

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ  
ФГБОУ ВПО МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФГБОУ ВПО МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГУМАНИТАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НО СОЮЗ РЫБОПРОМЫШЛЕННИКОВ СЕВЕРА  
ФГУП ПОЛЯРНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОРСКОГО РЫБНОГО  
ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ  
ИМЕНИ Н. М. КНИПОВИЧА  
ФГБУН МУРМАНСКИЙ МОРСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ КНЦ РАН  
ФГБУН ИНСТИТУТ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И МИНЕРАЛЬНОГО  
СЫРЬЯ ИМ. ТАНАНАЕВА КНЦ РАН  
ФГБУН ЦЕНТР ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ  
ЭНЕРГЕТИКИ СЕВЕРА КНЦ РАН  
ФГБУН ИНСТИТУТ ИНФОРМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КНЦ РАН



## **«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2013**

(4 - 11 марта 2013 г.)

*(МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ)*

**Мурманск  
2013**

**«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. - 1 опт. Компакт-диск (CD-ROM). - Систем. требования: РС не ниже класса Pentium II 128 Мб RAM; свободное место на HDD 130 Мб; привод для компакт дисков CD-ROM 2-х и выше; Международная научно-практическая конференция «Наука и образование - 2013)». - Электрон. текст подгот. ФГОУВПО «МГТУ». - НТЦ “Информрегистр” № 0321301202.**

*Печатается в авторской редакции*

**НТЦ «ИНФОРМРЕГИСТР» № 0321301202**

**©ФГБУВПО «Мурманский государственный технический университет», 2013**

## Содержание

<b>АВТОМАТИКА И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ.....</b>	<b>16</b>
ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ КОРАБЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ, ИХ ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ И ВЕРОЯТНОСТЬ СТРАХОВЫХ РИСКОВ	
Власов А. Б., Бувев С. А. ....	17
АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	
Вотинин М. В. ....	21
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СТЕРИЛИЗАЦИОННОЙ КАМЕРЫ АВК-30М ПО МЕТОДУ "ЧЕРНОГО ЯЩИКА"	
Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В., Прыгунов А. И. ....	24
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ "ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ПО ДАННЫМ В ФОРМАТЕ .ODS И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА"	
Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В. ....	30
МОДЕРНИЗАЦИЯ УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА "АСР ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДПТ"	
Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В., Маслов А. А., Бауэр В. А. ....	36
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МАЛОГАБАРИТНОГО ДЫМОГЕНЕРАТОРА	
Власова А.Р., Власов А.В., Маслов А.А., Кайченев А.В. ....	41
НАСТРОЙКА РЕГУЛЯТОРА ТЕМПЕРАТУРЫ В ДЫМОГЕНЕРАТОРЕ	
Власова А.Р., Власов А.В., Маслов А.А., Кайченев А.В. ....	47
ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ «ОВЕН» В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	
Кайченев А. В., Маслов А. А., Власов А. В., Власова А. Р., Висков А. Ю., Семяков И. Ю. ....	52
О ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ	
Кайченев А. В., Маслов А. А., Власов А. В., Власова А. Р., Висков А. Ю., Семяков И. Ю. ....	56
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ПОРТА НА БАЗЕ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ТЕРМОГРАФИИ	
Мухин Е. А. ....	60
МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАДАНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ ГОРОДОВ	
Прохоренков А. М., Качала Н. М., Совлуков А. С. ....	63
ПРИМЕНЕНИЕ ФРАКТАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ КЛАССА СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	
Прохоренков А. М., Качала Н. М. ....	68
РАДИОЧАСТОТНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИКСИРОВАННОГО ЗНАЧЕНИЯ УРОВНЯ И ПОЛОЖЕНИЯ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ВЕЩЕСТВ В ЕМКОСТЯХ	
<sup>1</sup> Прохоренков А. М.; Совлуков А. С., Терешин В. И. ....	73
ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ЭНЕРГИИ В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ	
Прохоренков А. М., Овсейчик А. В. ....	78
МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ	
Семяков И. Ю., Маслов А. А., Кайченев А.В., Ершов М.А. ....	83
НЕПРЕРЫВНЫЙ КОНТРОЛЬ МАССЫ СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ ВЯЛЕНИЯ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ	
Семяков И. Ю., Маслов А. А., Кайченев А.В. ....	87
ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ	
Яценко В. В., Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В. ....	93
<b>БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ.....</b>	<b>97</b>
ТОЧНОСТЬ УДЕРЖАНИЯ НАЗНАЧЕННОЙ КОРАБЛЮ ПОЗИЦИИ.	
Гарматенко И. С. ....	98
РАСЧЕТ УСИЛИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ОБЪЕКТЫ БУКСИРОВКИ СО СТОРОНЫ БУКСИРНОЙ СВЯЗИ	
Юдин Ю. И., Пашенцев С. В., Каян В. В. ....	106
ПОДДЕРЖАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИИ СУДНОМ ПРИ ИЗМЕНЕНИЯХ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ И НАЛИЧИЯ В НЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ОТКАЗОВ	
Зива И. И., Лохов С. С. Меньшиков В. И. ....	112

НАДЕЖНОСТЬ НЕСЕНИЯ ХОДОВОЙ ВАХТЫ ПРИ ОШИБКАХ «ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА» ПО ОБЩЕЙ ПРИЧИНЕ	
Житняк М.С., Кулизнев И.А. Меньшиков В. И. ....	115
НЕРАЗЛИЧИМОСТЬ МЕХАНИЗМОВ ПРОВОДКИ СУДНА	
Ключко Д. В., Блажеев А.Ю. Меньшиков В. И. ....	118
ВЫРАВНИВАНИЕ ПОЗИЦИОННОГО РАВНОВЕСИЯ БУРОВОГО СУДНА	
Юдин Ю. И., Петров С. О., Иванов В. В. ....	120
РАСЧЁТ РАДИАЛЬНОЙ ДИАГРАММЫ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СКОРОСТИ ВЕТРА ДЛЯ БУРОВОГО СУДНА	
Юдин Ю.И., Петров С.О., Иванов В.В. ....	127
ОЦЕНКА АКТУАЛЬНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ШВАРТОВНОЙ ОПЕРАЦИИ К БОРТУ СУДНА, СТОЯЩЕГО НА ЯКОРЕ.	
Юдин Ю. И., Холичев С. Н., Иванов В.В. ....	134
К ВОПРОСУ О ШТОРМОВАНИИ СУДНА В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ	
Анисимов А. Н., Анисимов А. А. Бутаков А. А. ....	142
СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ИМ ШВАРТОВНОЙ ОПЕРАЦИИ К БОРТУ СУДНА, СТОЯЩЕГО НА ЯКОРЕ	
Юдин Ю. И., Холичев С. Н., Иванов В. В. ....	145
ОШИБКИ СРАВНЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИ РАЗРЕШЕНИИ ПРОБЛЕМНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИТУАЦИЙ	
Смирнов А. Ж. ....	152
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МНОГОТАКТНЫХ ПОГРУЗОЧНЫХ ПОРТОВЫХ СИСТЕМ	
Прохоренков А. М., Истратов Р. А. ....	157
УПРАВЛЕНИЕ ИНФРАСТРУКТУРАМИ ПОРТА В СОСТАВЕ ТРАНСПОРТНОГО УЗЛА	
Прохоренков А. М., Истратов Р. А. ....	162
ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ КОРАБЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ, ИХ ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ И ВЕРОЯТНОСТЬ СТРАХОВЫХ РИСКОВ	
Власов А.Б., Бувев С.А. ....	167
ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛОВ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ	
Гайнуллин Т. Т., Бурков Р. А., Баева Л. С. ....	172
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	
Бурков Р. А., Гайнуллин Т. Т., Баева Л. С. ....	176
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ	
Бурков Р. А., Гайнуллин Т. Т., Баева Л. С. ....	180
О ЗАДАЧАХ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАКИДНОГО НЕВОДА	
Недоступ А. А., Ражев А. О., Соколова Е. В. ....	184
ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЯ ПЕРЕДАЧИ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ МЕЖДУ БАРАБАНОМ ФРИКЦИОННОГО ТИПА И КВИ В СТАТИКЕ	
Недоступ А. А., Наумов В. А., Орлов Е. К., Дегутис А. В. ....	189
АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВНЕШНЕЙ 12-МИЛЬНОЙ ГРАНИЦЫ В ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ВОДАХ МОРЕЙ АРКТИКИ И СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
Санаев А.И., Кнышев А.И. ....	193
<b>БИОРЕСУРСЫ, УСТОЙЧИВОСТЬ И РАЗВИТИЕ ЭКОСИСТЕМ СУБАРКТИКИ</b> .....	<b>216</b>
МИРОВОЕ РЫБОЛОВСТВО И АКВАКУЛЬТУРА В НОВОМ ТЫСЯЧЕЛЕТИИ	
Анохина В. С., Шошина Е. В. ....	217
ЛЕТНИЙ БАКТЕРИОПЛАНКТОН В АРКТИЧЕСКИХ И СУБАРКТИЧЕСКИХ ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ	
Венгер М. П. ....	222
ВЫРАЩИВАНИЕ МАГОНИИ ПАДУБОЛИСТНОЙ (MANONIA AGUIFOLIUM) В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ МГТУ	
Горбунова С. И. ....	225
ПРИМЕНЕНИЕ ОГУРЕЧНОЙ ТРАВЫ В ОЗЕЛЕНЕНИИ МУРМАНСКА	
Горбунова С. И. ....	228
ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ЦВЕТОЧНО-ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ, ВЫСЕЯННЫХ В ПОЧВЕ БОТСАДА МГТУ В 2012 ГОДУ	
Горбунова С. И. ....	231
ПОВЕДЕНИЕ КОЛЬЧАТОЙ НЕРПЫ (PUSA HISPIDA) И ГРЕНЛАНДСКОГО ТЮЛЕНЯ (PAGOPHILUS GROENLANDICUS) В УСЛОВИЯХ НЕВОЛИ	
Желудкова А. И. ....	240

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА СОДЕРЖАНИЕ СВОБОДНОГО ПРОЛИНА В БУРОЙ ВОДОРОСЛИ <i>FUCUS VESICULOSUS</i> В ПРИРОДЕ И В ЭКСПЕРИМЕНТЕ Клиндох М. П. ....	243
МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧЕК БЕРЁЗ ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЙ Г. МУРМАНСКА ПРИ ВЫХОДЕ ИЗ ПОКОЯ Ковалева Т. О., Приймак П. Г. ....	245
ПИТАНИЕ МАЛОТЫЧИНКОВЫХ СИГОВ ( <i>COREGONUS LAVARETUS</i> L.) В ОЗ. ИМАНДРА Королева И. М., Терентьев П. М., Кашулин Н. А., Зубова Е. М. ....	249
ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОСЕЛЕНИЙ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА <i>MYA ARENARIA</i> ГУБЫ ЧУПА Кравец п. п., Сергеева К. Э. ....	253
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА ЦИТОХРОМА Б ( <i>Cyt B</i> ) МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК В ПОПУЛЯЦИЯХ ТРЕСКИ БАРЕНЦЕВА И БЕЛОГО МОРЕЙ Макеев Г. А. ....	256
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СУБЛИТОРАЛЬНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ГУБ ИВАНОВСКАЯ И ДРОЗДОВКА ВОСТОЧНОГО МУРМАНА Малавенда С. В., Метельский А. А. ....	258
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОСТАВА ГЕЛЬМИНТОФАУНЫ РАКООБРАЗНЫХ СЕМЕЙСТВА GAMMARIDAE В РАЙОНЕ ПОСЕЛКА АБРАМ-МЫС И В ГУБЕ ЯРНЫШНАЯ Маслич М. А. ....	261
ВСПЫШКА ЦВЕТЕНИЯ КОККОЛИТОФОРИД В ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ Павлова М. А. ....	273
ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РДЕСТОВ В ВОДОЁМАХ Г. МУРМАНСКА Приймак Е.В., Приймак П.Г. ....	276
ФИТОРЕКУЛЬТИВАЦИОННЫЕ РУДЕРАЛЬНЫЕ РАСТЕНИЯ ПОД МОНЧЕГОРСКОМ Приймак П.Г., Приймак Е.В. ....	279
СОСТОЯНИЕ ПРИБРЕЖНЫХ СООБЩЕСТВ ФИТОПЛАНКТОНА БАРЕНЦЕВА МОРЯ Тюкина О. С. ....	282
СОВРЕМЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫМИ РАДИОНУКЛИДАМИ МАКРОФИТОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ Фарион Д. А., Усягина И. С. ....	288
<b>БИОХИМИЯ И МЕДИЦИНА</b> .....	<b>291</b>
БИОСHEMICAL INVESTIGATIONS OF THE MUSCULAR TISSUE OF THE BURBOT Овчинникова С., Шашкова Е., Дубогризова А., Игумнов Р. ....	292
ДЕКОМПРЕССИОННОЕ ГАЗООБРАЗОВАНИЕ В ПЕРЕСЫЩЕННЫХ РАСТВОРАХ И ЖИВОМ ОРГАНИЗМЕ. Богатырев О. А. ....	293
РИСКИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ (ВРЕДНЫЕ ПРИВЫЧКИ) МОЛОДЕЖИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ (ОБЗОР) Кривенко О. Г., Ключко Е. В. ....	301
ХАРАКТЕРИСТИКА СОМАТИЧЕСКОГО СТАТУСА КУРСАНТОВ МОРСКОЙ АКАДЕМИИ МГТУ ЗА 2010 - 2013 ГОДЫ Ключко Е. В., Кривенко О. Г. ....	306
ЭНЗИМОПАТИИ (ОБЗОР) Овчинникова С. И., Михнюк О. В. ....	309
БИОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ НАЛИМА Овчинникова С. И., Шашкова Е. В., Дубогризова А. А., Игумнов Р. О. ....	311
АНТИДОТЫ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ Пашкина О.И., Овчинникова С.И., Михнюк О.В. ....	312
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРЕСНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БАССЕЙНА КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ. Широкая Т. А., Овчинникова С. И. ....	315
ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ РЕЧНОЙ МОЛОДИ АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА Мишанина Л. А. ....	318
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОДЕГРАДАЦИИ ХИТИНА В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ Рысакова К. С., Порцель М. Н., Новиков В. Ю., Лыжов И. И., Голикова Л. Н., Карасева Т. А., Петрова Е. М. ....	320
ВИДЫ ПОКОЯ СЕМЯН И ЕГО ОСОБЕННОСТИ У СЕМЯН ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ (ОБЗОР). Шашкова Е. В., Падалко В. В. ( .....	324

