURO 0 при старте и прогреве достигают 4,08 граммов в день, а в холодный период 81,6 грамм в день. Всего при работе прогретого двигателя от данных автомобилей в год выбрасывается 1190 килограммов черного углерода.

Для автобусов классификация учитывает их экологический класс и габаритные размеры. Соответственно выбросы черного углерода от автомобилей из этой категории с габаритными размерами до 7,5 метров и экологическим классов EURO 0 при старте и прогреве достигают 0,24

граммов в день, а в холодный период 4,8 грамм в день. Всего при работе прогретого двигателя от данных автомобилей в год выбрасывается 0,092 тонн черного углерода. Результаты расчетов инвентаризации выбросов черного углерода от каждой из категорий транспортных средств приведены в приложении 1.

В соответствии с ними годовые выбросы ВС составили по легковым автомобилям 16,5 т, по легким грузовикам– 15,2 тонны, по тяжелым грузовым ТС– 55,5 т, по автобусам -11,1 т, а общая эмиссия ВС от активно эксплуатируемых ТС- 94, 8 тонны.

Предварительные результаты расчетов по всем источникам выбросов ВС в Мурманской области следующие:

- |                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| • Карьерная внедорожная техника  | 72,4 т/год |
| • Рыболовный и транспортный флот | 52,6 т/год |
| • Локомотивы                     | 16,5 т/год |
| • Строительная техника           | 2,7 т/год  |
| • Стационарные дизель-генераторы | 2,6 т/год  |
| • Сельскохозяйственные машины    | 1,5 т/год  |
| • Транспорт                      | 95 т/год   |

## Особенности проектирования системы электроснабжения АЭС

**Мертенс Я. Р.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра энергетики и транспорта*)

**Аннотация.** Изложены особенности проектирования системы электроснабжения атомной электростанции в соответствии с требованиями федеральных норм и правил в области использования атомной энергии и других нормативных документов.

**Abstract.** The features of design power supply system nuclear power plant are outlined in accordance with federal rules and regulations in the field of nuclear energy and other regulatory documents.

Непременным требованием к атомной электростанции (АЭС) является гарантия сохранения ядерной и радиационной безопасности - при любых нормальных и аварийных режимах работы, любых внутренних и внешних воздействиях должен быть предотвращен выход радиоактивных продуктов за установленные пределы. Поэтому системы (элементы), важные для безопасности, должны проектироваться в соответствии с принципами федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, а также по нормативным документам, применение которых подтверждается Госатомнадзором России при лицензировании.[1]

Надежное функционирование станции в огромной степени зависит от построения электрической части АЭС и надежности используемого электрооборудования. Основное отличие электрической части атомных электростанций от других типов станций, вырабатывающих электрическую энергию, заключается в особенностях построения главной схемы электрических соединений и системы электроснабжения собственных нужд. Здесь обеспечивается гораздо более высокая надежность связи с энергосистемой и электроснабжения ответственных потребителей собственных нужд.

После любой остановки АЭС, плановой или аварийной, нужно обеспечить непрерывную циркуляцию теплоносителя через активную зону для отвода энергии остаточных тепловыделений, а также работу теплообменных устройств для передачи энергии от теплоносителя в окружающую среду (воду и воздух). Наиболее тяжелым для АЭС является совпадение во времени аварийного обесточивания с так называемой максимальной проектной аварией (МПА). В этом режиме происходит разуплотнение реакторного контура и необходима работа всего комплекса защитных и локализирующих устройств и автономных источников электроснабжения. Расхолаживание реактора должно осуществляться безотказно, включая возможность исчезновения напряжения в сети

собственных нужд от основных и резервных источников электроснабжения, связанных с сетью энергосистемы. Задачу электроснабжения должны при этом выполнять аварийные источники надежного питания.[2]

Атомные электростанции характеризуются применением турбогенераторов большой единичной мощности, поэтому распределительные устройства (РУ) 330-1150 кВ, через которые в энергосистему выдается такая мощность, должны быть выполнены крайне надежно. Схема присоединения АЭС к энергосистеме должна обеспечивать в нормальных режимах на всех стадиях сооружения АЭС выдачу полной введенной мощности АЭС и сохранение устойчивости ее работы в энергосистеме без воздействия противоаварийной системной автоматики при отключении любой отходящей линии электропередачи. В ремонтных режимах, а также при отказах выключателей и устройств релейной защиты устойчивость АЭС должна обеспечиваться действием противоаварийной системной автоматики на разгрузку АЭС.

При выборе главной схемы учитываются следующие параметры: единичная мощность устанавливаемых агрегатов и их число, очередность развития станции и энергосистемы; напряжения, на которых выдается электроэнергия станции, величина перетоков между РУ разных напряжений; токи короткого замыкания для каждого РУ и необходимость их ограничения схемным путем; наибольшая мощность, которая может быть потеряна при повреждении любого выключателя; возможность использования РУ ближайших подстанций повышенного напряжения для присоединения хотя бы части блоков электростанции; специальные требования к схеме в отношении устойчивости параллельной работы, требований противоаварийной автоматики, регулирования напряжения на шинах РУ и т.д.[4]

Рабочее питание потребителей собственных нужд осуществляется от трансформаторов, которые подключаются к ответвлению от блоков генератор–трансформатор. Выбор места присоединения ответвления тесно связан со схемой включения турбогенераторов. При разработке схем электроснабжения собственных нужд приходится учитывать следующие отказы систем и оборудования: одновременное отключение рабочих и резервных источников питания собственных нужд – режим обесточивания; повреждения в электрических схемах, приводящие к кратковременному снижению напряжения на секциях собственных нужд до уровня ниже 80%; повреждения в цепи турбогенератора и трансформатора собственных нужд, приводящие к отключению блока с полным сбросом нагрузки; повреждения на шинах высокого напряжения АЭС, приводящие к отключению всех блоков, подключенных к этим шинам; устойчивое повреждение на одной из секций РУ собственных нужд первой или второй ступеней напряжения; пожар в одном из отсеков кабельных сооружений и т.д.

Потребители собственных нужд АЭС по требованиям, предъявляемым к надежности электроснабжения, разделяются на три группы [3]:

Первая группа – потребители, предъявляющие повышенные требования к надежности электроснабжения, перерыв питания более долей секунды во всех режимах, включая режим полного исчезновения напряжения от рабочих и резервных трансформаторов собственных нужд, не допустим. Потребители первой группы требуют обязательного питания после срабатывания аварийной защиты (АЗ) реактора. Сюда относятся системы контрольно-измерительных приборов и автоматики, приборы технологического контроля реактора и его систем, система централизованного контроля за технологическим процессом блока, некоторые системы радиационного контроля электроприводы быстродействующих клапанов и отсечной арматуры, обеспечивающих вступление в работу систем расхолаживания и локализации аварии, а также часть аварийного освещения, оперативные цепи управления, защиты и сигнализации, аварийные маслонасосы турбоагрегата и уплотнения вала генератора.

Вторая группа – потребители, предъявляющие повышенные требования к надежности электроснабжения, допускающие перерывы питания на время, определяемое условиями аварийного расхолаживания (от десятков секунд до десятков минут), и требующие обязательного питания после срабатывания АЗ реактора. Сюда относятся механизмы, обеспечивающие расхолаживание реактора и локализацию аварии в различных режимах, включая МПА и охлаждение главного циркуляционного насоса, часть спецвентиляции и аварийного освещения, часть потребителей турбоагрегатов, обеспечивающих их надежный останов и сохранность при аварийном обесточивании, системы биологической и технологической дозиметрии.

Третья группа - потребители, не предъявляющие повышенных требований к надежности электроснабжения, допускающие перерывы питания на время автоматического ввода резерва и не требующие обязательного наличия питания после срабатывания АЗ реактора. Это большая часть нагрузки собственных нужд АЭС, обеспечивающей основной технологический процесс на блоке.

Наличие на АЭС потребителей первой и второй групп, предъявляющих повышенные требования к надежности электроснабжения, приводит к созданию специальных сетей и источников надежного питания. В нормальном режиме электроснабжение потребителей первой и второй групп, как и потребителей третьей группы, как уже было сказано выше, производится от рабочих и резервных трансформаторов собственных нужд, связанных с сетью энергосистемы. В аварийном режиме для потребителей первой и второй групп предусмотрены аварийные источники

питания: автоматизированные дизель-генераторы, аккумуляторные батареи, а также аккумуляторные батареи со статическими преобразователями или обратимыми двигатель-генераторами, газотурбинные установки, гидроагрегаты или другие автономные источники, по своим техническим характеристикам не уступающие дизель-генераторам с автоматическим пуском.

Таким образом, для разработки надежных систем электроснабжения необходимо знать технологический цикл производства электроэнергии, включая работу систем аварийной защиты, особенностей электрооборудования на АЭС с реакторами разных типов.

#### Литература

1. НП-001-97. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ-88/97).
2. ПНАЭ Г-9-026-90. Общие положения по устройству и эксплуатации систем аварийного электроснабжения атомных станций.
3. Правила устройства электроустановок. 7-ое изд., перераб. и доп., с изм. — М. : Главгосэнергонадзор России, 1998. - 607 с. - ISBN 5-900835-12
4. Фельдман М.Л., Черновец А.К. Особенности электрической части атомных электростанций. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 172 с.

## **Способ эффективного использования ВУТ в котельных Мурманской области**

**Пантилеев С. П.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра энергетики и транспорта*)

ВУТ как топливо может быть оценён только с экономической точки его использования, то есть оценена стоимость составляющих ВУТ, доставка, подготовка и эффективность его сжигания в котлоагрегате.

При использовании ВУТ по схеме работы мазутных агрегатов он может быть эффективен при отсутствии транспортных расходов на основе отходов угольного обогащения.

В сравнении ВУТ со схемами сжигания угля он проигрывает в эффективности из-за наличия 40% воды в нём, которое необходимо испарить ( $0,4 \cdot 2,5 = 1 \text{ МДж/кг}$ ) и затем отправить в окружающую среду.

Во всех выше перечисленных примерах не используется скрытая теплота парообразования. Если это проводить охлаждение части (70%) продуктов сгорания ниже точки росы при помощи конденсационных утилизаторов тепла, то вопрос эффективности ВУТ склоняется в его сторону почти для всех видов топлива, кроме природного газа и растительных отходов для равных условий.

Необходимо отметить очень важное обстоятельство, необходимое для работы конденсационного утилизатора тепла. Это наличие потребителя, которому требуется нагрев от температур намного ниже точки росы для водяных паров в продуктах сгорания (10 -20°C). Для всех топлив, кроме ВУТ для этого существуют проблемы, которые зависят от схемы теплоснабжения. ВУТ же само является объектом, которому требуется предварительный нагрев и этот нагрев можно провести в поверхностном конденсационном утилизаторе. Такое решение было предложено в Патенте RU 2036376 1995 года (Авторы патента: Каган Я.М. и др.)

Авторами этого патента на ряду с подогревом ВУТ в поверхностном конденсационном утилизаторе до температур перегретой жидкости предлагается конденсат из утилизатора использовать для изготовления ВУТ.

Перегретое ВУТ (доведённое при давлении 1-1,5МПа до температур 120-140°C) распыливается в механической форсунке, как в паровой, так как капли топлива (вода с углём) при выходе из сопла форсунки резко попадают

в среду с атмосферным давлением или даже ниже атмосферного и мгновенно испаряются (объём пара по сравнению с жидкостью увеличивается 1600 раз). Это повышает качество распыла и смесеобразования с воздухом, не требует дополнительного тепла на подогрев и испарение воды, что повышает адиабатическую температуру в топке и следовательно температурный напор и теплосъём во всех остальных поверхностях котла.

Проведём расчёт параметров ВУТ

Исходные данные:

Массовая доля угля в ВУТ  $\beta=0,6$

Плотность угля  $\rho_y=2000\text{кг/м}^3$

Плотность воды  $\rho_b=1000\text{кг/м}^3$

Средняя теплоёмкость угля  $c_{py}=1,3\text{кДж/(кг}\cdot\text{гр)}$

Средняя теплоёмкость воды  $c_{pb}=4,19\text{кДж/(кг}\cdot\text{гр)}$

Теплота парообразования воды  $r=2500\text{кДж/кг}$

Температура подогрева ВУТ  $t_{\text{вут}}=150^\circ\text{C}$

Примем следующий состав топлив:

(примем соотношение угля по массе в ВУТ 60%)

Таблица 1.

Состав	$C^P$	$H^P$	$S_{л}^P$	$N^P$	$O^P$	$A^P$	$W^P$	
В угле	49,3	3,6	3	1	8,3	21,8	13	
В ВУТ	35,200	2,570	2,142	0,714	5,926	15,565	49,282	
	Объёмы газов, $\text{нм}^3/\text{кг}$							
	$V_{RO2}$	$V_{N2}^0$	$V_{H2O}^0$ ( $P_{H2O}, \text{атм}$ )	$V^0$	$V_{вл}^0$	$V_{Г}$	$Q_n^P$ МДж/кг	$\Delta Q$ кВт
От угля	0,938	4,291	0,651(0,0806)	5,422	5,508	8,08	19,518	676,2
От ВУТ	0,669	3,064	0,961(0,1636)	3,871	3,933	5,87	12,936	1219,7

Низшая теплота сгорания:  $Q_n^P = Q_g^P - 2,5(9H^P/100 + W^P/100)$ .

$Q_n^P = 0,339C^P + 1,03H^P - 0,109(O^P - S_{л}^P) - 0,025W^P$  - аналитическая формула Д. И. Менделеева.

$\Delta Q = 2,5(9H^P/100 + W^P/100)$  – теплота парообразования.

Таблица 2. Энтальпия продуктов сгорания

$t_{г}, ^\circ\text{C}$	<i>Уголь</i> $I_{г}, \text{кДж/кг}$	<i>ВУТ</i> $I_{г}, \text{кДж/кг}$	<i>Парц. давл.</i> <i>вод. паров,</i> <i>атм</i>
0	0	0	0,0061
30	329	248	0,0423
46*	504	381	0,101
50	548	414	0,123
100	1096	828	1,010
150	1654	1343	
200	2193	1656	

Примечание: \* – точка росы.

При охлаждении продуктов сгорания ВУТ до температуры 30°C парциальное давление водяных паров в них (их концентрация) уменьшится в  $0,1636/0,0423=3,85$  раза и объём водяных паров станет:

$$V_{H_2O}^0 = 0,961/3,85 = 0,249 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Выделится конденсата:

$$G_{\text{кон}} = (0,961 - 0,249) \cdot 0,803 = 0,571 \text{ кг/кг},$$

где 0,803 – плотность водяных паров при нормальных условиях.

С учётом байпасирования ( $\kappa_b = 0,75$ ):

$$G_{\text{кон}} = 0,75 \cdot 0,571 = 0,43 \text{ кг/кг}$$

Это говорит, что конденсата вполне достаточно для приготовления ВУТ.

Количество тепла отданное паром при конденсации:

$$Q_{\text{кон}} = 2,5 G_{\text{кон}} = 2,5 \cdot 0,571 = 1,428 \text{ МДж/кг (11\% от } Q_n^p)$$

При охлаждении продуктов сгорания ВУТ до температуры 46°C парциальное давление водяных паров в них (их концентрация) уменьшится в  $0,1636/0,101=1,62$  раза и объём водяных паров станет  $V_{H_2O}^0 = 0,961/1,62 = 0,593 \text{ м}^3/\text{кг}$ .

Выделится конденсата:

$$G_{\text{кон}} = (0,961 - 0,593) \cdot 0,803 = 0,295 \text{ кг/кг},$$

где 0,803 – плотность водяных паров при нормальных условиях.

С учётом байпасирования ( $\kappa_b = 0,75$ ):

$$G_{\text{кон}} = 0,75 \cdot 0,295 = 0,22 \text{ кг/кг}$$

Это говорит, что конденсата получается чуть больше половины требуемой величины для приготовления ВУТ.

Количество тепла отданное паром при конденсации :

$$Q_{\text{кон}}=2,5 G_{\text{кон}}=2,5 \cdot 0,295=0,738 \text{ МДж/кг (5,7\% от } Q_{\text{н}}^p).$$

Тепловой баланс подогретого ВУТ в двух его моментах:

В трубопроводе после подогрева ВУТ в конденсационном подогревателе (КУТ) (давление  $p_{\text{вут1}}=0,5 \text{ МПа}$ , температура  $t_{\text{вут}}=150^\circ\text{C}$ );

На выходе из распылителя форсунки (давление в топке  $p_{\text{топ}}=0,1 \text{ МПа}$ )

При распылении ВУТ часть воды не меняет своего агрегатного состояния (x), оставшаяся вода превращается в пар, уголь охлаждается до  $100^\circ\text{C}$ , отдавая тепло испаряющей воде ВУТ. Из уравнения определим количество воды, не превратившиеся в пар:

$$\begin{aligned} t_{\text{вут}} [\beta c_{\text{ру}} + (1-\beta) c_{\text{рв}}] &= 100 [\beta c_{\text{ру}} + x(1-\beta) c_{\text{рв}}] + (1-x)(1-\beta) r \\ 150[0,6 \cdot 1,3 + (1-0,6) \cdot 4,19] &= \\ = 100 [0,6 \cdot 1,3 + x(1-0,6) \cdot 4,19] + (1-x)(1-0,6) 2500 \\ 368,4 &= 78 + 167x + 1000 - 1000x \end{aligned}$$

$X=0,85$ , это говорит о том, что тепла не достаточно, чтобы всю воду испарить. Испаряется только 15% воды ВУТ от внутренне запасённой энергии. Оставшаяся часть воды будет испаряться за счёт теплоты окружающей среды.