ОСОБЕННОСТИ ВНУТРИКЛЕТОЧНОГО ПРОТЕОЛИЗА МОРСКИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ	
Шкуратова Е. Б., Мухин В. А. ....	327
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ ПРОТЕЗИРУЕМЫХ СИСТЕМ	
Глазков В. П., Кулик А. А. ....	332
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ НАНОСТРУКТУРНОГО БЕМИТА НА СВОЙСТВА БИОКОМПЗИТОВ	
Мельникова И. П., Лясникова А. В., Веселухина С. В., Миндрин Е.С. ....	337
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И АДГЕЗИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАЗМОНАПЫЛЕННЫХ ГИДРОКСИАПАТИТОВЫХ ПОКРЫТИЙ	
Дударева О. А., Гришина И. П., Маркелова О. А., Протасова В. А., Лясникова А. В. ....	342
<b>ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА И ШЕЛЬФА БАРЕНЦЕВА МОРЯ</b> .....	<b>347</b>
НОВЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБСТАНОВОК ФОРМИРОВАНИЯ ПРОТОЛИТОВ ДОКЕМБРИЙСКИХ КОМПЛЕКСОВ	
Козлов Н. Е., Мартынов Е. В., Сорохтин Н. О. ....	348
ЗАКОНОМЕРНОСТИ МИГРАЦИИ ПЕТРОГЕННЫХ, РЕДКИХ И РАССЕЯНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ХОДЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОН КОНТАКТОВО-РЕАКЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЩЕЛОЧНО-УЛЬТРАОСНОВНЫХ КОМПЛЕКСОВ С КАРБОНАТИТАМИ (НА ПРИМЕРЕ МАССИВА ОЗЕРНАЯ ВАРАКА, КОЛЬСКИЙ РЕГИОН)	
Козлов Е.Н. ....	355
ВЫСОКОБАРИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСРОВА И ЗАПАДНОЙ НОРВЕГИИ	
Платонова О. Н. ....	360
МЕТАМОРФИЗМ ГНЕЙСОВ ЁНСКОГО СЕГМЕНТА БЕЛОМОРСКОГО ПОДВИЖНОГО ПОЯСА	
Пожиленко В.И., Беляев О.А. ....	365
НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ШЕЛЬФОВЫХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОБЛАСТЕЙ ОБРАМЛЕНИЯ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА	
Предовский А. А., Чикирёв И.В., Некипелов Д. А., Аксёнов И. В. ....	370
НОВЫЕ ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО РАЗРЕЗУ ВУЛКАНИТОВ ПЕЧЕНГСКОЙ СТРУКТУРЫ (БАЯНОВА Т.Б., СКУФЫН П.К., ЕЛИЗАРОВ Д.В., СЕРОВ П.А.)	376
ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ОБЛАСТЕЙ АКТИВИЗАЦИИ ТЕКТОНО-МАГМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АРХЕЙСКОМ ФУНДАМЕНТЕ КОЛЬСКОГО РЕГИОНА	
Филатова В. Т. ....	381
ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ ВЕРХНЕДОКЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КОЛЬСКОГО РЕГИОНА И VARENTS SEA REGION (П-ОВ ВАРАНГЕР, СЕВЕРНАЯ НОРВЕГИЯ)	
Чикирёв И. В. ....	386
<b>ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В АРКТИКЕ</b> .....	<b>390</b>
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СПОКОЙНЫХ ВАРИАЦИЙ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ И КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ В МАКСИМУМЕ F2-СЛОЯ ИОНОСФЕРЫ	
Ботова М. Г., Намгаладзе А. А. ....	391
К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ФОНОВОЙ ВАРИАЦИИ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОНОСФЕРЫ В ПРИЛОЖЕНИИ К ЗАДАЧЕ ПОИСКА И ВЫЯВЛЕНИЯ ИОНОСФЕРНЫХ ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ	
Золотов О.В. ....	395
ПОТОК ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ НАД ДУГОЙ ПОЛЯРНОГО СИЯНИЯ	
Волков М. А. ....	398
<b>ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ</b> .....	<b>404</b>
ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ: ТЕОРЕТИКО- ИСТОРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	
Панкратова М. Е. ....	405
ЭЛЕКТРОННЫЕ УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ КАК ОСНОВА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ	
Коркешко О. И. ....	409
МОДЕЛИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА, И НЕДОСТАТКИ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ	
Панкратова М. Е. ....	411

К ВОПРОСУ ИНСТИТУЦИОНАЛИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ	
Пьянзина Е. П. ....	415
НОВЫЕ ПРОГРАММНЫЕ РАЗРАБОТКИ В ПРАКТИКЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ	
Луковкин С. Б., Хохлова Л. И. ....	419
<b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРОГРАММНЫЕ РАЗРАБОТКИ .....</b>	<b>422</b>
АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД	
Амосов П.В., Новожилова Н.В. ....	423
ДОКАЗАТЕЛЬСТВО СХОДИМОСТИ РЯДОВ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИХ НАЧАЛЬНЫЕ МОМЕНТЫ ЕВКЛИДОВЫХ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ УПОРЯДОЧЕННЫМИ КОПИЯМИ МНОЖЕСТВА ТОЧЕК ПЛОСКОСТИ, КОГДА ОДНА ИЗ КОПИЙ ПОДВЕРГАЕТСЯ СЛУЧАЙНОМУ ПОВОРОТУ ИЛИ ОТРАЖЕНИЮ	
Бычкова С. М., Жарких А.А. ....	428
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЙВЛЕТ-ПОДОБНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ТИПА ХААРА НАД КОНЕВЧНЫМИ ПООЛЯМИ	
Жарких А.А. ....	433
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МНОГОМЕРНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА MSSA С ПРЕДОБРАБОТКОЙ ПО EMD	
Запорожцев И. Ф., Серeda А.-В. И. ....	441
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ ПЛАЗМОНАПЫЛЕННЫХ ПОКРЫТИЙ МЕДИЦИНСКИХ ИМПЛАНТАТОВ	
Маркелова О. А., Гришина И. П., Дударева О. А., Садыков Р. Р., Лясникова А. В. ....	446
ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ РЕГИОНА	
Маслобоев А. В., Быстров В. В. ....	450
МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	
Маслобоев А. В., Богатиков В. Н. ....	455
ИМИТАЦИОННЫЙ ПОДХОД К МЕТОДОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО СОСТАВА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ И ОБУСТРОЙСТВА НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	
Пичугин Д. А. ....	460
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССАМИ ДОСТУПА ПРИ ДИСТАНЦИОННОЙ АТТЕСТАЦИИ	
Портнов К. В. ....	465
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКА И УТОЧНЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗЛОМОВ ПО ДАННЫМ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ МЕТОДОМ СПЕКТРАЛЬНОЙ ДЕКОМПОЗИЦИИ.	
Трошин О.В. ....	470
<b>МИКРОБИОЛОГИЯ .....</b>	<b>475</b>
ИЗУЧЕНИЕ РАЗНЫМИ МЕТОДАМИ ИССЛЕДОВАНИЙ МИКРООРГАНИЗМОВ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ ЯПОНСКОГО МОРЯ	
Доровская Е. В., Шульгина Л. В., Лаженцева Л. Ю., Загородная Г. И. ....	476
ВЛИЯНИЕ АРОМАТИЗИРОВАННОГО ПРЯНОСТЯМИ МАСЛА НА ОСТАТОЧНУЮ МИКРОФЛОРУ КОНСЕРВОВ ИЗ МОРЕПРОДУКТОВ	
Лаженцева Л. Ю., Шульгина Л. В., Шульгин Ю. П.) ....	481
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ СЕВООБОРОТОВ В ОПТИМИЗАЦИИ МИКРОБОЦЕНОЗОВ ПОЧВ	
Смирнова Е. Б., Решетникова В. Н., Занина М. А., Семёнова Н.Ю. ....	485
SPATIAL DISTRIBUTION OF TROPHIC GROUPS OF BACTERIOBENTHOS ON THE LITTORAL OF THE KOLA BAY	
BARYSHNIKOVA N., MAKAREVICH E. ....	488
РЕПРОДУКТИВНЫЙ ЦИКЛ ГОЛОТУРИИ CUCUMARIA FRONDOSA БАРЕНЦЕВА МОРЯ В ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД	
Быкова А. В. ....	492
ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЕВТРОФНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ВОДЕ СРЕДНЕГО И СЕВЕРНОГО КОЛЕН КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА	
Литвинова М. Ю. ....	498
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО ЭПИЛИТОНА ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНЫХ МОРЕЙ НА ПРИМЕРЕ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ	
Луценко Е. С. ....	501

DEVELOPMENT OF METHODOLOGY FOR STUDY BACTERIAL EPILITON OF INTERTIDAL ZONE OF NORTH SEAS ON EXAMPLE OF KOLA BAY OF BARENTS SEA LUTSENKO E. S.) .....	507
КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ УЧЕТ КОЛИФАГОВ В ВОДЕ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ Луценко Е. С., Перетрухина А. Т. ....	512
ОХРАНА ПОЧВ В УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОГЕОСИСТЕМАХ Осауленко В. Е. ....	516
САНИТАРНЫЙ И ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРЭСНОВОДНОГО ФОРЕЛЕВОГО САДКОВОГО ХОЗЯЙСТВА В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ Перетрухина И. В. ....	520
ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ГИДРОБИОНТЫ СОЛОНОВАТЫХ АКВАСИСТЕМ КОЛЬСКОГО ЗАПОЛЯРЬЯ Перетрухина А. Т., Осауленко В. Е. ....	524
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МИДИЙ <i>MUTILUS EDULIS L.</i> , ЛИТОРАЛИ СРЕДНЕГО КОЛЕНА КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА Узбекова О. Р., Перетрухина И. В. ....	529
<b>НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МАТЕМАТИКИ И ЕЁ ПРЕПОДАВАНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ .....</b>	<b>532</b>
О РЯДЕ ГИЛЬБЕРТА ОДНОЙ АССОЦИАТИВНОЙ АЛГЕБРЫ Богомолов Р. А., Богомолова И. В. ....	533
ОПИСАНИЕ ЯДРА ОТОБРАЖЕНИЯ НОРМЫ МУЛЬТИПЛИКАТИВНЫХ ГРУПП КОНЕЧНЫХ ПОЛЕЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ 2 Богомолов Р. А., Богомолова И. В. ....	535
ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ Богословская Н. М., Харитоновна И. Ю. ....	536
СЕТЕВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ РЕСУРС ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА» Бычкова С. М. ....	541
ПРЕПОДАВАНИЕ МАТЕМАТИКИ В ВУЗЕ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ. Денисова Н. Г. ....	545
БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА НА ПРИМЕРЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО КУРСА «ОСНОВАНИЙ ГЕОМЕТРИИ» Заглядина О. Н. ....	549
О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ В ВУЗЕ Казакова Г. Б. ....	553
О КОРРЕКЦИОННОМ КУРСЕ “ВВЕДЕНИЕ В МАТЕМАТИКУ” Кацуба В. С. ....	558
ОСОБЕННОСТИ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ Жулина О. И., Максимова О. А. ....	561
КРИВИЗНА ТРЕХМЕРНЫХ ПСЕВДОРИМАНОВЫХ МНОГООБРАЗИЙ Можей Н. П. ....	565
ЗАДАЧИ НА ЭКСТРЕМУМ ФУНКЦИИ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ С ФИЗИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ. Никонов О. А., Воробейчикова Е. С. ....	570
ПРИКЛАДНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА МАТЕМАТИКИ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ЭКСПЛУАТАЦИЯ СУДОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ» (НА ПРИМЕРЕ СТРУКТУРЫ ПРОГРАММЫ КУРСА «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ») Ромахова О. А. ....	574
РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО КОМПЛЕКСА ПО ФУНКЦИОНАЛЬНОМУ АНАЛИЗУ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА Филимоненкова Н. В. (г. Санкт-Петербург, СПбГАСУ, КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ) .....	579
НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ ИНЖЕНЕРАМ-МЕХАНИКАМ Хохлова Л. И. ....	583
<b>ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ.....</b>	<b>587</b>
ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ В РАМКАХ ТРЕБОВАНИЙ ФГОС 3-ГО ПОКОЛЕНИЯ Власова С. В. ....	588



ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН (НА ПРИМЕРЕ «ЭКОЛОГИИ») ПО ПРОГРАММАМ БАКАЛАВРИАТА	
Зотова О. Е., Салтыкова С. А., Гончарова О. А. ....	593
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»	
Курносова И. А. ....	596
О НЕОБХОДИМОСТИ ЗНАЧИТЕЛЬНОГО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СОВРЕМЕННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ	
БАЕВА Л.С., ПАШЕЕВА Т. Ю. ....	599
СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ	
Третьякова С. Ю., Гапоненков И. А., Сергин А. Н., Луценко Е. С. ....	604
НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ "ЭКОЛОГИЯ"	
Федорова О. А. ....	609
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СТРУКТУРЫ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ	
Прыгунов А. И. ....	613
КАДРОВЫЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН	
Шамрина О. П. ....	617
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА SCILAB ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ТРЕБУЮЩИХ РАЗЛОЖЕНИЯ ФУНКЦИЙ В ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИЙ РЯД ФУРЬЕ	
Шиян А. Ф., Шиян Н. В. ....	620
ПРИМЕНЕНИЕ ПАКЕТА СИМВОЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ SCILAB ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И ИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН	
Шиян А. Ф., Шиян Н. В., Кичигин А. В. ....	624
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ СТЕНДОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН	
Яров В. Н., Калитёнков Н. В., Милкин В. И.) ....	628
<b>РАДИОЛОКАЦИЯ, РАДИОНАВИГАЦИЯ И РАДИОСВЯЗЬ .....</b>	<b>632</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ РЕЧЕОБРАЗОВАНИЯ И СЛУХА	
Жарких А. А. ....	633
АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОЗМОЖНОСТИ БЕСПРОВОДНОГО КАНАЛА СВЯЗИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОБСТАНОВКИ В РАЙОНЕ ДВИЖЕНИЯ МАЛОМЕРНЫХ СУДОВ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МСУДС	
Борисова Л. Ф., Тимонин Д. О.) ....	641
<b>СТРОИТЕЛЬСТВО .....</b>	<b>645</b>
ВЛИЯНИЕ АРМИРОВАНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ОТКОСОВ	
Антонов В. М., Герасимов А. А. ....	646
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ, УСТРОЕННОЙ ПО МЕТАЛЛИЧЕСКОМУ ПРОФЛИСТУ	
Котов А. А. ....	650
ПРИМЕНЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ	
Глушко Е. Н. ....	655
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК В ПРОГРАММЕ CAE-ТЕХНОЛОГИЙ ANSYS	
Герасимова О.В. ....	663
АРМОКИРПИЧНЫЕ СТЕНОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИ СОВМЕСТНОМ ДЕЙСТВИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СИЛ	
Туманов А. В. ....	665
<b>ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ФЛОТА .....</b>	<b>668</b>
ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ МКУБ НА СУДА ФРП	
Маринин А. А., С. БАЕВА Л. С. ....	669
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ ШВОВ КОРПУСА СУДНА	
Ващенко И. П. ....	674
ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛОВ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ	
Гайнуллин Т. Т., Бурков Р.А., БАЕВА Л. С. ....	678