Определим температуру подогрева ВУТ  $t_{\text{вут}}$ , при которой полностью испарится вода ( $x=0$ ) от тепла, запасённого в перегретом ВУТ

$$\begin{aligned} t_{\text{вут}} [0,6 \cdot 1,3 + (1-0,6) \cdot 4,19] &= \\ = 100 [0,6 \cdot 1,3 + 0(1-0,6) \cdot 4,19] + (1-0)(1-0,6) 2500 \\ 2,456 t_{\text{вут}} &= 78 + 1000 \\ t_{\text{вут}} &= 439^\circ\text{C. Это выше критических параметров.} \end{aligned}$$

Добиваться рационального повышения температуры подогрева ВУТ можно только в тех пределах, которые могут быть обеспечены работой конденсационных утилизаторов. Температура ВУТ будет зависеть от температуры уходящих газов, направляемых в КУТ. Температура всегда будет ниже из-за необходимости обеспечения температурного напора, это на 20-30 градусов. То есть температура подогрева ВУТ может достигать  $170-150^\circ\text{C}$ . Для этой температуры и был проведён расчёт выше.

Плотность водяных паров при температуре  $100^\circ\text{C}$  при атмосферном давлении  $0,6 \text{ кг/м}^3$ . 15% воды ВУТ, которая мгновенно испарится от запасов внутренней энергии увеличатся в объёме в  $1000/0,6=1667$  раз.

Это расширение дополнительно разрушит частицы угля и равномерно распределит их вместе с частицами воды во фронте факела, где первые прогреются до температуры воспламенения, а вторые испарятся и дополнительно многократно расширятся.

Количество тепла необходимое для подогрева 1кг ВУТ будет:

$$Q_{\text{вут}} = J_{\text{вут}150} - J_{\text{вут}20} = 319,3 \text{кДж/кг}$$

$$J_{\text{вут}150} = t_{\text{вут}} [\beta c_{\text{пу}} + (1 - \beta) c_{\text{рв}}] = 150 [0,6 \cdot 1,3 + (1 - 0,6) \cdot 4,19] = 368,4 \text{кДж/кг}$$

$$J_{\text{вут}20} = t_{\text{вут}} [\beta c_{\text{пу}} + (1 - \beta) c_{\text{рв}}] = 20 [0,6 \cdot 1,3 + (1 - 0,6) \cdot 4,19] = 49,1 \text{кДж/кг}$$

Какую часть водяных паров (из воды ВУТ) в продуктах сгорания необходимо сконденсировать, чтобы получить достаточно тепла для подогрева ВУТ до необходимых параметров:

$$K = Q_{\text{вут}} / [(1 - \beta) r] = 319,3 / [(1 - 0,6) 2500] = 0,32$$

Для нормальной работы дымовой трубы температура уходящих газов не должна быть ниже  $t_{\text{угтр}} = 70^\circ\text{C}$ . Для этого применяется байпасирование КУТ.

Количество уходящих газов, идущих через КУТ  $k_6$  найдём из материального баланса:

$$t_{\text{уг}} (1 - k_6) + t_{\text{зкут}} k_6 = t_{\text{угтр}}$$

$$190(1 - k_6) + 30 k_6 = 70$$

$$k_6 = 0,75$$

Тепла в уходящих газах достаточно для подогрева ВУТ (32% конденсации водяных паров). Остальное тепло можно использовать для подогрева подпиточной воды, воздуха и других теплоносителей, требующих невысоких температур подогрева.

При использовании всего потенциала при  $k_6 = 0,75$  будет образовано количество конденсата при сжигании кг ВУТ ( без учёта воды образовавшейся от внутреннего водорода топлива):

$$G_{\text{H}_2\text{O}} = (1 - \beta) k_6 = (1 - 0,6) 0,75 = 0,3 \text{кг}$$

Если конденсат использовать для приготовления ВУТ, то расход воды будет уменьшен в:

$$0,4 / (0,4 - 0,3) = 4 \text{раза.}$$

С учётом воды образовавшейся от внутреннего водорода топлива (см. выше) при охлаждении продуктов сгорания до температуры  $30^\circ\text{C}$  конденсата образуется больше чем требуется для приготовления ВУТ, а при охлаждении продуктов сгорания до температуры  $46^\circ\text{C}$  расходы на воду для ВУТ уменьшаются в два раза.

В четвертой главе таблице 4.4. [7] представлены результаты натуральных испытаний КУТ поверхностного типа, выполненного на базе биметаллического калорифера КСк-4-11 Костромского калориферного завода и установленного на всасывающей стороне дымососа парового котла ДЕ-10-14 ГМ №2 Ульяновской ТЭЦ-3. По результатам этих испытаний средний коэффициент теплопередачи в данных КУТ составил  $K_k=(50...75)Вт/(м^2\cdot^{\circ}C)$ .

Используя эти данные можно ориентировочно оценить требуемую материалоемкость и срок окупаемости. Испытания были проведены на котле, работающем на природном газе осенью 1999 г. и позволили установить теплотехнические и экономические параметры работы КТ, которые показали его высокую эффективность (221,5 тыс. руб./год).

Проведём расчёт требуемой поверхности нагрева КУТ для переоборудованного под ВУТ котла ДКВр-6,5-13, имеющего КПД  $\eta_{ка}=82\%$ .

Расход ВУТ:

$$V_{вут}=D(i_{п}-i_{пв})/(\eta_{ка} Q^p_n)=$$

$$=6,5\cdot 10^3(2790-100\cdot 4,19)/(0,82\cdot 3600\cdot 12936)=0,40кг/с.$$

Тепло переданное в КУТ на подогрев ВУТ и других потребителей:

$$Q_{кут}=V_{вут} [0,75(J_{уг150} - J_{уг30})+G_{кон} r]=$$

$$=0,4[0,75(1343 - 248)+0,43\cdot 2500]=1251кВт.$$

Необходимая площадь поверхности нагрева КУТ:

$$F_k= Q_{кут} / (K_k \Delta t)=1251\cdot 10^3/(50\cdot 30)=834м^2.$$

Калорифер КСк4-12-02ХЛЗБ имеет площадь 172,4 м<sup>2</sup>, массу 331кг и стоит Ц<sub>к</sub>=36549 руб. Для КУТ потребуется  $n=834/172,4=4,8$  штук. Примем  $n=4$ .

Стоимость КУТ и его монтажа:

$$C_{кут}=1,3\cdot n\cdot Ц_k=1,3\cdot 4\cdot 36549=190000рубл.$$

Количество тепла переданного в КУТ за отопительный период:

$$Q_{кут_от}=Q_{кут}\tau=1251\cdot 180\cdot 24\cdot 3600=19,455\cdot 10^9кДж=$$

$$=4,643\cdot 10^9ккал=5643Гкал.$$

При цене 1Гкал Ц<sub>1Гкал</sub>=1500рубл.

При цене 1м<sup>3</sup> воды Ц<sub>1м3в</sub>=126рубл.

Срок окупаемости составит:

$$T= C_{кут}/(Q_{кут_от} Ц_{1Гкал} +\tau G_{кон} Ц_{1м3в})=$$

$$=190000/(5643\cdot 1500+180\cdot 24\cdot 3600\cdot 0,43\cdot 126\cdot 10^{-3})=0,2\text{ года.}$$

Вторая составляющая прибыли – это конденсат, идущий на приготовление ВУТ.

Даже при увеличении стоимости монтажа КУТ в 4 раза Срок окупаемости будет меньше года.

#### Заключение

ВУТ как топливо может быть конкурентно только при комплексном подходе к его потреблению, в который должен входить: перегрев ВУТ; подогрев подпиточной воды, воздух и других теплоносителей в конденсационном утилизаторе тепла; использование образовавшегося конденсата для приготовления ВУТ; использование мелкодисперстной золы из циклонов в приготовлении строительных материалов. При использовании всех этих мероприятий и охлаждении продуктов сгорания (75%) за утилизатором до температуры 30°C можно добиться 10% экономии топлива и 100% экономии воды, идущей для приготовления ВУТ. При этом из-за уменьшения температуры перед дымососом с 150 °С до 70 °С расход через него уменьшится в  $423/343=1,23$ , что при прежней его мощности позволит преодолеть дополнительные аэродинамические сопротивления утилизатора.

Дооборудование котлов, работающих на ВУТ конденсационными подогревателями ВУТ и других теплоносителей окупается за срок менее года. При этом улучшается процесс горения топлива в следствии лучшего распыления и смесеобразования.