ДЕФЕКТАЦИЯ ТОПЛИВНОГО СЕПАРАТОРА	
ГРИГОРЬЕВА О. П. ....	682
СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ ВАЛОВ СУДОВЫХ ДВС	
СЕРГЕЕВ К. О. ....	687
СПОСОБ ОЦЕНКИ ДИАМЕТРА ВАЛА БЕЗ ЕГО ДЕМОНТАЖА	
ЕФРЕМОВ Л. В. ....	691
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БЕЗРАЗБОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕДУКТОРОВ СУДОВ ТИПА «АТЛАНТИК - 488»	
ЖУКОВ А.С., СЕРГЕЕВ К.О. ....	695
СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ	
КУМОВА Ж. В. ....	702
КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. УГЛЕПЛАСТИК	
ОРЕШКИНА В. М. ....	706
ДИНАМИЧЕСКИЕ РАЗРУШЕНИЯ	
ПЕТРОВА Н. Е. ....	708
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ - КОМПЛЕКСНАЯ НАУКА, ОКАЗЫВАЮЩАЯ ОСНОВНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ И НАДЕЖНОЙ РАБОТЫ ТЕХНИКИ	
БАЕВА Л. С., ПАШЕЕВА Т. Ю. ....	711
О ВЛИЯНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ НА НАДЕЖНОСТЬ СВАРНЫХ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	
БАЕВА Л. С., ПАШЕЕВА Т. Ю. ....	716
РЫБОПРОМЫСЛОВЫЙ ФЛОТ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИИ	
БАЕВА Л. С., ПАРШЕВ Ю. В. ....	721
<b>ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ШЕЛЬФОВЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ</b> .....	<b>726</b>
ТЕХНОЛОГИЯ ПОДВОДНОГО ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА	
ВОЛОГДИН Д. А. ....	727
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПОЛУПОГРУЖНУЮ ПЛАВУЧУЮ БУРОВУЮ УСТАНОВКУ В ПРОГРАММЕ CAE-ТЕХНОЛОГИЙ ANSYS	
ГЕРАСИМОВА О. В. ....	743
РЕШЕНИЕ ТЕРМОУПРУГОЙ ЗАДАЧИ УСТОЙЧИВОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ОБСАДНОЙ КОЛОННЫ ДИАМЕТРОМ 244,5 ММ В ММП	
ДЖАМАЛОВА Э. Б. ....	746
РЕШЕНИЕ ТЕРМОУПРУГОЙ ЗАДАЧИ УСТОЙЧИВОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ОБСАДНОЙ КОЛОННЫ ДИАМЕТРОМ 244,5 ММ В ММП	
ДЖАМАЛОВА Э. Б. ....	751
САМОАДАПТИРУЮЩАЯСЯ СИСТЕМА РАЗДЕЛЕНИЯ ПОПУТНОГО ГАЗА.	
ФЕДОСЕЕВ П. О. ....	756
SEDIMENTARY SOILS DEFORMATION MODE OF ARCTIC SHELF BY OFFSHORE GRAVITY BASE PLATFORM INSTALLATION	
РАПУША А, GONTAREV D .....	761
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ В СЛОИСТОЙ СРЕДЕ ОКОЛОСКАВАЖИННОГО ПРОСТРАНСТВА ПО СЕЙСМИЧЕСКИМ ДАННЫМ. 767	
РОЖКОВ А. С. ....	767
<b>ХИМИЯ</b> .....	<b>770</b>
СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ 2,4,-ДИФЕНИЛ-3,4,4А,5,6,10В – ГЕКСАГИДРО-2Н- БЕНЗО[Н] СЕЛЕНОХРОМЕНА, И ФЕНИЛ (3-ФЕНИЛ- 4,5-ДИГИДРОНАФТО [1,2,- В]СЕЛЕНОФЕН -2 ИЛ )МЕТАНОНА	
ХАЙРУЛЛИНА В. Р., ИШМУХАМЕТОВА А. Р., ГЕРЧИКОВ А. Я., ХАДИЯТУЛЛИНА Р. Т., ДРЕВКО Я. Б., ДРЕВКО Б. И. ....	771
ПОИСК ЭФФЕКТИВНЫХ ИНГИБИТОРОВ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ 5-ЛИПОКСИГЕНАЗЫ СРЕДИ ПРОИЗВОДНЫХ 2-(3-МЕТИЛФЕНИЛ) ПРОПАНОВОЙ КИСЛОТЫ	
ТАИПОВ И. А., ХАЙРУЛЛИНА В. Р., ГЕРЧИКОВ А. Я., ВАСИЛЬЕВ М. Н., ТРЫНКИНА В. С. ....	775
МЕТОД АДДИТИВНОСТИ ПО СВЯЗЯМ ДЛЯ ДЕФОРМАЦИОННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ВЕЩЕСТВА	
ЗИНОВЬЕВА А. Б., ПУТИНЦЕВ Н. М. ....	779

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКА ЖЕЛЕЗА ИЗ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ	
РАКИТИНА Е. Ю.....	784
КИНЕТИКА ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА РЫБНОГО БЕЛОКСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ	
КУЧИНА Ю. А., ШИРОНИНА А. Ю., ДЕРКАЧ С. Р., КОНОВАЛОВА И. Н. ....	788
ЩЕЛОЧНОЕ ДЕАЦЕТИЛИРОВАНИЕ ХИТИНА И ХИТОЗАНА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ДЕАЦЕТИЛИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ.	
САГАЙДАЧНЫЙ В. А., НОВИКОВ В. Ю. *, ДОЛГОПЯТОВА Н. В., КОНОВАЛОВА И. Н., КУЧИНА Ю. А.....	792
ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ $FeCl_3 - Na_2SO_3 - (H^+/OH^-) - H_2O$ МЕТОДОМ UV/VIS-СПЕКТРОСКОПИИ	
ВАСЁХА М. В., ТЕСЛЮК Д. А., КОНДРАТЮК Ю. В. ....	797
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОРОДА С ПОМОЩЬЮ ДАЧНИКА, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕГО НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ ПРИНЦИПЕ	
НИКИТИНА Л. В., КОЛОКОЛОВА Е. В., МИХАЙЛОВА А. М. ....	800
ХИТИН В ГРУНТЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ	
ПОРЦЕЛЬ М. Н., НОВИКОВ В. Ю., РЫСАКОВА К. С., ЛЫЖОВ И. И. ....	805
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОЛИЧЕСТВЕННОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ГЕКСАТИОГИПОДИФОСФАТА ОЛОВА (II)	
РЫБИНА И. Н., ТЕРЕЩЕНКО А. В. ....	808
ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ВОДАХ	
ДЯЧУК О.А.....	811
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУЛЬФИТНОГО СИНТЕЗА ПРЕКУРСОРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ ОКСИДА КОБАЛЬТА(II) И НИКЕЛЯ(II)	
ТЕСЛЮК Д.А., ВАСЁХА М.В., ПЕТРОВА А.Н.....	814
КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРМЕНТАТИВНЫХ БЕЛКОВЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ	
НОВИКОВ В. Ю., ШИРОНИНА А. Ю., КУЧИНА Ю. А., ДЕРКАЧ С. Р. ....	821
ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОЛЯНОКИСЛОТНОМУ РАЗЛОЖЕНИЮ НЕФЕЛИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА	
ШУЛЯК Д. В., МАЙОРОВ Д. В., КОНДРАТЕНКО Т. В. ....	827
<b>ЭНЕРГЕТИКА И ТРАНСПОРТ.....</b>	<b>831</b>
ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПО ДАВЛЕНИЮ В ЕГО ЦИЛИНДРАХ	
БАБОШИН А. А., МАЛЫШЕВ В. С. ....	832
АНАЛИЗ СТАНДАРТНЫХ И ПРЕДЛОЖЕНИЕ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СБЕРЕЖЕНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	
КОЖУХОВА Е. А., МАЛЫШЕВ В. С. ....	837
ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ УСТРОЙСТВ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЗАМКНУТЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ ПО КРИТЕРИЮ МИНИМУМА СРОКА ОКУПАЕМОСТИ НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ФИЛИАЛА ОАО «МРСК СИБИРИ» - «КУЗБАССЭНЕРГО – РЭС»	
НЕПША Ф. С. ....	841
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АДСОРБЦИОННОГО ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРА НА РАБОЧЕЙ ПАРЕ АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ - МЕТИЛАМИН	
КАРИМОВ М. Ш., ВАСИЛЬЕВ Т. Р., БАЙРАШЕВСКИЙ И. В., РУДЕНКО М. Ф. ....	846
ВЫБОР МЕСТ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ И ПАРКОВОЧНЫХ ЗОН НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА МУРМАНСК И ИХ ОБОСНОВАНИЕ	
ГУСЕВ Е. С., МАЛЫШЕВ В. С. ....	851
ОПТИМИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ПО УДС Г. МУРМАНСКА НА УЧАСТКЕ УЛ. ПОДГОРНАЯ	
ГУСЕВ Е. С., МАЛЫШЕВ В. С. ....	854
ОТРАСЛЕВОЕ РАЗГРАНИЧЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ, ПРОВОДИМЫХ ПРИ ЭНЕРГОАУДИТЕ	
КОЖУХОВА Е. А. ....	857
<b>ЭКОЛОГИЯ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....</b>	<b>860</b>
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА	
ХАРДИКОВА Р. И., ФЕДОРОВА О. А. ....	861
ПРОЦЕСС НИТРИФИКАЦИИ В АЭРОБНЫХ СТАБИЛИЗАТОРАХ	
СЕРГИН А. Н., А. ФЕДОРОВА О. А. ....	865
ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ, КАК ВАЖНЕЙШАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	
ГОППЕН Т. С. ....	870

ВРЕМЯ КАПИЛЛЯРНОГО ВСАСЫВАНИЯ ФИЛЬТРАТА ИЗ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД Гапоненков И. А., Федорова О. А. ....	874
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ С МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ Богословская О. А., Рахметова А. А., Ольховская И. П., Глущенко Н. Н. ....	877
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ РЫБОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ. Васильева Ж.В., Крашевская А.А., Мурзина М.Ю. ....	880
ЦИКЛИЧЕСКИЕ КЕТАЛИ ГЛИЦЕРИНА И ПОЛИОЛОВ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ - НОВЫЙ ВИД КОМПОНЕНТОВ БИОТОПЛИВА Вольева В. Б., Белостоцкая И. С., Комиссарова Н. Л., Малкова А. В., Усачев С. Д., Варфоломеев С. Д., Макаров Г. Г. ....	889
ВЛАЖНОСТЬ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА ИМАНДРА КАК МАРКЕР ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОРНО- ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Даувальтер В. А., Кашулин Н. А. ....	891
РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ОЗЕР ЮЖНОГО УРАЛА ЧЕРЕЗ АНАЛИЗ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ИХ БЕРЕГОВ Диянова О. П. ....	896
ЗООПЛАНКТОННЫЕ СООБЩЕСТВА ОЗЕР, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ПЛОЩАДИ ВОДОСБОРА РЕК МЕГРЫ И СОЯНЫ (ПО МАТЕРИАЛАМ 2012 Г). Евтушенко З. В. ....	900
РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СЗЗ ПУНКТА ХРАНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ ФГУП «РОСРАО» В МУРМАСКОЙ ОБЛАСТИ Каминский О. О., Гладких А. С. ....	904
ИЗУЧЕНИЕ ПУЛЬСАЦИИ СЕРДЦА ПЕРЛОВИЦЫ-ТУМИДУС ( <i>UNIO TUMIDUS L.</i> ) В ТЕСТИРУЕМЫХ РАСТВОРАХ Леонтьев В. В. ....	908
ВЫСВОБОЖДЕНИЕ ФОСФОРА ИЗ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД В ПРОЦЕССЕ АЭРОБНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ Лескова О. Н., Павлова А. Л., Федорова О. А. ....	913
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ЮЖНОГО И СРЕДНЕГО КОЛЕН КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА ПО ИНДИКАТОРНЫМ ЦИАНОБАКТЕРИЯМ Луценко Е. С. ....	917
ОБОСНОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕНЕЗА И ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ ГЕОСИСТЕМЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ СБРОСЕ СТОЧНЫХ ВОД ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Мамбетов Р. Ф., Роднова Е. В. ....	922
ОБ УЯЗВИМОСТИ ОБЪЕКТОВ С ОТРАБОТАВШЕМ ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВОМ НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТА «УКРЫТИЕ» Наумов А. В. ....	925
ОСОБЕННОСТИ ВЫБРОСА АЭРОЗОЛЕЙ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ И НАЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА ПРИ ТЯЖЕЛОЙ АВАРИИ Наумов А. В. ....	928
БИОПОЗИТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ Яшкина А. А., Плотникова Е. А. ....	932
ТОКСИЧНОСТЬ КАТИОНОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ И НАКОПЛЕНИЕ ИХ В КЛЕТКАХ ХЛОРЕЛЛЫ Овсянникова М. Н. ....	937
РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ РЫБООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ Дровнева Е. А., Васильева Ж. В. ....	940
К ВОПРОСУ ОБ ОБРАЩЕНИИ С ДОННЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ Кишинская Е. А., Федорова О. А. ....	947
СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ Третьякова С. Ю., Гапоненков И. А., Сергин А. Н., Луценко Е. С. ) ....	955
ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ВЫБРОСОВ ЧЕРНОГО УГЛЕРОДА В Г. МУРМАНСКЕ. ВОЗМОЖНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ Третьякова С. Ю. ....	960

<b>ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ .....</b>	<b>965</b>
EFFECTS OF DIFFERENT CONDITIONS OF INCUBATION ON APPEARANCE OF THE MAIN DEFORMATIONS OF BALLAN WRASSE ( <i>LABRUS BERGYLTA</i> ) LARVAE AFTER HATCHING. ШНЧЕРАК L.V., ZHURAVLEVA N.G., ODDVAR OTTESEN.....	966
ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОЛУЧЕНИЮ АЛЮМОАММОНИЕВЫХ КВАСЦОВ ИЗ РАСТВОРОВ АЗОТНОКИСЛОТНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ НЕФЕЛИНА ВЕЛЯЕВ Ю. О., МАТВЕЕВ В. А., МАЙОРОВ Д. В. ....	971
РЕЗУЛЬТАТЫ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОТКРЫТЫХ РАЙОНОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ ГОРБАЧЕВА Е. А. ....	975
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ УРОВНЕЙ ШУМА, ПОЛУЧЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ «ЭКОЛОГ-ШУМ», И РЕЗУЛЬТАТОВ НАТУРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДРОЗДОВА Е.И., СМИРНОВ Ю.Ю. ....	980
ВЛИЯНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД НА КАТИОННЫЙ СОСТАВ ПОЧВЕННЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА ЕВТЮГИНА З. А. ....	985
ИСТОРИЧЕСКИЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТ ИЗУЧЕНИЯ ПТИЦ-ДУПЛОГНЁЗДНИКОВ КАК СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОРНИТОФАУНЫ В ГОРОДЕ МОНЧЕГОРСКЕ ГОЛУБЕВА Т. Н. ....	989
ОБЗОР ЖЕСТКОКРЫЛЫХ ( <i>INSECTA, COLEOPTERA</i> ) СЕМЕЙСТВ <i>CARABIDAE</i> И <i>SCARABAEIDAE</i> В ПОСЕВАХ ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ ЛЕОНТЬЕВА И. А. ....	992
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДАМИ ВОДНЫХ МАСС БАРЕНЦЕВА МОРЯ В РАЙОНАХ РЫБНОГО ПРОМЫСЛА ЛИТОВСКАЯ А. М., ЖИЛИН А. Ю. ....	997
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АМОРФНОГО КРЕМНЕЗЕМА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СТЕКЛОМАТЕРИАЛА И КЕРАМИКИ МАНАКОВА Н.К.*, МОТИНА А.В., СУВОРОВА О.В. ....	1002
РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ ИЗ АЛЮМОСИЛИКАТО ИВАНОВА А.Г. ....	1006
ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКА ЖЕЛЕЗА ИЗ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ РАКИТИНА Е. Ю. ....	1010
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЗМОВ-ГЕТЕРОТРОФОВ СЕННОГО НАСТОЯ ДЛЯ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ МИНЧЕНОК Е. Е., ПАХОМОВА Н. А. ....	1015
ИНФУЗОРИИ И БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПАХОМОВА Н. А., МИНЧЕНОК Е. Е. ....	1020
ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ЗВЕЗДЧАТОГО СКАТА ( <i>AMBLYRAJA RADIATA</i> DONOVAN, 1808) В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕГО ДЛИНЫ ПОПОВА М. Ю. ГРЕКОВ А. А. ....	1024
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОТДЕЛЕНИЯ «ОРЕНБУРГСКИЕ ГОРОДСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ» ФИЛИАЛА ОАО «МРСК ВОЛГИ» – «ОРЕНБУРГЭНЕРГО» РОДНОВА Е. В., МАМБЕТОВ Р. Ф. ....	1028
СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ КАМЧАТСКОГО КРАБА ГУБЫ УРА БАРЕНЦЕВА МОРЯ В ПЕРИОД 2008-2012 ГГ. СЕННИКОВ А. М., МАТЮШКИН В. Б. ....	1032
СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ФУНКЦИЯХ ВИЛОЧКОВОЙ ЖЕЛЕЗЫ САЛМОВА Н.А., ЖУРАВЛЕВА Н.Г., ОТТЕСЕН О.) ....	1037
ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИММУНИТЕТ РЫБ САЛМОВА Н. А., ЖУРАВЛЕВА Н. Г.) ....	1042
ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА СОСТОЯНИЕ ПРИДОРОЖНЫХ ПОСАДОК ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ЧЕРТЕ Г. СЕВЕРОМОРСКА ВАГНЕР Н. С., ПАХОМОВА Н. А. ....	1046
ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОЛЯНОКИСЛОТНОМУ РАЗЛОЖЕНИЮ НЕФЕЛИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА ШУЛЯК Д. В., МАЙОРОВ Д. В., КОНДРАТЕНКО Т. В. ....	1056
BALLAN WRASSE КАК ВАЖНЫЙ ВИД ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ МОРСКИХ ХОЛОДНОВОДНЫХ ВИДОВ ЩЕПАК Л. В., ЖУРАВЛЕВА Н. Г., ODDVAR OTTESEN ....	1060
ПРОБЛЕМЫ ЗАРАЖЕНИЯ ЛОСОСЯ МОРСКИМИ ВШАМИ И ЕЁ РЕШЕНИЕ В РАМКАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	