#### Литература

1. Зайденварг В.Е., Трубецкой К.Н., Мурко В.И., Нехороший И.Х. Производство и использование водоугольного топлива. 2001. 176 с.
2. Делягин Г.Н., Корнилов В.В., Кузнецов Ю.Д., Чернегов Ю.А. Совершенствование водоугольного топлива и перспектива его применения // Приложение к научно-техническому журналу «Экономика топливно-энергетического комплекса России». М.: ВНИИОЭНГ. 1993. 31 с.,
3. Морозов А.Г., Мосин С.И., Мурко В.И. ВУТ в теплоэнергетике // Энергия: экономика, техника, экология. 2007. № 4.
4. Морозов А.Г., Мосин С.И., Делягин Г.Н. Российский опыт внедрения промышленной технологии производства водоугольного топлива // Новости Теплоснабжения", №9, 2008г.
5. Карпов Е.Г. Водоугольное топливо – технология будущего // Газета «Энергетика и промышленность России». 2007. № 5.
6. Патент RU 2036376 Система подготовки водоугольного топлива к сжиганию в энергетической котельной установке. Каган Я.М., Кондратьев А.С., Делягин Г.Н. 27.05.1995

7. Кудинов А.А. Энергосбережение в теплогенерирующих установках. – Ульяновск: УлГТУ, 2000.-139 с.
8. ОАО "Калориферный завод" Рекомендации по подбору калориферов и воздухонагревателей 2002. – 31с.

**Проблемы повышения эффективности использования биотоплива в поселковых отопительных котельных**

**Овсейчик А. В., Прохоренков А. М.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра Автоматики и вычислительной техники)

Малые города и поселки Мурманской области имеют небольшие энергетические потребности в отоплении и горячем водоснабжении. Чаще всего источниками тепла являются котельные небольшой мощности, работающие на привозном угле, мазуте или использующие электрическую энергию. В настоящее время одной из основных задач, стоящих перед поселковыми теплоэнергетическими предприятиями стоит задача повышение технико-экономических показателей их работы. При этом возникает необходимость одновременного решения сложных и часто взаимоисключающих задач повышения экономичности сжигания топлива и уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Этим требованиям соответствуют отходы лесоперерабатывающих и деревообрабатывающих производств, а также пеллеты, опилки, щепа.

Целью данной работы является анализ методов энергоэкологической оптимизации сжигания топлива и выработка рекомендаций по повышению эффективности использования биотоплива в котельных агропромышленного комплекса.

Проведенные в процессе исследований расчеты, а также анализ цен на основные виды топлива показывали, что биомасса во многих случаях превосходит традиционные виды топлива (не только дрова или уголь, но и жидкое топливо - мазут) по экономическим показателям их использования. Для сжигания каждого вида биотоплива существует своя специальная и специфическая технология. Котлоагрегаты, предназначенные для сжигания биомассы влажностью менее 30%, не будут эффективны ни для сжигания влажного биотоплива с содержанием воды около 50%, ни для использования рафинированной биомассы. Влажное биотопливо не будет сгорать из-за того, что ему необходима очень высокая температура внутри котла, достигать которой нет смысла, если использовать более сухую биомассу. Рафинированное топливо сгорать в таком котле будут, но при этом потеряют экономическую целесообразность, поскольку стоимость котла на гранулах ниже, чем на

влажной или сухой (до 35%) биомассе - опилках, щепе и т.д. Известно, что при влагосодержании более 60% сжигание топлива становится бесполезным. Транспортировка топлива с влагосодержанием более 30-40% малоэффективна. Перейдем к определению реальных цифр расхода. За основу возьмем высшую удельную теплоту сгорания древесного топлива согласно [2]: 18-21 мДж/кг. Рассчитанные зависимость КПД котла от влажности топлива изображены на рис. 1. Для определения



Рис. 1. Зависимость КПД котла от влажности топлива

часового расхода биотоплива произведем вычисления:  $2\,952\,000\,000 \text{ [Дж]} / 20\,000\,000 \text{ [Дж/кг]} = 147,6 \text{ [кг]}$  — это минимально возможный расход, в реальности же расход будет выше. Низшая теплота сгорания свежесрубленной древесины находится в пределах 5-10 мДж/кг соответственно, расход при использовании такого топлива составит — 590-295 кг и это без учета КПД и других потерь. Для сравнения топливные гранулы (пеллеты), соответствующие не самому жесткому европейскому стандарту DIN 51 731, имеют низшую теплоту сгорания 17,5-19,5 мДж/кг и расход для котла составит 168-151 кг и это при том, что топливные гранулы кроме высушенной древесины в своем составе больше ничего не содержат.

Легко видеть, что расход древесного топлива котлом любой конструкции при постоянной мощности может отличаться в разы только из-за различной влажности топлива.

Анализ процессов, протекающего в контурах управления котлоагрегата, позволил получить математические модели основных контуров и разработать структурные схемы системы управления производительностью котла, и контура регулирования влажности топливной смеси, изображенной на рис.2.

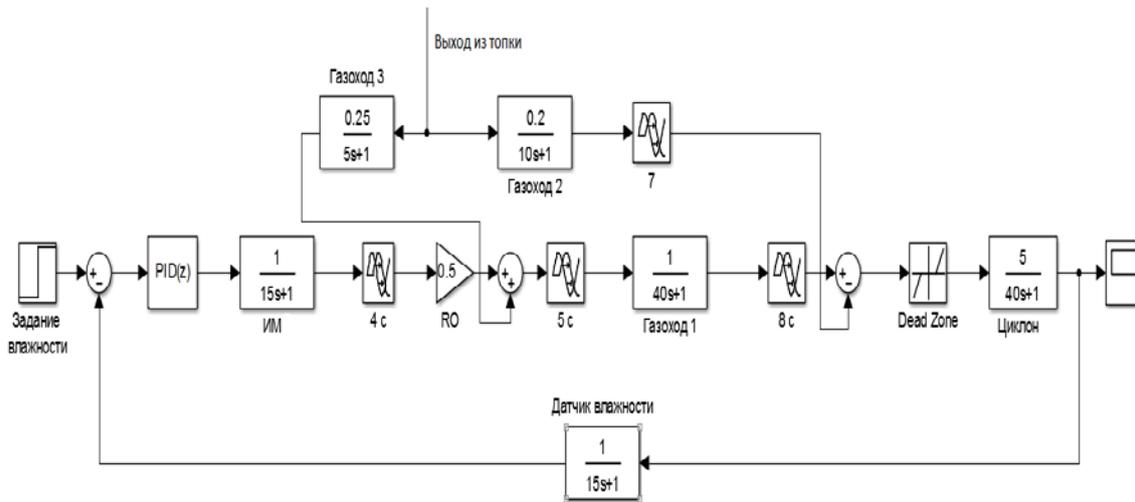


Рис. 2. Структурная схема модели контура регулирования влажности топливной смеси

Результаты моделирования показали, что древесные отходы, хранящиеся в бункере опилок имеют достаточно высокое содержание влаги и для предварительной сушки его используют отработанные дымовые газы, которые поступают по газоходу перед их удалением в атмосферу. Система сушки начинает нормально работать после выходы котла на режим после розжига. При достижении оптимальной температуры в камере сгорания, открывается регулируемая задвижка и дымовые газы смешиваются с древесными опилками. Для того, чтобы добиться максимального КПД и, следовательно, чтобы снизить себестоимость произведенной энергии необходимо изучить природу горения различных видов биотоплива. С точки зрения технологии сжигания и практического использования наибольший интерес представляют следующие характеристики топлива: химический состав, влажность, плотность, выход летучих, зольность, плавкостные характеристики золы, содержание примесей в топливе (почва, пыль и т.д.). Например: в топливной щепе из верхушек деревьев хвойных пород присутствует хвоя. При сжигании хвои (в результате цепочки химических реакций) в топке образуется щелочь натрия. Щелочь натрия для стальных котлов вредна. Но есть технологии, позволяющие нейтрализовать вредные щелочные соединения [1].

Сложность использования опилок в качестве топлива для котлов состоит в том, что опилки практически не горят в слое, а также во взрывоопасности в топках по причине не контролируемого процесса

пиролиза. При закладывании опилок в топку обыкновенных котлов, работающих на кусковом древесном топливе с попыткой их утилизации, очень высока вероятность хлопков и взрывов. Водогрейные котлы, работающие на опилках, отличаются от традиционных котлоагрегатов, работающих на твердом топливе, наличием выносной газогенераторной установки и топливного бункера. Древесные отходы, хранящиеся в бункере опилок имеют достаточно высокое содержание влаги и для предварительной сушки его можно использовать отработанные дымовые газы, которые поступают по газоходу в контур сушки опилок перед их удалением в атмосферу. Анализ полученных результатов показал, что контур сушки опилок начинает нормально работать после выходы котла на режим после розжига. При достижении оптимальной температуры в камере сгорания, открывается задвижка и дымовые газы смешиваются с древесными опилками. Далее топливная смесь дымовых газов с опилками поступает в циклон, где происходит их отделение на обезвоженное биотопливо и дымовые газы. После циклона часть газов выбрасывается в атмосферу, а часть опять идет на сушку топлива.