ЩЕПАК Л. В., ЖУРАВЛЕВА Н. Г. ....	1064
<b>ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ.....</b>	<b>1067</b>
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТИОСУЛЬФАТА НАТРИЯ И ЖИРА ПЕЧЕНИ ТРЕСКИ В КАЧЕСТВЕ КОМБИНАЦИИ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ УЛУЧШИТЕЛЕЙ	
Волченко В. И., Несвященко С. С. ....	1068
СОЗДАНИЕ НОВЫХ ВИДОВ ЗАКУСОЧНЫХ КОНСЕРВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЛЕ ТРЕСКИ И ГОРБУШИ	
Вельмякина Д. А., Гроховский В. А. (.....	1072
ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНСЕРВОВ «ПЕЧЕНЬ ТРЕСКИ НАТУРАЛЬНАЯ» В СТЕКЛЯННОЙ ТАРЕ	
Третьяк Н. А., Гроховский В. А. ....	1077
ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ ИКРЫ МОРСКИХ ЕЖЕЙ	
Молчановский И. А., Гроховский В. А. ....	1080
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МАЙОНЕЗНОЙ ПРОДУКЦИИ И ПРЕСЕРВОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИКРЫ МОРСКИХ ЕЖЕЙ	
Молчановский И. А., Гроховский В. А., Бондаренко А. Г., Майорова А. А. ....	1082
РАСЧЕТНЫЕ КРИВЫЕ КИНЕТИКИ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ДЛЯ ЦИКЛИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ СУШКИ И РЕЛАКСАЦИИ РЫБЫ	
Ершов М. А., Ершов А. М., Корчунов В. В. ....	1088
ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ПУНКТИРНОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ РЫБЫ	
Аминов В. А., Ершов М. А. <sup>2</sup> , Похольченко В. А., Семяков И. Ю. ....	1093
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЦЕНТРЕ И НА ПОВЕРХНОСТИ РЫБЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ СУШКИ ГИДРОБИОНТОВ	
Вотинин М. В., Ершов М. А. ....	1097
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИКИ ПОТОКА ПРИ ПОСОЛЕ РЫБЫ В ЦИРКУЛИРУЮЩЕМ ТУЗЛУКЕ.	
Глазунов Е. А., Дьяков А. В. ....	1101
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ РЫБЫ НА РЫБОПРОМЫСЛОВЫХ СУДАХ	
Голубев Б.В., Шутов А.В., Глазунов Е.А. ....	1106
К ВОПРОСУ О НАУЧНОМ ОБОСНОВАНИИ РЕЖИМА СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ ИЗ КИЖУЧА В ПОЛИМЕРНОЙ УПАКОВКЕ	
Долбнина Н. В., Швидкая З. П., Шульгина Л. В., Солодова Е.А. ....	1109
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВОВ-ПАШТЕТОВ ИЗ КОПЧЕНОЙ САЙКИ С ОВОЩАМИ	
Ефремова А. А. ....	1113
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ БЛАНШИРОВАННОГО ПОЛУФАБРИКАТА НА КАЧЕСТВО КОНСЕРВОВ ИЗ ПЕЧЕНИ ТРЕСКИ	
Волчено В. И., Куранова Л. К., Швейкина К. С. ....	1118
ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОФЛОРЫ ПЕЧЕНИ ТРЕСКИ БЛАНШИРОВАННОЙ	
Богданова О. Ю., Швейкина К. С. ....	1120
СОПОСТАВЛЕНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО И СТУПЕНЧАТОГО СПОСОБОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ	
Кайчен <sup>1</sup> А.В., Власов А.В., Власова А.Р., Гроховский В.А., Куранова Л.К. ....	1122
О ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИНАХ ЗАВЫШЕНИЯ F-ЭФЕКТА ПРИ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ	
Кайчен <sup>1</sup> А. В., Власов А. В., Власова А. Р., Гроховский В. А., Куранова Л. К. ....	1127
ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗДУШНОЙ ЗАВЕСЫ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ТЕПЛОПРИТОКОВ ВО ВНУТРЕННИЙ ОБЪЕМ ХОЛОДИЛЬНЫХ ШКАФОВ-ВИТРИН ЧЕРЕЗ ИХ ДВЕРНОЙ ПРОЕМ	
Петров Б. Ф., Кобылянский И. Г. ....	1131
ХОЛОДИЛЬНОЕ ХРАНЕНИЕ МОРОЖЕНОЙ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ШКАФАХ ТОРГОВОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	
Петров Б. Ф., Кобылянский И. Г. ....	1135
РАЗРАБОТКА ЛИНИИ ЭКОПРОДУКТОВ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ	
Коновалов К. Л., Боргояков П. Г. ....	1139
ВЛИЯНИЕ АРОМАТИЗИРОВАННОГО ПРЯНОСТЯМИ МАСЛА НА ОСТАТОЧНУЮ МИКРОФЛОРУ КОНСЕРВОВ ИЗ МОРЕПРОДУКТОВ	
Лаженцева Л. Ю., Шульгина Л. В., Шульгин Ю. П. ....	1143
ВТОРИЧНЫЕ РЫБНЫЕ РЕСУРСЫ КАК ИСТОЧНИК ЦЕННЫХ БАВ В ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И БАД	

Мезенова О. Я., Ключко Н. Ю., Байдалинова Л. С., Ташина Е. В., Андропова С. В., Матковская М. В. ....	1147
ХАРАКТЕРИСТИКА ЯГОД КРАСНОЙ И ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ НОВЫХ СОРТОВ ПО СОДЕРЖАНИЮ ПЕКТИНОВ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ	
Мясищева Н. В. ....	1152
ОСОБЕННОСТЬ РАЗВИТИЯ ПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ У ГИГАНТСКИХ ПРЭСНОВОДНЫХ КРЕВЕТОК <i>MACROBRACHIUM ROSENBERGII</i> (DEMAN, 1879)	
Нгуен Тхи Туэт, Крючков В. Н. ....	1155
ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОПТИЛЬНОГО ПРЕПАРАТА	
Никонова А. С., Иваней А. А. ....	1163
НОРМИРОВАНИЕ РАСЧЁТА ИНТЕГРАЛЬНОГО КРИТЕРИЯ ИННОВАЦИОННОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ	
Гроховский В. А., Вульфович Б. А., Пелевина А. С. ....	1167
РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНОГО ЭФФЕКТА ДЛЯ КОНСЕРВОВ ИЗ ПЕЧЕНИ ТРЕСКИ БЛАНШИРОВАННОЙ	
Швейкина К. С. ....	1171
ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ФРУКТОЗО-ГЛЮКОЗНОГО СИРОПА ИЗ ТОПИНАМБУРА, ВЫРАЩЕННОГО В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ	
Садретдинова Л. И., Киричко Н. А. ....	1174
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИКИ ПОТОКА ПРИ ПОСОЛЕ РЫБЫ В ЦИРКУЛИРУЮЩЕМ ТУЗЛУКЕ	
Глазунов Е. А., Дьяков А. В. ....	1179
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА МАРИНОВАНИЯ СЕРДЦА ОДОМАШНЕННОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ	
Туршук Е. Г., Лобода Е. А. ....	1184
ПРИМЕНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ МЕЛКИХ РЫБ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ АСТРАХАНСКОГО РЕГИОНА	
Цибизова М. Е. ....	1186
ЭМУЛЬСИОННЫЕ РЫБНЫЕ ПРОДУКТЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	
Чернышова О. В., Цибизова М. Е. ....	1191
РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ МАЛОГАБАРИТНОЙ КОПТИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ РОТОРНОГО ТИПА	
Ильин А.Ю., Похольченко В.А., Чернышев А.А. ....	1195
РАЗРАБОТКА НОВЫХ ВИДОВ КОНСЕРВОВ ИЗ БЛАНШИРОВАННЫХ ГИДРОБИОНТОВ	
Чернышев А.А., Похольченко В.А., Ершов М.А., Ильин А.Ю. ....	1198
О СОДЕРЖАНИИ ГИСТАМИНА В ПРОДУКЦИИ ИЗ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ.	
Швидкая З. П., Чернова М. А., Давлетшина Т. А. ....	1201
РЕЗУЛЬТАТЫ ЭНЕРГОАУДИТА УНИВЕРСАЛЬНОЙ КОПТИЛЬНО-СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ТЕРМОГРАФИИ	
Аллюяров К.Б., Шокина Ю.В. ....	1206
ПЕЧЕНЬ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОНСЕРВОВ	
Шульгина Л. В., Чернова М. А., Долбина Н. В., Давлетшина Т. А. ....	1211
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЫБОМУЧНОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ СКАТА ЗВЕЗДЧАТОГО (RAJA RADIATA), ОБОГАЩЕННОЙ ХОНДРОИТИНСУЛЬФАТОМ	
Шокина Ю.В., Павлова В.В., Шлапак С.В., Саенкова И.В. Щетинский В.В., Порцель М.Н.) ....	1215
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУР ОБОГАЩЕННОЙ РЫБНОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ СКАТА ЗВЕЗДЧАТОГО (RAJA RADIATA) «ВТОРЫЕ РЫБНЫЕ ОБЕДЕННЫЕ БЛЮДА ОХЛАЖДЕННЫЕ И ЗАМОРОЖЕННЫЕ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
Шокина Ю.В., Щетинский В.В. ....	1223
ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ ИЗ ТРЕСКОВОЙ ПЕЧЕНИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	
Гроховский В. А., Куранова Л. К., Греков И. Е. ....	1231
ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУР ХРАНЕНИЯ НА КАЧЕСТВО МОРОЖЕНОЙ СЕЛЬДИ ТИХООКЕАНСКОЙ....	
Давлетшина Т. А., Солодова Е. А. ....	1235

# **Автоматика и электрооборудование судов**



## ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ КОРАБЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ, ИХ ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ И ВЕРОЯТНОСТЬ СТРАХОВЫХ РИСКОВ

Власов А. Б., Буев С. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ЭОС)

**Abstract.** The authors present the calculation of electrical equipment reliability using the data of IR-thermography diagnostic of various vessels in different dates. The indicators of ships operation efficiency and safety essentially depend on reliability. Application of technical diagnostic's systems allows preventing or substantially reducing the number of ship equipment failures, forced stop at sea, and therefore the number of insurance cases.

### Введение

Безопасная эксплуатация водного транспорта обеспечивается безотказной работой судового оборудования. Безотказность характеризует способность объекта (изделия, системы) сохранять работоспособность в течение определенного времени (наработки) при нормальных условиях эксплуатации. Количественными показателями безотказности являются вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов и др. [1].

Тепловизионная диагностика была разработана для системного сопровождения объектов энергетики и доказала свою эффективность [3]. Указанная диагностики может применяться на морских судах при условии, что результаты диагностики будут удовлетворять требованиям Российского морского регистра судоходства для освидетельствования судов в эксплуатации и страховых компаний для принятия морских судов на страхование, оценки риска морского страхования.

Несмотря на широкое распространение тепловизоров в электроэнергетике, проблемами остаются оценка достаточности тепловизионного метода, как средства определения эксплуатационных параметров надежности электрооборудования, применимость методов статистической обработки данных, полученных с помощью тепловизионного контроля изделий в процессе их эксплуатации [3].

### 1.1. Статистические методы определения эксплуатационных показателей надежности электрооборудования морских судов по данным тепловизионной диагностики

Статистический параметр потока повреждений  $\omega^*(\tau)$  («точечная оценка» параметра) рассчитывается по соотношению [2]:

$$\omega^*(\tau) = n_o(\tau) / N\Delta(\tau), \text{ год}^{-1} \quad (1)$$

где  $n_o(\tau)$  – количество повреждений, накопленных с момента предыдущих испытаний;

$\Delta(\tau)$  – время, прошедшее между испытаниями, год;

$N$  – общее количество элементов (контактных соединений), находящихся под наблюдением на судне.

Статистическая вероятность появления повреждения  $Q^*$  определяется выражением:

$$Q^*(\tau, \tau+\Delta\tau) = n_o(\tau+\Delta\tau) / N \quad (2)$$

где  $n_o(\tau+\Delta\tau)$  – число повреждений, наблюдаемых в интервале  $(0, \tau+\Delta\tau)$

Статистическая вероятность безотказной работы  $R^*(\tau)$  рассчитывается как

$$R^*(\tau, \tau+\Delta\tau) = 1 - Q^*(\tau, \tau+\Delta\tau) \quad (3)$$

В таблице 1 приведены статистические данные, полученные в процессе проведения тепловизионной диагностики контактных соединений на различных морских судах.

Таблица 1. Сведения по контактным соединениям на обследованных судах

Параметр	Объект		
	I	II	III
Уровень напряжения, В	380	380	380
Общее количество КС на ГРЩ	402	400	430
Верхняя граница вероятности повреждений $Q_v$	0,007462	0,0175	0,004651
Нижняя граница вероятности безотказной работы $R_n$	0,992537	0,9825	0,995349
Средний параметр потока повреждений $\omega_{ср}, \text{ГОД}^{-1}$	0,022	0,023	0,007

I – транспортно-буксирное судно «ДЕСНА», ООО «Газфлот»;

II – самоходный плавучий кран «СПК 395», ЗАО «Мурманская судоремонтная компания»;

III – рыболовецкий траулер «Альферас», ЗАО «Мурмансельдь-2».

На рис. 1 приведена зависимость вероятности безотказной работы  $R^*(\tau)$  контактных соединений на объекте I.