В заключение необходимо отметить, что расчёт конструкции котлоагрегата и выбор средств автоматизации котельной зависят от плотности, влажности и фракции биотоплива. Технологии сжигания влажных и сухих опилок имеют существенные отличия, а сжигание каждого типа биотоплива требует индивидуального решения,

#### Литература

1. Виноградова, А.В. Биотехнология топлива: учеб. пособие / А.В. Виноградова, Г.А. Козлова, Л.В. Аникина. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 212 с.
2. Дергачева И.В., Салихов П.Т. Биогаз - электроэнергия, тепло, биудобрение. 11 шагов к цели. Практическое руководство.- Ташкент, 2011

## Выбор материала для кузова автомобиля

**Орешкина В. М.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологии металлов и судоремонта)

**Аннотация.** Кузов является одной из самых важнейших деталей автомобиля. В его основные качества входит безопасность, прочность, относительная при этом дешевизна, но в тоже время он должен быть оптимально удобным для пассажиров и отличаться стилем и дизайном. Между производителями нет единого мнения, какой из кузовных материалов подходит для производства.

**Abstract.** The body is one of the most important details of the car. Its main qualities include safety, durability, relative thus low cost, but in too time it has to be optimum convenient for passengers and differ style and design. Between producers there is no what consensus from body materials is suitable for production.

### Стальной кузов

Стальной кузов может быть различной вариантности сплава, что дает совершенно непохожие свойства его разновидностям. Так, к примеру, отличной эластичностью обладает листовая сталь, она же и позволяет производить из себя наружные панели деталей кузова, которые порой могут иметь довольно необычную и сложную форму. Этот вид стали применяют в производстве силовых деталей кузова. Выгодно еще и то, что за всю историю автомобилестроения производителям удалось упростить и отладить мастерство изготовления стальных кузовов, что делает их довольно недорогими. При всех этих плюсах недостатки у стали все же имеются и существенные. Например сталь имеет большой вес и она подвержена коррозии, что вынуждает производителей использовать приемы и параллельно искать альтернативные варианты кузовных материалов.

### Алюминиевый кузов.

Сегодня все чаще можно услышать использование в производстве кузовов для автомобиля такого материала как алюминий. Этот металл, который в народе называли «крылатым», не подвержен образованию ржавчины на деталях корпуса, а сам алюминиевый кузов при такой же прочности и жесткости весит в 2 раза меньше, чем стальной. Но и тут минусы – это высокая проводимость шума.

### Пластиковый кузов.

Пластик не так давно считался в автомобилестроении наиболее перспективным кузовным материалом. Он легче даже вышеупомянутого алюминия, ему можно придать любую, даже вычурную и замысловатую форму, да и покраска его обходится намного дешевле, ведь провести ее можно уже на стадии производства, используя различные химические добавки. Ну и наконец, этот материал уж точно не знает, что такое коррозия. Но недостатков у пластика гораздо больше и они довольно значимые. Так, свойства пластика меняются под влиянием различных температур – мороз делает пластик более хрупким, а жара размягчает этот материал.

### **Композитный кузов.**

Еще одним видом материала для изготовления кузова являются композитные материалы. Это «гибридный» материал, получаемый из нескольких соединенных вместе. Такое производство делает композитный кузов оптимальным по качествам, так как в нем соединено все лучшее от каждого компонента, кроме того они являются долговечными, из них можно изготавливать самые крупные и сплошные детали, что, несомненно, упрощает само производство. К композитным материалам относятся углеволокно. Из него изготавливают остовы к кузовам для суперкаров. К минусам данного материала можно отнести трудоемкость при его использовании в автомобилестроении. Иногда даже необходим ручной труд, что, конечно, в итоге сказывается на цене. Еще один недостаток – это практически невозможность восстановления деталей из углепластика после деформации при авариях. Все это способствует тому, что массово автомобили в углепластиковом кузове практически не выпускаются.

У каждого материала из которого изготавливается кузов есть свои достоинства и недостатки.

### **Изготовление кузова.**

Стальной кузов: Изготавливается кузов в несколько этапов. С самого начала изготовления из стальных листов, имеющих разную толщину, штампуются отдельные детали. После эти детали свариваются в крупные узлы и с помощью сварки собираются в одно целое. Сварку на современных заводах ведут роботы, но и ручные виды сварки также применяются – полуавтоматом в среде углекислого газа или используется контактная сварка.

Контактная сварка-метод сварки, где к участкам свариваемых деталей подводятся электроды, и проводится ток повышенной мощности.

В позиции разогрева сплав элементов плавится, образуя однородное соединение. Места сварки бывают непрерывными и точечными.

**Алюминиевый кузов:** Начальный этап изготовления алюминиевого кузова схожий с изготовлением стального кузова. Детали вначале штампуются из листа алюминия, потом собираются в целую конструкцию. Сварка используется в среде аргона, соединения на заклепках или с использованием специального клея, лазерная сварка. Также к стальному каркасу, который изготовлен из труб разного сечения, крепятся кузовные панели.

**Пластиковый кузов:** Технология изготовления кузовных деталей заключается в следующем: в специальные матрицы укладывается слоями наполнитель, который пропитывают синтетической смолой, затем оставляют для ее полимеризации на определенное время. Пластик гнут следующим образом. Готовят деревянную форму со скругленными углами для создания опоры. Затем нагревают линию сгиба до температуры 120–130 °С. Нагревать можно пламенем горелки, находящейся на некотором удалении, или посредством струи нагретого воздуха, создаваемого сварочной горелкой. На предприятиях нагрев осуществляется инфракрасным излучением. Нагревают обе поверхности пластины. При достижении заданной температуры нагретая зона становится гибкой, как резина. Пластик вставляют в форму и удерживают до момента, когда температура при охлаждении достигнет 50–60 °С. Охлаждение можно ускорить путем протирки нагретого участка ветошью, смоченной в холодной воде. Если гибка выполнена не совсем так, как было задумано, то снова нагревают место изгиба, что приводит к выпрямлению пластины, затем опять производят гибку. Сварка пластика: для этой операции нужен вентилятор-обогреватель, снабженный устройством нагрева посредством электричества или газа. Устройство нагрева нагревает змеевик, в котором прогоняется воздух регулируемого объема. Из сопла вентилятора выходит поток воздуха, нагретого до температуры около 300° С.

**Сталь:**

1. Температура плавления стали зависит от ее состава и для обычных углеродистых сталей находится в пределах 1500...1300 °С
2. Модуль упругости стали составляет  $2,1 \cdot 10^5$  МПа.
3. Теплопроводность стали, как и всех металлов, очень высока и составляет около 70 Вт/(м – °С).

Алюминий:

1. Температура плавления алюминия невысокая, она равно приблизительно 660 С.
2. Коррозионная стойкость и особенно электропроводность
3. алюминия тем выше, чем он чище, чем меньше в нем примесей.
4. Для механических свойств алюминия характерна большая пластичность и малая прочность. Прокатанный и отожженный алюминий имеет  $\sigma_{0.2} = 10$  кГ мм, а твердость HB25,  $\sigma_{0.2} = 80\%$  и  $\sigma_{0.2} = 35\%$ .

Пластик:

1. Температура плавления такого пластика – 260 градусов Цельсия.
2. Модуль упругости при растяжении при 23 оС: 1700 – 2930 МПа
3. Твердость по Бринеллю: 90-150 МПа.

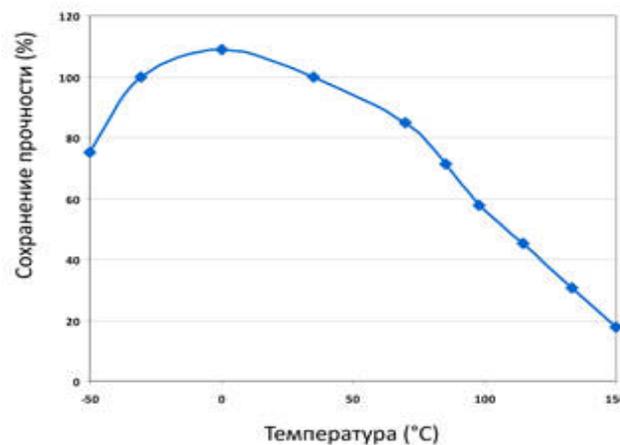


Рис. 1 Диаграмма зависимости прочности стали от температуры.