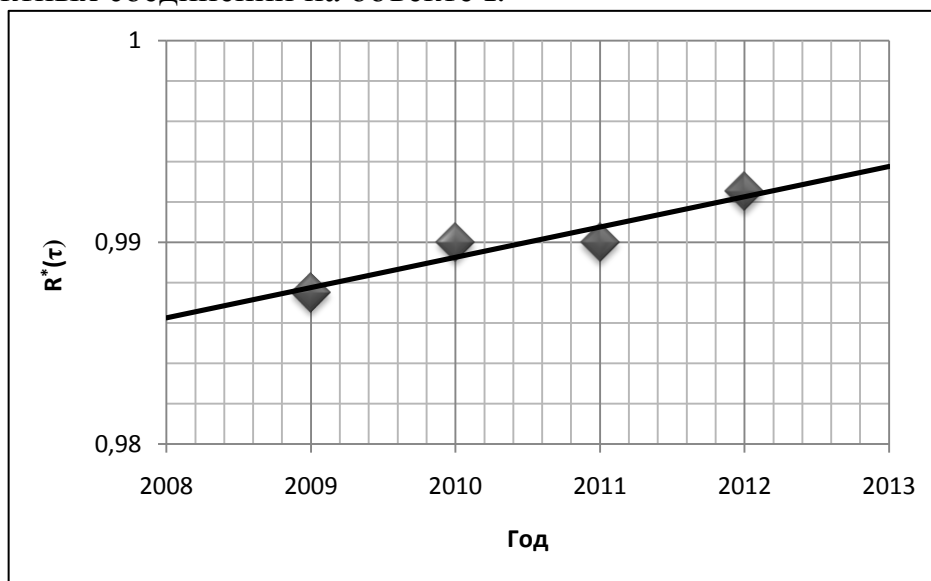


Рис. 1. График  $R^*(\tau)$  контактных соединений «СПК 395»

Выбор величины доверительной вероятности зависит от вида изделия, его

Рассчитаем вероятности безотказной работы  $R^*(\tau) = 0,995349$  при точечной вероятности повреждения  $Q^*(\tau) = 0,004651$ . Для крайних пределов вероятности повреждения получаем:  $Q_v^* = 0,014$ ;  $R_n^* = 0,986$ ;  $Q_n^* = 0,001$ ;  $R_v^* = 0,999$ . В итоге имеем:  $P\{0,986 < R^*(2012;1) < 0,999\} \geq 0,95$ .

В результате выполненных расчетов и анализа данных можно сделать некоторые выводы. Данные тепловизионной диагностики требуют тщательной обработки для сравнения данных по надежности, полученных в разное время или с разных объектов. При исследовании надёжности элементов электрических систем кораблей вызывает затруднение совместная обработка всех накопленных статистических данных об их эксплуатации, т. к. определить идентичность условий и режимов работы распределительных устройств путем поверхностного анализа не всегда возможно. Ввиду этого, прежде чем приступить к совместной обработке информации, необходимо определить случайным или неслучайным является расхождение между статистическими данными. Неслучайность расхождения статистики свидетельствует о наличии существенных различий в условиях или режимах эксплуатации морского оборудования, и, следовательно, последние обладают различными характеристиками надежности.

## **1.2. Вероятность возникновения страховых рисков.**

При отказах электрооборудования морского судна появляется возможность возникновения страхового случая по всем рискам страхования (пожар, столкновение с другим судном, штормовое повреждение и т.д.).

По статистике в 18 % случаев причиной возникновения пожара на корабле являлся выход из строя электрооборудования [4].

По данным Центрального союза морских страховщиков (CEFOR) средняя величина страховой выплаты по риску пожар за первую половину 2012 года составила 4,5 млн. долларов США.

При повышении вероятности безотказной работы электрооборудования страховой риск уменьшается.

По данным статистики на объекте I (транспортно-буксирное судно «Десна») при применении метода тепловизионной диагностики вероятность безотказной работы  $R^*(\tau)$  повысилась с 0,982587 в 2009 году до 0,992537 в 2012 году. При этом риск возникновения пожара  $P(\text{пож})$  в среднем уменьшился на 9%.

$$P_{2012}(\text{пож}) = (1 - R^*_{2012}) \cdot P_{\text{ср}}(\text{пож}) / (1 - R^*_{2009}) = 9\%$$

## **Заключение**

Экономический эффект от внедрения метода тепловизионной диагностики для компаний, эксплуатирующих морские суда, обеспечивается за счет уменьшения эксплуатационных затрат, убытков от

простоя судна в связи с ремонтом, уменьшения страховой премии. Обзорные сведения, связанные с экономическим эффектом от применения тепловизионной техники в различных отраслях народного хозяйства представлены в [3].

Применение систем технической диагностики позволяет устанавливать оптимальные сроки выполнения планово-предупредительного ТО и ремонта, предотвращать или существенно сокращать число отказов судового оборудования и вынужденных остановок в море, сокращать время поиска неисправностей. Расчеты показывают: при применении метода  $R^*(\tau) = 0,995347$ , при точечной вероятности повреждения  $Q^*(\tau) = 0,004651$ .

Экономический эффект при избегании ремонтных работ складывается из стоимости простоя судна и стоимости выполнения ремонта и в среднем для рыболовецкого судна доходит до 3 млн. рублей в год.

По отношению к морскому страхованию предотвращение возможных страховых случаев, вызванных выходом из строя электрооборудования и возникновением пожаров, является важной задачей, которую способна решать тепловизионная диагностика.

Выявление дефектов электрооборудования на ранней стадии развития является одним из элементов противопожарной профилактики.

Наличие у судовладельца отчета о проведенной тепловизионной диагностике электрооборудования является документом, который принимается Регистром Судоходства и страховыми организациями, как подтверждение технической исправности судна.

#### **Литература:**

1. Рябинин, И. А. Надежность, живучесть и безопасность корабельных электроэнергетических систем / И. А. Рябинин, Ю. М. Парфенов. – СПб.: Изд-во Военно-морской академии им. Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова, 1997. – 431.
2. Власов, А.Б. Модели и методы термографической диагностики объектов энергетики / А. Б. Власов. – М.: Колос, 2006. – 280 с.
3. Власов, А. Б. Система сопровождения оборудования по техническому состоянию (тепловизионная диагностика) / А. Б. Власов, А. В. Джура // Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования / Петербургский энергетический ин-т повышения квалификации рук. работников и специалистов. – 2002. – Вып. 20. – С. 294–301.
4. Подобед, В.А. Анализ пожаров на судах рыбопромыслового флота Северного бассейна / В. А. Подобед, А. А. Панкратов // Вестник МГТУ. – 2011. – том. 14. – № 4. – С. 728-732

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ****Вотинов М. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ)**

The article describes the topical issues of information security during the construction of automatic control systems of technological processes and productions.

В Мурманском государственном техническом университете разработана и внедрена в производство в учебно-экспериментальном цеху малогабаритная сушильная установка (МСУ) конструкции инженеров Ершова М.А. и Вотинова М.В. и др.. Установка предназначена для разработки малоотходных технологических процессов получения солено-сушеных и копченых изделий. В качестве системы управления МСУ используется программно-аппаратный комплекс, реализующий систему гибкого автоматического управления процессами термической обработки сырья.

Программное обеспечение «Система автоматического управления малогабаритной сушильной установкой» является самодостаточным, однако для него разработано большое количество телекоммуникационных функций, использующих как LAN, так и WAN сети.

Таким образом, можно говорить об образовании информационно-телекоммуникационной сети с использованием, как вычислительных средств, так и средств системы автоматики.

Федеральный закон от 27 июля 2006 г. N 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» определяет информационно-телекоммуникационную сеть [1] как технологическую систему, предназначенную для передачи по линиям связи информации, доступ к которой осуществляется с использованием средств вычислительной техники.

При использовании средств телематики в автоматических системах необходимо особое внимание уделить обеспечению информационной безопасности. Вопрос безопасности вычислительных информационных систем в XXI веке актуален.

В соответствии с руководящими документами Федеральной службой по техническому и экспортному контролю [2] угроза информационной безопасности - это фактор или совокупность факторов, создающих опасность функционированию и развитию информационной среды общества. Важнейшими аспектами информационной безопасности являются: целостность, конфиденциальность, доступность.

Источниками угроз с использованием штатного или специально разработанного программного обеспечения, являются субъекты, действия которых нарушают регламентируемые правила разграничения доступа к информации. Этими субъектами могут быть:

- нарушитель;
- носитель вредоносной программы;
- аппаратная закладка.

Учитывая, что в локальной сети под управлением программного обеспечения «Автоматизированное рабочее место удаленного доступа к САУ МСУ» будут находиться всего две рабочие станции, безопасность такой сети не требует повышенного внимания и контроля. Однако, при использовании иных телекоммуникационных функций, особое значение следует уделять внешним атакам со стороны сети «Интернет».

Структурная схема информационной сети программно-аппаратного комплекса представлена на рисунке 1.



Рис. 1 - Структурная схема информационной сети программно-аппаратного комплекса

Первым шагом построения системы безопасности является обследование сети. По его итогам разрабатывается комплект документов (модель угроз, модель нарушителя), на основе которых будут проводиться все работы по защите информации.

Для защиты от внешних атак со стороны открытых информационных систем, например «Интернета», в программно-аппаратном комплексе применяется защищенное подключение к подобным сетям на основе настроенного брандмауэра Windows.

Безопасный информационный обмен данными через открытую информационную среду «Интернет» web-приложения системы обеспечивается по защищенному каналу передачи данных на основе протокола SSL - Secure Socket Layer с использованием ключей электронной подписи.

На крупных предприятиях, где программная часть интегрирована в локальную сеть предприятия, насчитывающую большое количество персональных компьютеров, информационная безопасность должна обеспечиваться также и в самой локальной сети. Для защиты от вредоносных программ следует использовать сетевые распределенные антивирусные системы, способные предоставить высокий уровень антивирусной безопасности на всех уровнях и узлах вычислительной системы.

Таким образом, при построении интегрированных в локальные сети организаций систем автоматизации технологических процессов и производств вопросы информационной безопасности не должны быть забыты. Использование даже стандартных возможностей операционных систем серверов и рабочих станций позволит в разы снизить влияние информационных угроз и повысить защищенность информационно-телекоммуникационных сетей в целом. Не менее важным является постоянное обучение администраторов безопасности работе с приобретенными средствами защиты, а также повышения уровня грамотности в данных вопросах.

**Литература:**

1. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. N 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»
2. Методика определения актуальных угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных, утверждена заместителем директора ФСТЭК России 14 февраля 2008 г.

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СТЕРИЛИЗАЦИОННОЙ КАМЕРЫ АВК-30М ПО МЕТОДУ "ЧЕРНОГО ЯЩИКА"****Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В., Прыгунов А. И.  
(г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ)**

This article describes creation of the "black box" mathematical model for the AVK-30M autoclave sterilization chamber' heating dynamics.

Решение задачи повышения экономической эффективности консервного производства напрямую связано с уменьшением количества ресурсов, затрачиваемых на процесс стерилизации. Энергоэффективность работы стерилизационной установки может быть повышена при помощи оптимизации системы управления по критерию, содержащему затраты на управление. При этом осуществляется поиск таких значений коэффициентов регулятора, которые позволяют выполнить жесткие требования технологического процесса и обеспечить экономию энергетических ресурсов.

Для получения оптимальных настроек регулятора требуется наличие модели объекта и критериев оптимизации. Моделирование производится для стерилизационной установки АВК-30, расположенной в Учебно-экспериментальном цехе Мурманского государственного технического университета. С целью построения модели теплообмена необходимо определить перечень входных и выходных параметров; на основании априорной информации построить структурную схему теплообмена в стерилизационной камере; найти значения параметров структурной схемы теплообмена в стерилизационной камере на основании экспериментальных данных; осуществить проверку адекватности полученной модели.

При использовании метода идентификации необходимо определить структуру модели объекта (рисунок 1). Так как в подавляющем большинстве случаев автоклавы находятся в работе с полной загрузкой стерилизационной камеры, то построение модели АВК-30М производилось для данной степени заполнения автоклава консервной продукцией.

Для разработки модели стерилизационной камеры автоклава необходимо представить процесс подвода в нее теплоты, описав связь между входными и выходными параметрами. К входным параметрам относятся подача пара  $V(p)$ , температура окружающей среды  $T_{окр}(p)$  и температура  $T_{нг}(p)$  в парогенераторе. Выходным параметром является температура в стерилизационной камере, в месте размещения штатного датчика.





Рис. 1 – Структура модели АВК-30М по методу "черного ящика"

В ходе предыдущих исследований авторов было получено адекватное математическое описание стерилизационной камеры автоклава АВК-30М по методу "серого ящика" [1, 2]. Его суть заключается в использовании априорной информации для построения модели объекта, более детально описывающей процессы, происходящие в нем. Использование моделей, построенных по методу "серого ящика" предпочтительнее в условиях наличия достаточной априорной информации и времени на их построение – это позволяет более полно описать индивидуальные особенности объекта и, соответственно, получить более адекватную модель. Однако данный способ предъявляет повышенные требования к интуиции исследователя, а также требует существенно большего времени на поиск структуры модели.

При построении модели по методу "черного ящика" объект описывается как единая сущность с набором входных и выходных параметров. В ходе исследования производится последовательное движение от наиболее простых математических описаний к более сложным до тех пор, пока не будет получен удовлетворительный результат [3]. Достоинство данного метода заключается в простоте структуры модели, но в этом заключается и его недостаток. Во-первых, простые структуры не всегда удовлетворительно описывают индивидуальные особенности сложных объектов. Во-вторых, число итераций при подборе модели нелинейно возрастает с увеличением числа входов и выходов объекта. Также растет число требуемых для получения адекватной модели экспериментов.

Идентификация параметров модели объекта производилась при помощи итерационных методов, т.е. многопараметрических методов оптимизации по параметрам передаточной функции на основании интегрального критерия  $J$ , использующего абсолютное значение невязки за период исследования:

$$J = \int_{t_1}^{t_2} |T_{стк}^o(t) - T_{мод}^o(t)| dt, \quad (1)$$

где  $t_1, t_2$  – начало и окончание переходного процесса соответственно;  
 $T_{стк}^o(t)$  – значение температуры греющей среды в момент времени  $t$ ;  
 $T_{мод}^o(t)$  – значение выхода модели объекта в момент времени  $t$ .

Идентификация параметров модели объекта по экспериментальным данным проводилась в специально разработанном программном средстве "Построение графиков по данным в формате .ods и моделирование объекта" [4]. В нем реализован метод покоординатного спуска, который

осуществляет поиск оптимума по каждому параметру при помощи деления отрезка пополам (дихотомией). Построение временных зависимостей, описываемых передаточными функциями блоков модели, выполнялось с использованием численного метода Рунге-Кутты 4-го порядка с шагом 1 секунда (шаг равен интервалу регистрации параметров измерительным комплексом).

При выборе порядка аппроксимации характеристик объекта традиционно выбирают путь от простых моделей к сложным. Поэтому для описания каналов объекта по коэффициенту заполнения ШИМ клапана подачи пара и температуре парогенератора выбираются инерционные звенья первого порядка (к каналу подачи пара добавлено запаздывание). При необходимости порядок будет повышен в ходе процесса исследования.

Было принято решение не учитывать влияние температуры в помещении на динамику объекта, так как в условиях эксплуатации АВК-30М колебания температуры в лаборатории невелики. Их инерционность на несколько порядков превышает инерционность процессов в аппарате.

На рисунке 2,а представлена аппроксимирующая модель АВК-30М по методу "черного ящика". По экспериментальным данным требуется осуществить идентификацию следующих параметров модели АВК-30М:  $K_1$ ,  $K_3$ ,  $T_1$ ,  $T_3$  и  $\tau$ .

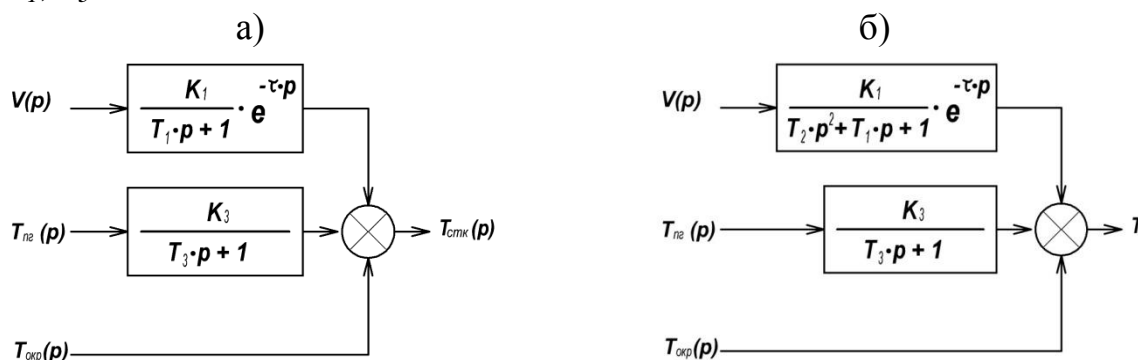


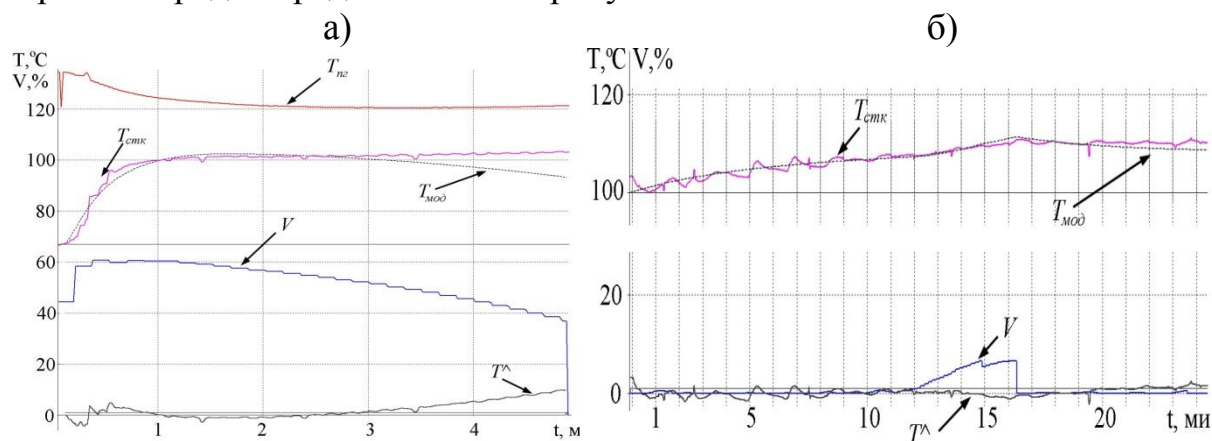
Рис. 2 – Модели АВК-30М, построенные по методу "черного ящика" 1-го (а) и 2-го (б) порядков

Ввиду того, что динамика процессов в стерилизационной камере на этапе продувки существенно отличается от динамики на этапах нагрева и собственно стерилизации, в результате идентификации будут определяться два набора параметров аппроксимирующей модели по методу "черного ящика".

Для определения параметров модели, представленной на рисунке 2, классическим методом, требуется провести серию экспериментов, в ходе которой на один из входов объекта подается ступенчатый сигнал, а остальные входы имеют некоторые постоянные значения. Недостатком данного способа является то, что, во-первых, при данной конструкции

аппарата невозможно сформировать ступенчатый сигнал по каналу  $T_{nz}$ , так как присутствует теплообмен стерилизационной камеры с парогенератором через стенку. Во-вторых, сравнительно большая инерционность объекта приводит к увеличению продолжительности каждого опыта до нескольких часов, что вкупе с необходимостью варьировать входные сигналы на нескольких уровнях чрезмерно затягивает и удорожает процесс исследования.

Поэтому идентификация параметров модели данного объекта проводилась по результатам нескольких опытов, проведенных с ненастроенной системой управления. В ходе данных экспериментов как входные, так и выходные параметры объекта изменялись в пределах, близких к рабочему режиму. Поэтому модель, подобранная по таким процессам, также будет адекватно описывать поведение объекта в близких к рабочим условиям. Результаты экспериментов и моделирования звеном первого порядка представлены на рисунке 3.



$T_{nz}$  – временная зависимость температуры в парогенераторе;  $T_{stk}$ ,  $T_{mod}$  – временные зависимости температуры в стерилизационной камере по эксперименту и модели соответственно;  $T^*$  – невязка;  $V$  – временная зависимость управляющего сигнала

Рис. 3 – Результаты идентификации модели автоклава на этапах продувки (а) и нагрева и собственно стерилизации (б) звеном 1-го порядка

В ходе анализа кривых, полученных в результате вычислительного эксперимента, было установлено, что первого порядка в модели недостаточно для качественного описания объекта, так как ближе к окончанию этапа продувки наблюдается значительный рост невязки (более 10 %). В ходе анализа кривых, полученных в результате вычислительного эксперимента для этапа собственно стерилизации, было решено повысить порядок модели с тем, чтобы более адекватно описать данный участок кривой температуры в аппарате. Адекватность математического описания объекта на этом этапе особенно важна, так как к работе регулятора температуры в стерилизационной камере на этапе собственно

стерилизации предъявляются повышенные требования (точность поддержания температуры не ниже 1 °С).

Поэтому предлагается повысить порядок модели, как показано на рисунке 2,б. Результаты экспериментов и моделирования звеном второго порядка представлены на рисунке 4. В таблицу 1 сведены значения параметров модели и интегрального критерия, полученные в ходе исследований.

Повышение порядка модели для этапа продувки привело к значительному уменьшению эффекта роста невязки к окончанию этапа. Модель второго порядка более адекватно описывает статические и динамические характеристики объекта на этапе собственно стерилизации (по сравнению с моделью первого порядка).

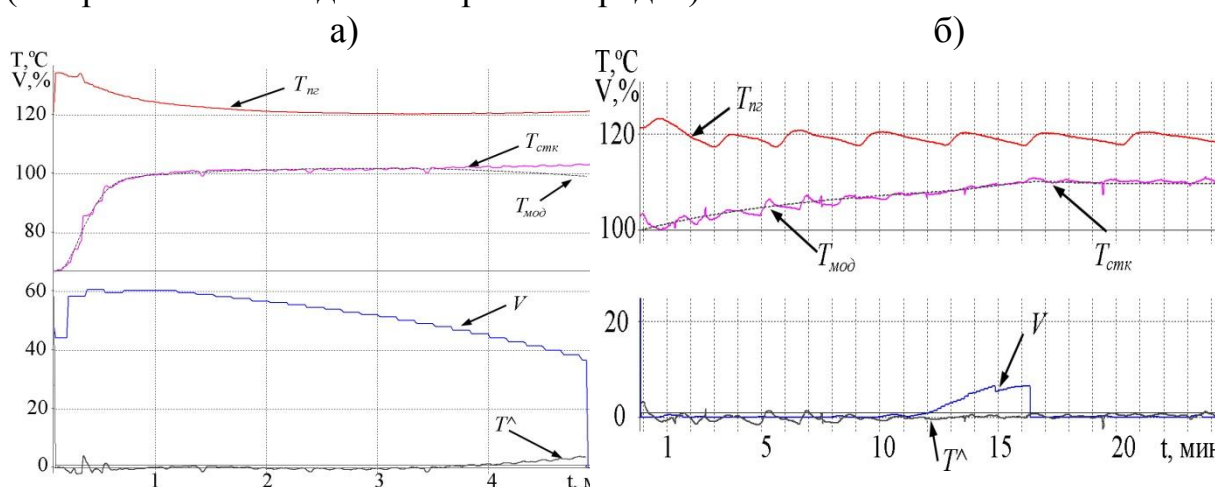


Рис. 4 – Результаты идентификации модели автоклава на этапах продувки (а) и нагрева и собственно стерилизации (б) звеном 2-го порядка

Таблица 1 – Результаты идентификации параметров стерилизационной камеры АВК-30М

Порядок модели	1-й		2-й	
	Продувка	Нагр. и собств. стерилизация	Продувка	Нагр. и собств. стерилизация
$K_1$	0,546	1,138	0,458	0,331
$T_1$	21,6	261	7,3	190
$T_2$	-	-	31	4862
$K_3$	0,027	0,0682	0,177	0,0849
$T_3$	166	360	277	500
$\tau$	13,6	0	13,6	0
<b><math>J</math></b>	<b>9,1</b>	<b>85,2</b>	<b>4,7</b>	<b>75,9</b>

По результатам анализа кривых, полученных в ходе численных экспериментов (максимальная относительная ошибка аппроксимации не превышает 5%), был сделан вывод о том, что достаточное для оптимизации

регулятора математическое описание стерилизационной камеры на этапах продувки, нагрева и собственно стерилизации по методу «черного ящика» найдено.

#### **Литература:**

1. Моделирование теплообмена в стерилизационной камере автоклава на этапе продувки / А.В. Власов, А.Р. Власова, А.В. Кайченков, А.А. Маслов // Материалы международной научно-технической конференции "Наука и образование – 2012" (2-6 апреля 2012 г.). – Мурманск: МГТУ, 2012. – С. 840-844.
2. Моделирование теплообмена в стерилизационной камере автоклава на этапах нагрева и собственно стерилизации / А.А. Маслов, А.В.Власов, А.В. Кайченков, А.Р.Власова, В.В. Яценко // Наука и образование - 2011: материалы междунар. науч.-техн. конф.(4 - 8 апреля 2011г). [Электронный ресурс] / МГТУ. Электрон. текст дан. (43 Мб) Мурманск: МГТУ, 2011. – С. 1197-1201.
3. Льюнг, Л. Идентификация систем. Теория для пользователя / Л. Льюнг : пер. с англ. А. С. Манделя, А. В. Назина : под ред. Я. З. Цыпкина. – М. : Наука, 1991. – 432 с.
4. Построение графиков по данным в формате .ods и моделирование объекта: свид-во гос. рег. прогр. для ЭВМ №2012615577, Российская Федерация / А.В. Власов, А.Р. Власова, А.В.Кайченков; правообладатель ФГБОУ ВПО Мурманский гос. техн. ун -т. – № 2012615577.

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ "ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ПО ДАННЫМ В ФОРМАТЕ .ODC И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА"****Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ)**

This article describes program for modeling of the automation objects and obtaining optimal coefficients for the regulators.

Разработка систем автоматического управления часто требует моделирования технологического процесса. В большинстве случаев оно производится по экспериментальным данным, архивируемым исследовательским комплексом в том или ином формате. Одной из задач, встающих перед исследователем, является выбор программных средств, при помощи которых будет производиться моделирование. Часто используются универсальные моделирующие пакеты типа MatLab, позволяющие создать модель в той или иной форме представления, провести процесс численного моделирования и сравнить его результат с опытными данными. К недостаткам подобных программных средств можно отнести их достаточно высокую стоимость и сравнительно невысокую скорость работы, обусловленную наличием множества функций, большая часть которых не требуется для решения конкретной задачи. Нередко возникают проблемы перевода экспериментальных данных в формат, пригодный для использования в упомянутых программных продуктах.

Особняком стоят специализированные программы, разработанные под конкретную сферу применения. Например, описываемый программный продукт "Построение графиков по данным в формате .odc и моделирование объекта", разработанный научно-исследовательской группой кафедры Автоматики и вычислительной техники Мурманского государственного технического университета, предназначен для работы в составе исследовательского комплекса.

Регистрацией экспериментальных данных в собственном формате занимается персональный компьютер, подключенного к контроллеру "ОВЕН" ПЛК-154 по интерфейсу Ethernet. На персональном компьютере установлена среда разработки Smart Software Solutions CoDeSys v.2.3, в которой изначально проектировалась стратегия с алгоритмом работы ПЛК-154 для АВК-30М (рисунок 1) [1, 2]. Полученные в результате экспериментов архивные данные представляются средой в текстовом виде, при этом существенный объем в архивных данных занимает избыточная информация (отсчеты служебных таймеров, имена переменных):

1339769233;50833018;15-06-  
2012;14:07:13;.AI\_Tstk;109.928619;.U\_par;0.000000;

1339769233;50833517;15-06-  
 2012;14:07:13;.AI\_Tstk;109.928619;.U\_par;13.000000;  
 1339769233;50833767;15-06-  
 2012;14:07:13;.AI\_Tstk;109.928619;.U\_par;13.000000;  
 1339769234;50834765;15-06-  
 2012;14:07:14;.AI\_Tstk;109.928619;.U\_par;13.000000;  
 1339769235;50835016;15-06-  
 2012;14:07:15;.AI\_Tstk;109.849060;.U\_par;13.000000;  
 1339769235;50835265;15-06-  
 2012;14:07:15;.AI\_Tstk;109.849060;.U\_par;13.000000;  
 1339769236;50836014;15-06-  
 2012;14:07:16;.AI\_Tstk;109.849060;.U\_par;13.000000;

Для уменьшения объема архивов и упрощения последующей обработки экспериментальных данных авторами была создана программа "Конвертер данных ОВЕН" (рисунок 2) [3]. Она переводит данные эксперимента из текстовой формы представления в типизированный формат. Таким образом, объем файла с результатами опыта уменьшается в 5-10 раз. Экспериментальные данные в цифровом виде передаются в разработанное авторами программное обеспечение "Построение графиков по данным в формате .ods и моделирование объекта" (рисунок 3) [4].