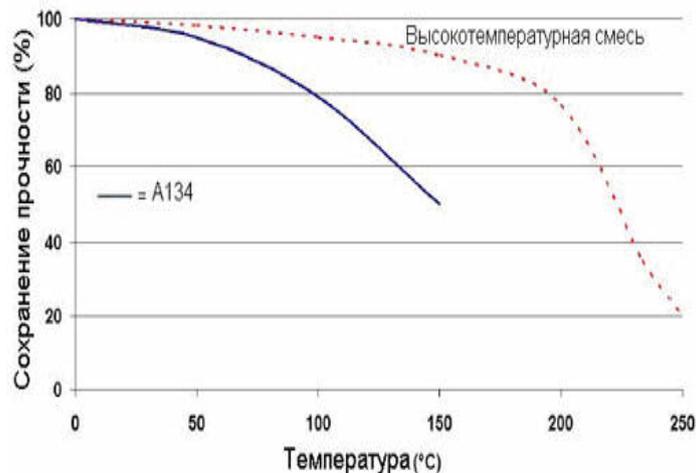


Рис. 2 Диаграмма зависимости прочности алюминия от температуры

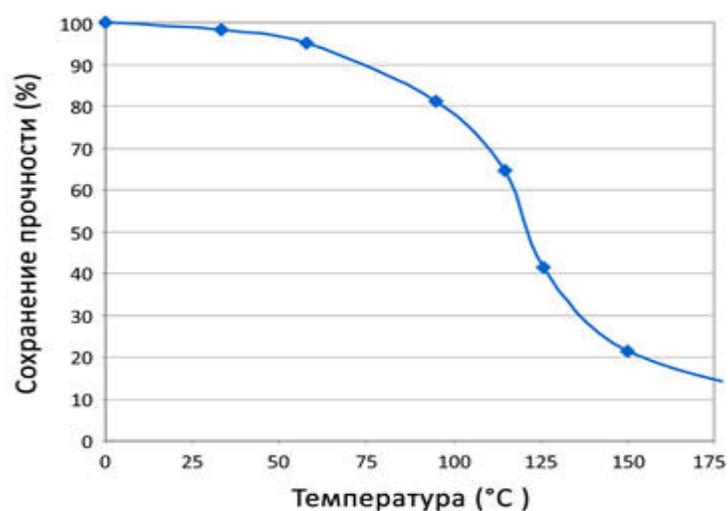


Рис. 3. Диаграмма зависимости прочности пластика от температуры

#### Литература

1. Материаловедение и технология металлов, Под ред. Г.П.Фетисова, Высш.шк, 2000;
2. Материаловедение, Ю.М. Лахтин, Машиностроение, 1990;
3. Материаловедение и технология металлов, Солнцев Ю.П., Металлургия, 1988.

## Определение параметров ветровой нагрузки ВЭУ

**Рымарь М. В., Шорников В. П.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра энергетики и транспорта)

**Аннотация.** Данная работа посвящена анализу параметров переменной ветровой нагрузки, действующих на элементы ветроэнергетической установки (ВЭУ).

**Ключевые слова:** ветроэнергетическая установка (ВЭУ), Мощность ВЭУ, Ометаемая площадь колеса ветроэнергетической установки,

**Key words:** WEU (Wind Energy Unit), wind driven powerplant, wind electric set, wind driver generator, wind-mill electric generating unit, windmill generator, Power of Wind Energy Unit. Wattage of Wind Energy Unit, swept area.

Для проводимых исследований требовался большой объём метеоданных, сбор которых осуществлялся при помощи метеостанции с дистанционной передачей информации. Измерялись и регистрировались температура, абсолютное давление, относительная влажность воздуха, скорость ветра и его направление. Измерения проводились с 5.11.2012 по 14.04.2013 с интервалами 30 и 5 минут. Общий объём накопленных измерений составил около 10000 записей.

На основании полученных данных были построены графики частотного распределения скоростей ветра для всех месяцев, в течение которых велись измерения (ноябрь, декабрь 2012 г., январь, февраль, март и по 14 апреля 2013 г.), а так же найдены значения числовых характеристик распределения (математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратичное отклонение). Эти распределения и их числовые характеристики необходимы для определения оценочной мощности, вырабатываемой ВЭУ, а также выявления её рабочих диапазонов в условиях данной местности.

Мощность ВЭУ может быть определена как:  $P_{ВЭУ} = \eta * \zeta * S_o * \rho * v^3 / 2$  (1)

где:  $\eta$  – коэффициент полезного действия генератора и трансмиссии;

$\zeta$  – коэффициент ветроиспользования;

$v$  – расчётная скорость ветра, м/с;

$\rho$  – расчётная плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$S_o$  – ометаемая площадь потока, м<sup>2</sup> – для вертикально-осевой ВЭУ  $S_o = h * D$ , для горизонтально-осевой ВЭУ  $S_o = \pi * D^2 / 4$ .

Значение плотности воздуха определяется при помощи функции зависимости плотности воздуха от температуры, давления и относительной влажности воздуха  $\rho = f(T, P, \varphi)$ . Данная функция в конечном виде в общедоступных источниках не публиковалась, однако приняв за основу зависимость (2) путём постановки выражения (3) и нетрудных математических преобразований получим необходимую функцию зависимости плотности воздуха в конечном виде (4).

$$\rho = \frac{P}{R_d * T} + \frac{P_s * (R_d - R_s)}{R_d * R_s * T} \quad (2)$$

$$P_s = \varphi * 6,1078 * 10^{\left(\frac{7,5 * T - 2048,625}{T - 35,85} - 2\right)} \quad (3)$$

$$\rho = \frac{P - 378,06 * \varphi * 10^{\left(\frac{7,5 * T - 2048,625}{T - 35,85} - 5\right)}}{287,058 * T} \quad (4)$$

где:  $P$  - абсолютное давление воздуха, Па;

$R_d$  – газовая постоянная сухого воздуха (287,058 Дж/(кг·К));

$R_s$  – постоянная пара (461,495 Дж/(кг·К));

$T$  – температура воздуха, К;

$\varphi$  – относительная влажность воздуха, %;

$P_s$  - давление водяного пара, Па.

Выражение 4 применимо в диапазоне температур от -20 до +50 °С.

Давление ветра, оказываемое потоком воздуха плотностью  $\rho$ ,двигающегося со скоростью  $v$  составит:  $P_e = \rho * v^2 / 2$ , Па (5)

Сила, действующая на элемент ВЭУ, площадью  $S$ :  $F = P_e * S$ , Н (6)

где:  $v$  – скорость ветра, м/с.

$\rho$  – плотность воздуха, определяемая согласно выражению 4.

$S$  – площадь элементов конструкции ВЭУ, м<sup>2</sup>. Для проведения оценочных расчётов примем  $S = 1$  м<sup>2</sup>.

На основании зависимостей 4, 5 и 6 были рассчитаны значения плотностей воздуха, давлений ветра и усилий, оказываемых ветром на элементы конструкции ВЭУ для ноября 2012 г. и апреля 2013 г. и построены графики частотного распределения приведённой силовой

нагрузки для указанных месяцев. Их изображения схожи с видом графика степенной функции.

Кроме того, на основании зарегистрированных скоростей были рассчитаны значения ускорений ветра для марта, апреля 2013 г. и построены графики распределения ускорений. Значения ускорений ветра позволяют судить о характере порывистости ветра в данной местности, т.е. насколько силовая нагрузка, оказываемая на ВЭУ ветром, является переменной во времени.

Для выбора подходящей для данной местности конструкции ВЭУ, а так же определения параметров усталостного расчёта её конструкции необходимо учитывать параметры изменения направления ветра. Так, например, в местности, где направление ветра меняется очень часто необходимо использовать вертикально-осевые ВЭУ, а в местах, где направление ветра сохраняется относительно постоянным, обосновано использование горизонтально-осевых ВЭУ. Каждому зарегистрированному метеостанцией значению направления ветра присваивалось своё значение угла  $\alpha$  в градусах от 0 до 360. Далее определялось изменение направления ветра, как изменение угловых значений в градусах:  $\Delta\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$ . Разделив полученную величину на интервал времени между измерениями ( $t$ ) получим угловую скорость изменения направления ветра:  $w = \Delta\alpha / t$ .

Была проведена попытка определения минимальной частоты сбора данных метеоданных для адекватного описания физической картины, т.е. каким должен быть интервал времени между измерениями метеоусловий для того, чтобы объём зарегистрированных данных не был слишком большим, но при этом получаемые зависимости были адекватными.

Экспериментально установлено, что интервала в 1 минуту между замерами будет вполне достаточно, а увеличение этого интервала до значения 2 мин. приводит к искажению получаемых зависимостей.

## Источники ухудшения качества электроэнергии

**Цикота В. В.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра энергетики и транспорта*)

**Аннотация.** Рассмотрены показатели качества электроэнергии и основные источники ухудшения качества электроэнергии и вклад в ухудшение или улучшение качества электроэнергии отдельного потребителя.

**Abstract.** Indicators of the quality of electricity and the main sources of power quality deterioration are considered and contribute to deterioration or improvement of the quality of electricity of the individual consumer.