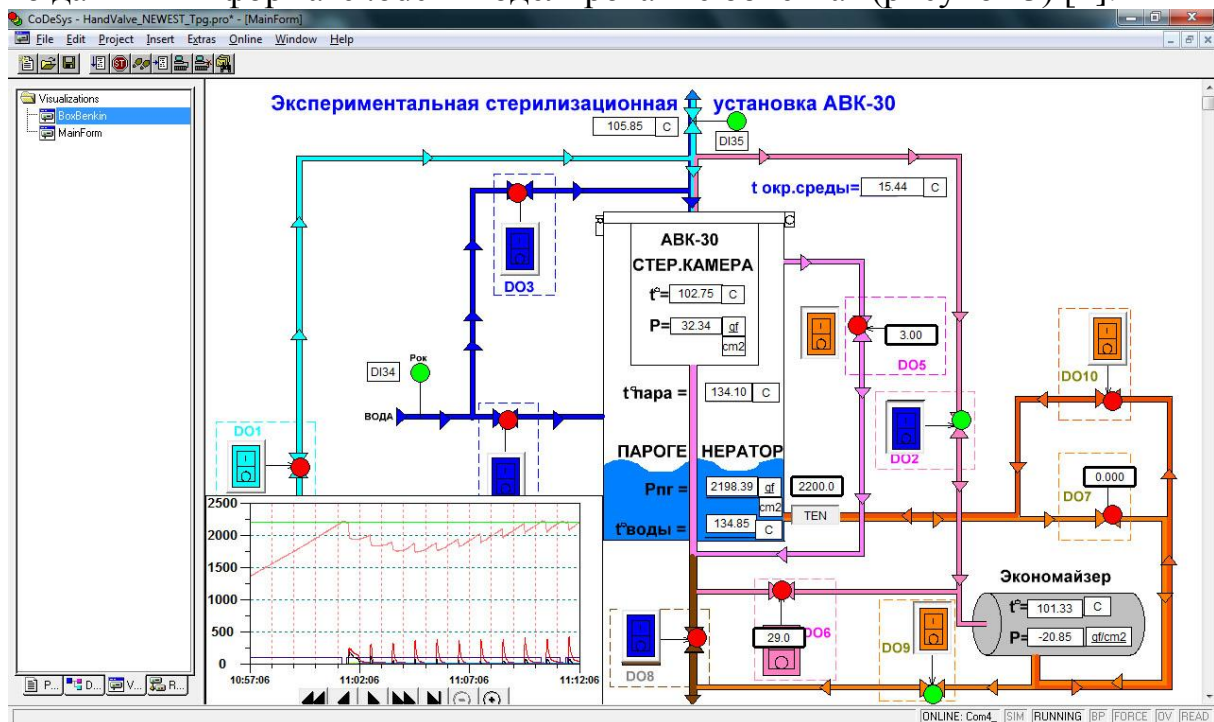


Рис. 1 – Основной экран визуализации

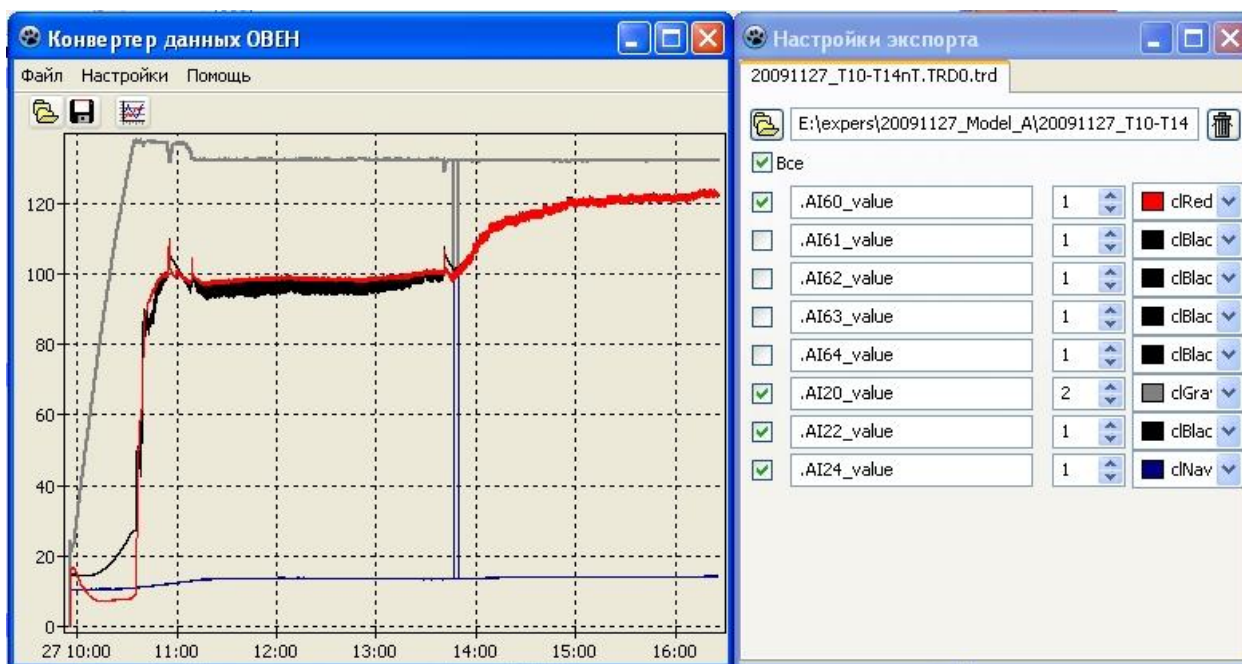


Рис. 2 – Экраны программы "Конвертер данных ОВЕН"

В программе "Построение графиков по данным в формате .ods и моделирование объекта" реализованы следующие функции:

построение временных зависимостей параметров объекта с возможностью настройки отображения (цвет, толщина кривой);

- задание коэффициентов модели;
- расчет временных зависимостей выходных сигналов модели объекта, в том числе и с заданным регулятором;
- идентификация параметров модели объекта;
- поиск оптимальных коэффициентов регулятора по заданному критерию.

В данной программе структура модели задается в виде набора операторов на языке программирования высокого уровня (free pascal), позволяющих осуществить вычисление выходных параметров объекта для каждого шага квантования. Данный набор операторов оформляется в виде процедуры, входящей в состав динамически компонуемой библиотеки (dll), которая компилируется отдельно (например, в свободно распространяемой среде разработки Lazarus) и подключается к основной программе.

Это позволяет моделировать различные, в том числе достаточно сложные объекты с использованием одного и того же программного средства без необходимости реализации в нем редактора модели в том или ином виде. Отсутствие подобного редактора существенно упрощает структуру программного продукта и повышает ее быстродействие при расчете модели. У пользователя имеется полный контроль над вычислениями в ходе процесса моделирования, чего часто не хватает в



традиционных моделирующих средах. Например, в MatLab корректно смоделировать интегратор с насыщением не удастся.

В данной библиотеке реализуется и регулятор требуемой структуры, при этом его коэффициенты становятся коэффициентами модели. По существу, с точки зрения программы, объект управления вместе с регулятором представляет собой единый объект моделирования.

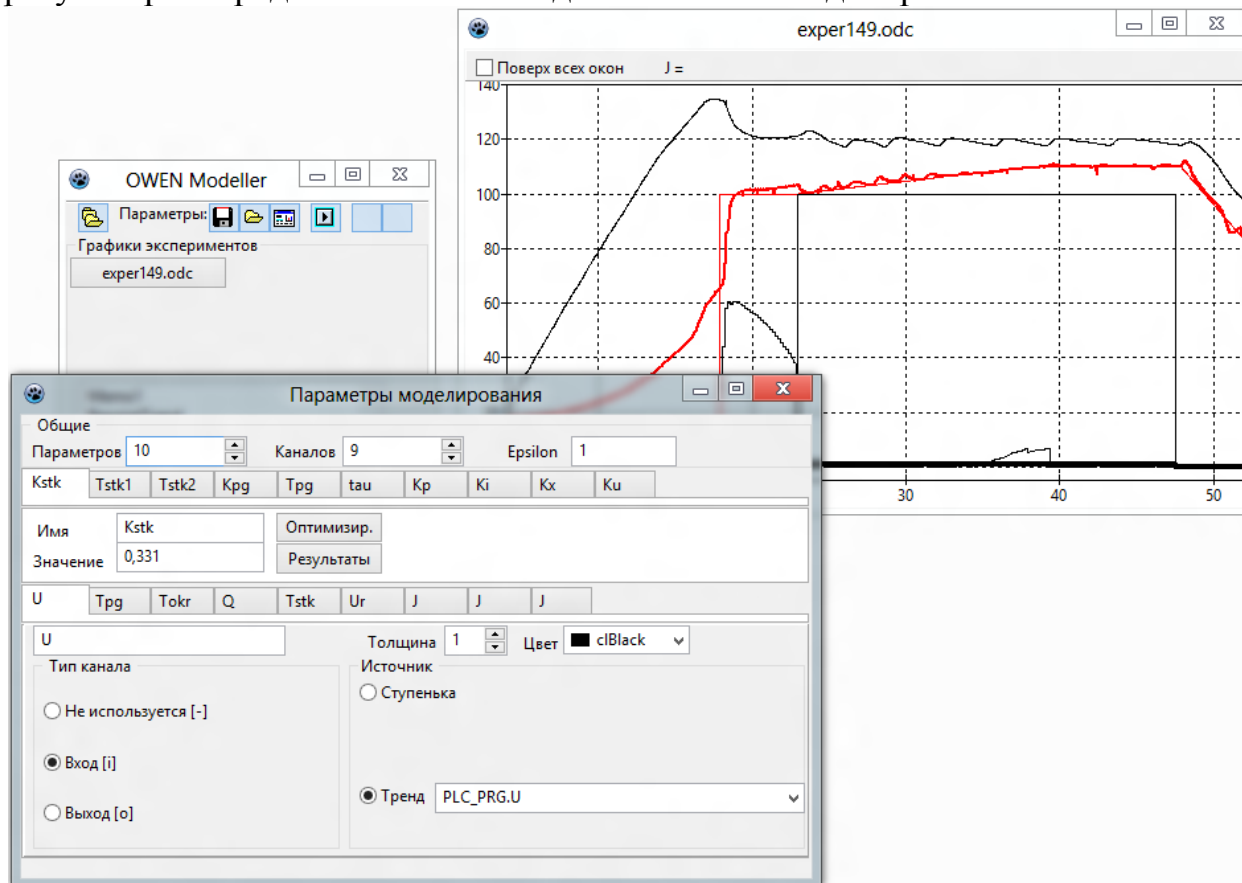


Рис. 3 – Экраны программы "Построение графиков по данным в формате .odc и моделирование объекта"

В виде динамически компоуемой библиотеки также подключается метод оптимизации, который может использоваться как для идентификации параметров модели объекта по экспериментальным данным, так и для настройки коэффициентов регулятора. В настоящее время в виде .dll оформлен итерационный метод многопараметрической оптимизации покоординатным спуском с дихотомией по каждому параметру. Идеология использования динамически компоуемой библиотеки позволяет использовать практически любой из программно реализуемых методов и подключать требуемый для каждого конкретного случая. Структура программы "Построение графиков по данным в формате .odc и моделирование объекта" показана на рисунке 4.

Впервые "Построение графиков по данным в формате .odc и моделирование объекта" использовалось для моделирования нагрева стерилизационной камеры автоклава АВК-30М и поиска оптимальных

коэффициентов регулятора контура управления температурой в аппарате. В результате оптимизации была повышена энергоэффективность установки. Разработанный авторами программный продукт также используется при моделировании процесса пиролиза опилок в дымогенераторе, входящем в состав установки для приготовления коптильного препарата. При помощи описываемой программы были идентифицированы параметры модели дымогенератора. В настоящее время ведется поиск оптимальных коэффициентов регулятора, позволяющих обеспечить выработку дыма с требуемыми параметрами при минимальных затратах ресурсов.

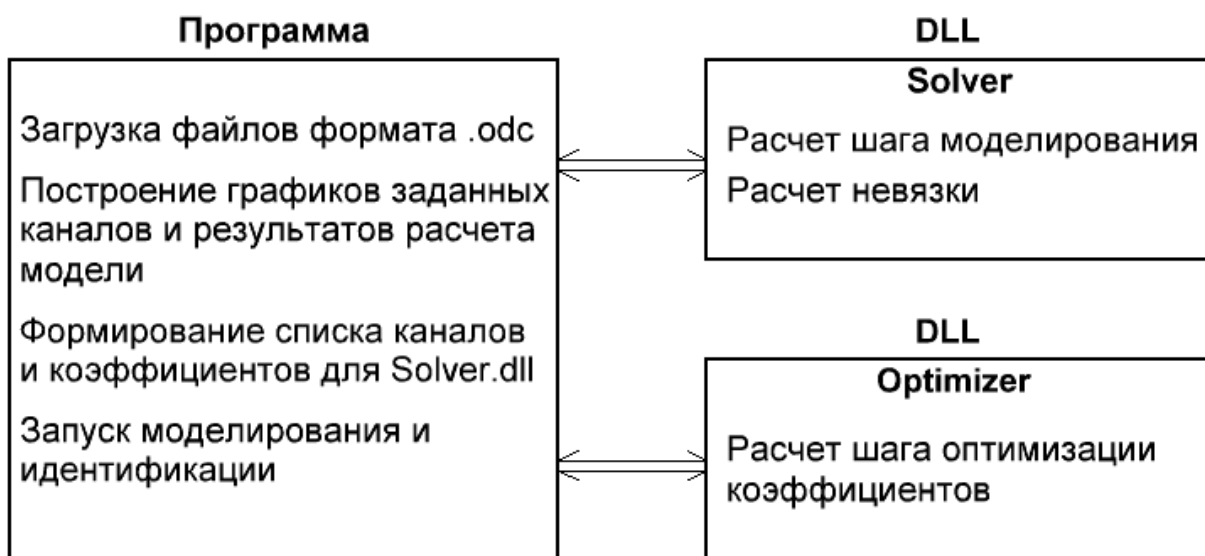


Рис. 4 – Структура программы "Построение графиков по данным в формате .odc и моделирование объекта"

Таким образом, описываемый программный продукт является гибким инструментом для обработки результатов экспериментов, позволяющим существенно облегчить труд исследователя.

#### Литература:

1. Власов, А. В. Особенности управления стерилизационной установкой АВК-30 / А. В. Власов, А. В. Кайченков, А. А. Маслов // Наука и образование – 2009 [Электронный ресурс] : междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 1-9 апреля 2009 г. / МГТУ. – Электрон. текст. дан. (181 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2009. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 1150-1153. – Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0320900170 от 25.05.09.
2. Разработка стерилизационной установки АВК-30М / А. В. Власов, А. Р. Власова, А. В. Кайченков, А. А. Маслов, В. В. Яценко // Наука и образование – 2012 [Электронный ресурс] : междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 2-6 апреля 2012 г. / МГТУ. – Электрон. текст. дан. (30 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 845-849. – Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0321201101.

3. Власов, А. В. Преобразование архивных данных трендов 3S CoDeSys в структурированный численный вид / А. В. Власов, А. Р. Власова, А. В. Кайченков ; правообладатель ФГБОУ ВПО Мурманский гос. техн. ун-т. №2012615578 ; поступ. 24.04.2012 ; зарег. 20.06.2012.

4. Власов, А. В. Построение графиков по данным в формате .ods и моделирование объекта / А. В. Власов, А. Р. Власова, А. В. Кайченков ; правообладатель ФГБОУ ВПО Мурманский гос. техн. ун-т. №2012615577 ; поступ. 24.04.2012 ; зарег. 20.06.2012.

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА "АСР ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДПТ"**

**Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В., Маслов А. А., Бауэр В. А.**  
(г. Мурманск, МГТУ, кафедра Автоматики и вычислительной техники)

This article describes features of the modernized laboratory unit "DC motor's rotating speed automatic control system".

Подготовка квалифицированных специалистов технических специальностей требует выполнения большого объема практических и лабораторных работ, позволяющих обучаемому закрепить на практике полученные теоретические знания. Наряду с промышленным оборудованием, важную в процессе усвоения материала играют учебно-лабораторные стенды. Они моделируют поведение оригинальных объектов производства в той или иной форме, при этом обладая в общем случае большим спектром настроек, гибкостью, меньшей стоимостью, массой и габаритами.

В соответствии с политикой постоянного совершенствования лабораторной базы, проводимой на кафедре Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) Мурманского государственного технического университета, в конце 2011 года было принято решение модернизировать учебно-лабораторный стенд «АСР частоты вращения двигателя постоянного тока» [1, 2]. Данное изделие является базой для проведения целой серии лабораторных работ по дисциплине "Теория автоматического управления" для студентов и курсантов различных специальностей.

Лабораторный стенд (рисунок 1) содержит в своем составе объект управления – двигатель постоянного тока, к валу которого присоединены нагрузка (генератор) и тахогенератор, выполняющий функции чувствительного элемента в системе управления. В качестве регулятора используется типовой ПИД-регулятор на операционном усилителе с зависимыми настройками. Выходной сигнал регулятора усиливается по мощности при помощи электромашинного усилителя и поступает на вход объекта управления. Временные зависимости требуемых параметров объекта, получаемые в ходе выполнения работы, регистрируются программным обеспечением, написанным под ОС DOS, при помощи ISA-плат ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов.

В рамках модернизации учебно-лабораторного стенда были поставлены следующие задачи:

- реализовать ПИД-регулятор с независимыми настройками;
- расширить доступный спектр настроек ПИД-регулятора, обеспечить возможность плавного задания коэффициентов;

обеспечить возможность изменения инерционности объекта управления для моделирования поведения различных по мощности двигателей;

- снизить энергопотребление установки;
- увеличить число одновременно регистрируемых параметров АСР;

разработать совместимую с современными ОС версию программных средств и обеспечить подключение к персональному компьютеру по интерфейсу USB;

обеспечить высокую надежность и ремонтпригодность стенда.