Увеличение количества и повышения установленной мощности электроприёмников с нелинейным и несимметричным характером нагрузки, появление новых электротехнических установок сделали искажённые режимы характерной и неотъемлемой чертой работы современной системы электроснабжения. Электрическая энергия является одним из наиболее востребованных видов продукции. Как и любой вид продукции электрическая энергия обладает совокупностью свойств, характеризующих ее способность удовлетворять определенные требования, предъявляемые потребителями этой продукции: своевременность поставки электроэнергии в необходимом объеме (надежность электроснабжения) и качество поставляемой электроэнергии.

Качество электрической энергии – это степень соответствия параметров электрической энергии в данной точке электрической системы совокупности нормированных показателей качества электроэнергии.[3]

В общем случае низкое качество электроэнергии может быть охарактеризовано как любые изменения в энергоснабжении, приводящие к нарушениям нормального хода производственного процесса или к повреждению оборудования, трансформаторов, электродвигателей.

В быту в последние годы широкое распространение получили телевизоры, компьютеры и другие устройства, работающие на постоянном токе через вторичный источник питания и ухудшающие качество электроэнергии в питающей сети. В итоге возник своего рода парадокс: применение новых технологий, которые экономичны и технологически эффективны, которые улучшают жизнь людей, отрицательно сказывается на качестве электроэнергии в электрических сетях.

Ущерб, который несут потребители и энергосистема вследствие ухудшения качества электроэнергии, принято делить на электромагнитный и технологический.

Основные формы электромагнитного ущерба:

- снижение эффективности процессов генерации, передачи и потребления электроэнергии за счет увеличения потерь в элементах сети;
- уменьшение срока службы и выход из строя электрооборудования из-за нарушения его нормальных режимов работы и старения изоляции;
- нарушение нормальной работы и выход из строя устройств релейной защиты, автоматики и связи.

Все это в итоге приводит к снижению надежности системы электроснабжения в целом.

К технологическому ущербу относят снижение производительности и порчу технологического оборудования, что приводит к ухудшению качества и недоотпуску продукции.

При организации коммерческих отношений с потребителями электрической энергии перед энергоснабжающими организациями встает задача корректного определения источника ухудшения качества электроэнергии и вклада в ухудшение или улучшение этого качества отдельного потребителя. Искажения в электрическую систему нередко вносят и сами электроприемники с резкопеременным и нелинейным характером нагрузки: всевозможные преобразователи, промышленные потребители, электрический транспорт и т. д. Подобные свойства электроприемников относятся к электромагнитной совместимости — способности технических средств функционировать с требуемым качеством в заданной электромагнитной обстановке, не создавая недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам. Требуемое качество электроэнергии у потребителей обеспечивается комплексом технических и организационных мер, главными целями которых является регулирование частоты в системе и регулирование напряжения как в системе в целом, так и в отдельных ее узлах. Обеспечение других показателей качества, как правило, является второстепенной задачей, которая решается в основном местными средствами.

Рассмотрим показатели качества электроэнергии и источники и причины ухудшения качества электроэнергии.

Причинами несоответствий по отклонению частоты могут быть:

- отсутствие достаточного резерва мощности и пропускной способности элементов сети;
- ошибки в планировании диспетчерских графиков спроса и предложения в активной мощности, в подборе электростанций для размещения первичного резерва, в том числе – необходимого при аварийных нарушениях баланса мощности, в планировании дополнительных резервов пропускной способности линий для выдачи первичного резерва при внезапных нарушениях баланса;
- несвоевременность предоставления резерва мощности для его использования в режимах первичного, вторичного или третичного регулирования в соответствии с заданными системным оператором требованиями.

Отклонения напряжения от номинальных значений происходят из-за суточных, сезонных и технологических изменений электрической нагрузки потребителей; изменения мощности компенсирующих устройств; регулирования напряжения генераторами электростанций и на подстанциях энергосистем; изменения схемы и параметров электрических сетей. [1]

Причинами несоответствий могут быть:

- неверно выбранный коэффициент трансформации трансформатора 6–10/0,4 кВ или не проведенное своевременно сезонное переключение отпаяк этих трансформаторов;
- разнородность нагрузок линий 0,38 кВ и несовместимость требований потребителей к отклонениям напряжения на шинах 0,4 кВ трансформаторов 6–10/0,4 кВ;
- значительная несимметрия фазных нагрузок в сетях 0,4 кВ;
- значительные потери напряжения в распределительной сети, превышающие предельные значения;
- отсутствие трансформаторов с регулированием напряжения под нагрузкой (РПН) в центре питания (ЦП) распределительной сети;
- отсутствие автоматического регулятора напряжения (АРН) в ЦП или его неиспользование;
- некорректная работа АРН или неправильно выбранный закон регулирования напряжения в ЦП;

- разнородность нагрузок распределительных линий 6–10 кВ и несовместимость требований потребителей всей распределительной сети к отклонениям напряжения на шинах ЦП;
- ошибки в планировании диспетчерских графиков спроса и предложения в реактивной мощности;
- отсутствие договорных отношений или некорректно определенные договорные условия по допустимому диапазону отклонения напряжения;
- неверно заданные уставки регулирующих устройств на генераторах, повышающих трансформаторах и автотрансформаторах связи, отсутствие или недостаточное использование специальных устройств в межсистемных линиях и питающих сетях энергосистем, регулирующих реактивную мощность (синхронных компенсаторов, батарей статических компенсаторов и шунтирующих реакторов), пониженная пропускная способность питающих сетей и др.;
- превышение потребителем разрешенной ему мощности или нарушение договорных условий с энергоснабжающими организациями по использованию специальных средств, регулирующих реактивную мощность (батарей статических конденсаторов, синхронных двигателей).

Колебания напряжения характеризуются следующими показателями:

- размах изменения напряжения;
- доза фликера.

Размах изменения напряжения – величина, равная разности между амплитудными или действующими значениями напряжения до и после одиночного изменения напряжения

Доза фликера – мера восприимчивости человека к воздействию фликера за установленный промежуток времени.

Причины выхода показателей за пределы норм состоят в использовании потребителей электрической энергии с быстропеременными режимами работы, сопровождающимися резкими изменениями мощности (главным образом реактивной) нагрузки. Наиболее распространенными потребителями электрической энергии, которые являются источниками колебаний напряжения:

- тяговые подстанции;
- приводы реверсивных прокатных станов;
- дуговые сталеплавильные печи;
- сварочные аппараты;

- электролизные установки.

Несимметричным режимом работы трехфазной системы называется режим, при котором условия работы фаз неодинаковы. Несимметричные режимы могут быть длительными и кратковременными. Кратковременные несимметричные режимы связаны с аварийными процессами, длительные обусловлены наличием несимметрии в элементах электрической сети.

Причинами несимметрии могут быть:

- несимметрия источников тока;
- неполнофазные режимы элементов электрических сетей;
- электроприемники с различными нагрузками по фазам.

Следует заметить, что развитие промышленной и коммунальной энергетики характеризуется ростом числа и мощности электроустановок с несимметричной нагрузкой, что ухудшает работу других электроприемников.

Несимметрия может быть продольной, связанной с пофазным отключением линий и трансформаторов, и поперечной, обусловленной несимметрией нагрузок по фазам.

Несимметрия бывает однофазная и многофазная. Многофазную несимметрию можно рассматривать как совокупность однофазных.

Наиболее часто в системах электроснабжения встречается несимметрия, обусловленная нагрузкой, различной по фазам. Обычно это электроприемники, изготовление которых в трехфазном исполнении нерационально по техникоэкономическим показателям. К ним относятся индукционные электропечи, электрифицированный транспорт на переменном токе, коммунальные нагрузки, однофазные двигатели в сельском хозяйстве.

В процессе выработки, преобразования, распределения и потребления электроэнергии имеют место искажения формы синусоидальных токов и напряжений. Источниками искажений являются синхронные генераторы электростанций, силовые трансформаторы, работающие при повышенных значениях магнитной индукции в сердечнике (при повышенном напряжении на их выводах) преобразовательные устройства переменного тока в постоянный и ЭП с нелинейными вольт-амперными характеристиками (или нелинейные нагрузки).

Искажения, создаваемые синхронными генераторами и силовыми трансформаторами малы и не оказывают существенного влияния на

систему электроснабжения и на работу электроприемника. Главной причиной искажений являются вентильные преобразователи, электродуговые сталеплавильные и рудно-термические печи, установки дуговой и контактной сварки, преобразователи частоты, индукционные печи, ряд электронных технических средств (телевизионные приемники, ПЭВМ), газоразрядные лампы и др. Электронные приемники электроэнергии и газоразрядные лампы создают при своей работе невысокий уровень гармонических искажений – на выходе, но общее количество таких электроприемников велико.

Основные источники высших гармоник:

*Вентильные преобразователи.* Полупроводниковые преобразовательные устройства находят широкое применение на заводах черной и цветной металлургии и предприятиях химической промышленности. Потребителями постоянного тока на предприятиях являются регулируемый электропривод, электролизные установки, гальванические ванны, электрифицированный железнодорожный транспорт, магнитные сепараторы и др. технологические установки. На промышленных предприятиях наибольшее применение получили трехфазные мостовые схемы. Эти схемы являются также основой для построения более сложных схем многомостовых преобразователей. Проведенные исследования показали, что в амплитудных спектрах первичных токов преобразователей содержатся как канонические гармоники (5,7,11,13,17,19...), так и неканонические или аномальные гармоники (2,3,4,6,8...). Основной причиной появления аномальных гармоник является асимметрия импульсов управления, свойственная всем системам управления. Амплитуды аномальных гармоник по сравнению с амплитудами канонических гармоник как правило, невелики.

На базе трехфазной мостовой схемы реализуются ряд схем преобразователей применяемых в электроприводе:

- Тиристорный электропривод на базе вентильного двигателя;
- Асинхронный вентильный каскад; – Скомпенсированный вентильный электропривод;
- Привод на базе асинхронного двигателя с использованием частотного регулирования частоты вращения.

*Дуговые сталеплавильные электропечи.* Нелинейность вольтамперной характеристики дуги приводит к генерации пачками токов

высших гармоник. Формы кривых тока печей в большой степени зависят от режима горения дуги в разные периоды плавки. В начальный период расплавления ток печи колеблется между токами режима холостого хода и короткого замыкания, форма кривых токов значительно отличается от синусоидальной. С появлением жидкого металла плавку ведут при короткой дуге, колебания тока сравнительно меньше. Форма кривых тока улучшается и приближается к синусоидальной. В сравнении с вентильными преобразователями той же мощности уровни гармоник, генерируемых дуговыми печами, оказываются в 3–4 раза меньше. Сказанное относится к периоду расплавления, поэтому для практических целей важно знать уровни гармоник для периода расплавления. Уровень 5, 7, 11 и 13-й гармоник тока, генерируемых электродуговыми печами, относительно невелик. Эквивалентное действующее значение их не превосходит 10% тока 1-й гармоники. В токах дуговых электропечей содержатся также аномальные 2, 3, 4, 6-я гармоники. Основными причинами появления аномальных гармоник являются непрерывное изменение условий горения дуг печи и неполное выравнивание сопротивлений короткой сети. Эквивалентное действующее значение токов высших гармоник в токе за счет аномальных гармоник возрастает в 1,8–2 раза.

*Установки электродуговой и контактной сварки.* Для установок электродуговой сварки в качестве источника питания используются полупроводниковые выпрямители. Токи высших гармоник, генерируемые сварочными выпрямителями, различны для отдельных режимов работы сварочных установок. В зависимости от нагрузки выпрямитель может работать в одном из трех режимов: режиме прерывистых токов при малых нагрузках, которому соответствует двухвентильная коммутация А; средних нагрузках В; режиме трехвентильной коммутации при больших нагрузках С. Режим А практического значения не имеет. В режиме В уровни 5-й и 7-й гармоник тока оказываются весьма нестабильными. Уровень высших гармоник тока в режиме С значительно ниже, чем в режиме В. Установки контактной электросварки включаются в сеть с помощью тиристорных ключей. Для плавного регулирования сварочного тока вентильные устройства снабжаются системами фазового регулирования. Применение фазового регулирования приводит к искажению формы тока, потребляемого сварочными машинами. Определяющими гармониками при разложении тока являются 1, 3 и 5-я. Кроме нечетных гармоник присутствуют также четные гармоники.

Появление четных гармоник объясняется разбросом углов регулирования вентилях. Влияние четных высших гармоник на несинусоидальность токов сварочных машин невелико. [2]

В системах электроснабжения общего назначения нашли широкое применение электронные и микроэлектронные системы управления, микропроцессоры и ЭВМ, что привело к снижению уровня помехоустойчивости систем управления электроприемников и резкому возрастанию количества их отказов. Основной причиной отказов является воздействие электромагнитных переходных помех, возникающих при электромагнитных переходных процессах как в сетях энергосистем, так и в городских, и промышленных электрических сетях. Длительность протекания переходных процессов составляет от нескольких периодов тока промышленной частоты до нескольких секунд, а эффективная полоса частот помех может достигать десятков мегагерц.

Характеристикой электромагнитных переходных помех являются провалы и импульсы напряжения, кратковременные перенапряжения.

Провал напряжения – внезапное понижение напряжения в точке электрической сети ниже  $0,9U_{ном}$ , за которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему уровня через промежуток времени от десяти миллисекунд до нескольких десятков секунд». Провал напряжения характеризуется следующими показателями:

- длительность
- глубина
- частота.

Причинами провалов напряжения являются короткие замыкания, которые в свою очередь обуславливаются рядом объективных и субъективных причин: удары молнии, загрязнение изоляции, механические повреждения опор, касание проводов посторонними предметами, ошибочные действия оперативного и ремонтного персонала и т.п. Согласно статистике, « 70% повреждений в воздушных сетях 110 кВ приходится на однофазные короткие замыкания(ОКЗ), « 20% – на двухфазные или двухфазные на землю и « 10% – трехфазные. В кабельных сетях 6–10 кВ также преобладают однофазные замыкания на землю, но при выполнении мероприятий по компенсации емкостных токов, оперативному отысканию и отключению поврежденного оборудования они не переходят в многофазные замыкания и поэтому не вызывают провалов напряжения. [4]

Искажение формы кривой питающего напряжения может происходить за счет появления высокочастотных импульсов при коммутациях в сети, работе разрядников и т.д. Импульс напряжения – резкое изменение напряжения в точке электрической сети, за которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему уровня. Величина искажения напряжения при этом характеризуется показателем импульсного напряжения.

Перенапряжением называют всякое превышение напряжением амплитуды наибольшего рабочего напряжения. Длительность перенапряжения может составлять от единиц микросекунд до нескольких часов. Воздействие перенапряжения на изоляцию может привести к ее пробое.

По причинам возникновения перенапряжения подразделяются на следующие:

- внешние – от разрядов молнии (атмосферные перенапряжения) и от воздействия внешних источников;
- внутренние – возникающие при резонансных явлениях, при авариях и при коммутациях элементов электрической цепи.

В высоковольтных цепях главным источником внешних перенапряжений являются разряды молнии. Наиболее опасны прямые удары молнии в оборудование (ПУМ), при которых даже на заземленных сооружениях возникают большие потенциалы.

Индуктированные перенапряжения возникают вследствие индуктивной и емкостной связи канала молнии с токоведущими и заземленными частями электрической сети. Величина индуктированных перенапряжений меньше, чем при прямых ударах молнии, и они опасны только для сетей до 35 кВ при ударе молнии вблизи линии. Импульсы перенапряжений распространяются на значительные расстояния от места возникновения. Набегающие волны могут представлять опасность для электрооборудования подстанций, электрическая прочность которого ниже, чем у линейной изоляции.

Внутренние перенапряжения по длительности и по причине возникновения делятся на квазистационарные и коммутационные.

Квазистационарные перенапряжения продолжаются от единиц секунд до десятков минут и в свою очередь подразделяются на режимные, резонансные, феррорезонансные и параметрические. Режимные перенапряжения возникают при несимметричных коротких замыканиях на

землю, а также при разгоне генератора в случае резкого сброса нагрузки. Резонансные перенапряжения имеют место при возникновении резонансных эффектов в линиях (при одностороннем питании линии), в электрических цепях при наличии реакторов. Феррорезонансные перенапряжения возникают в цепях с катушками с насыщенным магнитопроводом, что может быть как на частоте 50 Гц, так и на высших гармониках. Особенностью феррорезонанса является скачкообразный вход в режим резонанса (триггерный эффект).

Коммутационные перенапряжения возникают при переходных процессах и быстрых изменениях режима работы сети (при работе коммутационных аппаратов, при коротких замыканиях и при прочих резких изменениях режима) за счет энергии, запасенной в емкостных и индуктивных элементах. Наиболее часто такие перенапряжения имеют место при коммутациях линий, индуктивных элементов, конденсаторных батарей.

Электрическая энергия используется во всех сферах жизнедеятельности человека, обладает совокупностью специфических свойств и непосредственно участвует в создании других видов продукции, влияя на их качество. Каждый электроприемник предназначен для работы при определенных параметрах электрической энергии: номинальных частоте, напряжении и т. п., поэтому для нормальной его работы должно быть обеспечено требуемое качество электрической энергии. Таким образом, качество электроэнергии определяется совокупностью характеристик электрической энергии, при которых электроприемники могут нормально работать и выполнять заложенные в них функции.

#### Литература

1. Ананичева С.С. Качество электроэнергии. Регулирование напряжения и частоты в энергосистемах: учеб. пособие – Екатеринбург: УрФУ, 2012. – 93 с.
2. Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий. – 5-е изд. М.: Энергоатомиздат, 2004.
3. Карташов И.И. Управление качеством электроэнергии. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 320 с.
4. Кудрин Б.И. Системы электроснабжения: учеб. пособие для студентов высш. проф. образования – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 352 с.