Руководителем работы является зав. кафедрой АиВТ, канд. техн. наук, профессор Маслов Алексей Алексеевич. Перед студентами 5 курса ПТФ специальности "Автоматизация технологических процессов и производств" была поставлена задача в рамках выпускной квалификационной работы осуществить проработку технических решений, которые ложатся в основу проектируемого стенда. После этого изготовлением, тестированием и отладкой пилотного образца занялась научно-исследовательская группа и учебно-вспомогательный персонал кафедры АиВТ. Модернизированная версия учебно-лабораторного стенда представлена на рисунке 2.

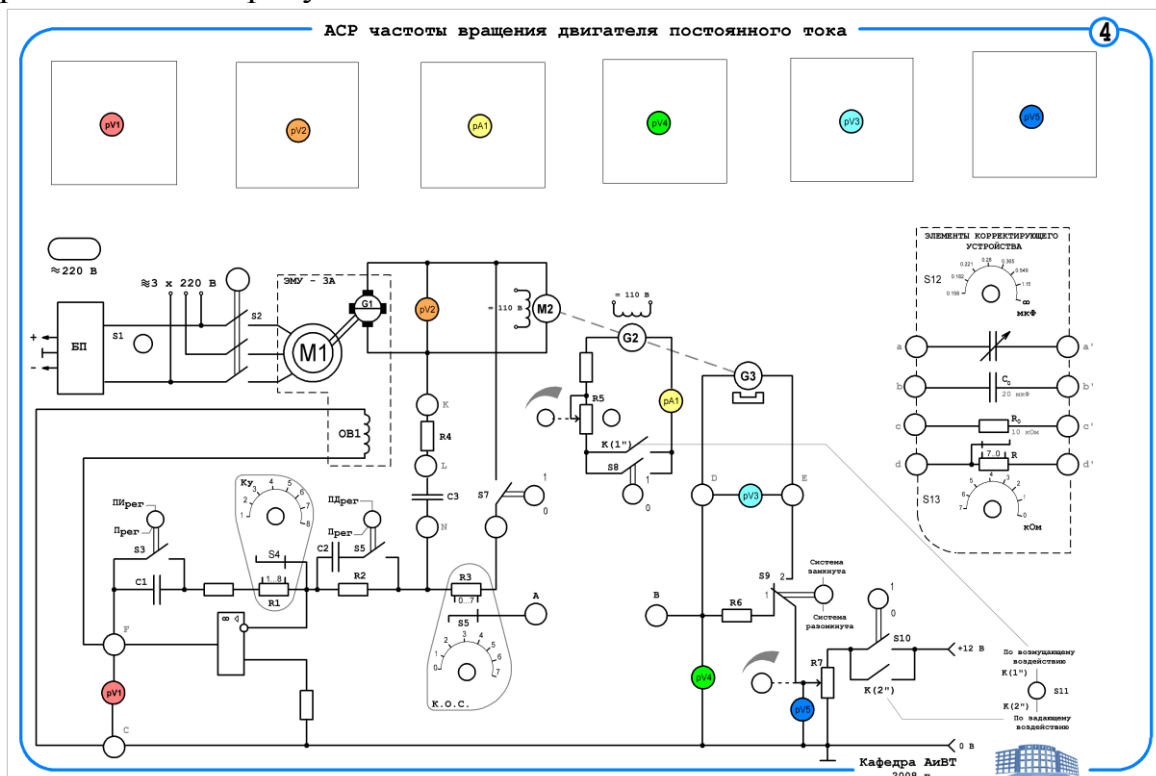


Рис. 1 – Лицевая панель предыдущей версии учебно-лабораторного стенда "АСР частоты вращения ДПТ"

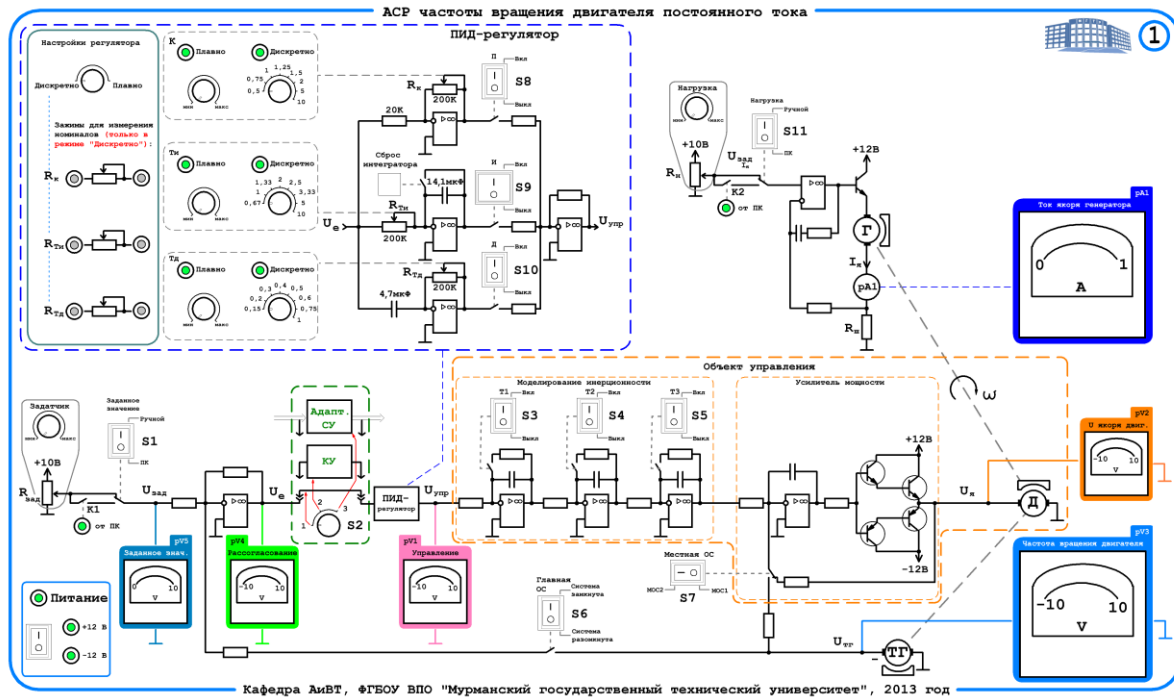


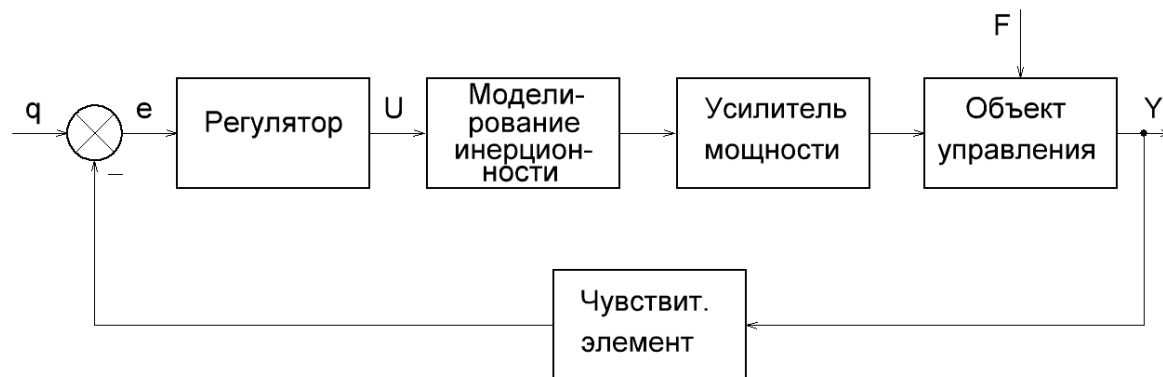
Рис. 2 – Лицевая панель модернизированной версии учебно-лабораторного стенда "АСР частоты вращения ДПТ"

Первое, что обращает на себя внимание при сравнении двух версий стендов – структура системы приблизилась к классической схеме автоматической системы регулирования (АСР), рисунок 3. Это позволяет упростить процесс знакомства со стендом обучаемого.

Значительную часть схемы теперь занимает регулятор со своими настройками. В модернизированном стенде имеется переключатель, позволяющий выбрать режим изменения коэффициентов регулятора – дискретный или непрерывный. При дискретном режиме для каждой из составляющих можно задать свой параметр из 8 возможных вариантов. При непрерывном режиме задания параметров регулятора имеется возможность при помощи внешнего измерительного прибора определить значение сопротивления, определяющего соответствующий коэффициент составляющей регулятора и точно рассчитать саму величину настроенного коэффициента, а затем сравнить с полученными опытными данными. С методической точки зрения важно, что диапазоны изменения коэффициентов регулятора перекрывают область устойчивости и позволяют задать такие настройки, при которых система будет неустойчивой.

В развитие потенциала, заложенного в предыдущей версии учебно-лабораторного стенда, модернизированная версия помимо включения корректирующего устройства в контур управления поддерживает подключение адаптивной системы управления вместо штатного регулятора. Для реализации упомянутых функций в стенде предусмотрен разъем расширения, куда подключены требуемые точки схемы стенда. Модернизированная версия стенда, в отличие от предыдущей, позволяет

использовать активные корректирующие устройства, для этого в стенде предусмотрен разъем расширения.



$q$  – заданное значение;  $e$  – ошибка управления;  $U$  – управляющее воздействие;  $Y$  – регулируемый параметр;  $F$  – возмущающее воздействие

Рис. 3 – Функциональная схема АСР частоты вращения двигателя постоянного тока

Блок "Моделирование инерционности" позволяет изменять постоянную времени объекта управления. Доступно 8 различных комбинаций настроек величины инерционности объекта управления. Это позволяет моделировать поведение как маломощных ДПТ, так и ДПТ большой мощности.

В модернизированном стенде нагрузка создается при помощи источника тока, поэтому величина момента сопротивления не зависит от частоты вращения приводного двигателя, что позволяет корректно производить настройку регулятора.

Электрические машины, выполняющие роль объекта управления, нагрузки и чувствительного элемента, теперь размещаются внутри стенда (для наблюдения предусмотрено смотровое окно, на рисунке не показано). Были выбраны маломощные ДПТ QX-RS-385-2073. Использование маломощных электрических машин позволило отказаться от электромашинного усилителя, вместо него в модернизированном стенде используется типовая схема усилителя мощности. Это привело к уменьшению габаритов и энергопотребления стенда при сохранении наглядности в ходе выполнения лабораторных работ. В модернизированном стенде имеется возможность минимизировать нелинейность характеристик двигателя постоянного тока за счет включения местной обратной связи.

В состав стенда также входит разработанная плата аналогово-дискретного ввода-вывода УВВ-1, разработанная студентами ПТФ в рамках выпускной квалификационной работы. Она обеспечивает регистрацию требуемых сигналов (заданного значения, величины нагрузки, управляющего воздействия и сигнала обратной связи, с частотой 100 Гц на канал) и передачу их на персональный компьютер посредством

интерфейсов USB или RS-232C. Также предусмотрена выдача дискретных сигналов уставки и задающего воздействия под управлением персонального компьютера.

При проектировании модернизированного стенда было принято решение разместить максимальное число электронных компонентов на печатных платах, сократив количество элементов, устанавливаемых на переключателях лицевой панели стенда навесным монтажом. Это позволяет повысить надежность стенда. Все органы управления лицевой панели стенда подключаются к печатным платам при помощи разъемных соединений, что повышает удобство замены вышедших из строя комплектующих. Среднее время замены основного модуля стенда не превышает 15 минут.

В перспективе планируется доработка программных средств, обеспечивающих обмен данными с учебно-лабораторным стендом, построение графиков, загрузку и сохранение экспериментальных данных, вывод информации на печать. Применение модернизированного учебно-лабораторного стенда "АСР частоты вращения ДПТ" позволит поднять на более высокий уровень проведение лабораторных работ по дисциплине "Теория автоматического управления", а значит, в конечном счете, повысить уровень выпускников технических специальностей.

#### **Литература:**

1. Исследование статических свойств АСР [Электронный ресурс] : метод. указания к выполнению лаборатор. работ по "Теория автомат. упр." для студентов специальностей 220301 "Автоматизация технол. процессов и пр-в", 140106 "Энергообеспечение предприятий", 180404 "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики", 180403 "Эксплуатация судовых энергет. установок" / М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т, Каф. автоматики и вычисл. техники ; сост. А. А. Маслов. – Электрон. текстовые дан. (1 файл : 368 Кб). – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2007.

**Исследование динамических свойств АСР [Электронный ресурс] : метод. указания к выполнению лаборатор. работ по курсу "Теория автомат. упр." для специальности 210200 "Автоматизация технол. процессов и пр-в" / М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т, Каф. автоматики и вычисл. техники ; сост. А. А. Маслов, В. В. Яценко. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 435 Кб). – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2004.**



**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МАЛОГАБАРИТНОГО ДЫМОГЕНЕРАТОРА****Власова А.Р., Власов А.В., Маслов А.А., Кайченев А.В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ)**

Abstract. The article describes aspects of increasing efficiency of small-sized smoke generator. The scheme of small-sized smoke generator and the mathematical model of smoke generation are being presented.

Копченые продукты с древнейших времен являются традиционными продуктами питания человека. Однако проводимые исследования показали, что копченая продукция относится к потенциально онкологически опасным из-за высокого содержания полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), обладающих канцерогенным и мутагенным действием на организм человека.

Основным элементом, определяющим показатели качества и энергоэффективность процесса копчения, является используемый в процессе дым. Поэтому в настоящее время актуальной задачей является реализация биологически и химически безопасного дыма.

Наиболее перспективным направлением для решения данной задачи является реализация оптимального управления дымогенератором, которая позволит обеспечить жесткое поддержание температуры в пределах, находящихся ниже канцерогенных пиков, а также позволит снизить затраты энергии на производство дымовоздушной смеси.

Основным требованием к работе дымогенератора является поддержание термического режима, который, с одной стороны, должен обеспечивать разложение древесины (целлюлозы, лигнина и гемицеллюлозы) и выделение веществ, определяющих копильные свойства (фенолов, карбониллов и пр.), а с другой – не допускать выделение полициклических углеводородов, в частности 3,4-бензапирена (образование 3,4-бензапирена происходит при всех температурах с 300 до 600°C, при этом максимальное количество наблюдается в диапазонах 300-350°C и 550-600°C) [1]. Термическое разложение гемицеллюлозы происходит при температуре от 200 до 260°C, целлюлозы – при температурах от 260 до 310°C, а лигнина – при температурах от 310 до 500°C [2]. Следовательно, для получения качественного и безопасного копильного дыма, температура разложения древесины не должна превышать в среднем 310°C (допустимые колебания 280-300°C).

В качестве объекта исследования был выбран малогабаритный дымогенератор С-1, разработанный научно-исследовательской группой кафедры автоматики и вычислительной техники (АиВТ) Мурманского государственного технического университета (МГТУ) [3].

Дымогенератор представляет собой духовой шкаф, внутри которого с обеих сторон кассеты с опилками расположены две группы нагревательных элементов (ТЭНов) (рисунок 1). Такой подход к реализации нагрева позволяет интенсифицировать процесс нагрева опилок, а также обеспечивает его большую равномерность по объему кассеты.

Базовая конструкция духового шкафа была доработана следующим образом: был реализован дымоотвод с помощью гофрированного алюминиевого вентиляционного канала, а также добавлены вентиляционные отверстия для подачи питающего воздуха в камеру. Также в конструкцию была добавлена малоинерционная термопары, измеряющая температуры внутри камеры дымогенератора и в кассете с опилками.

Основные характеристики аппарата приведены в таблице 1.

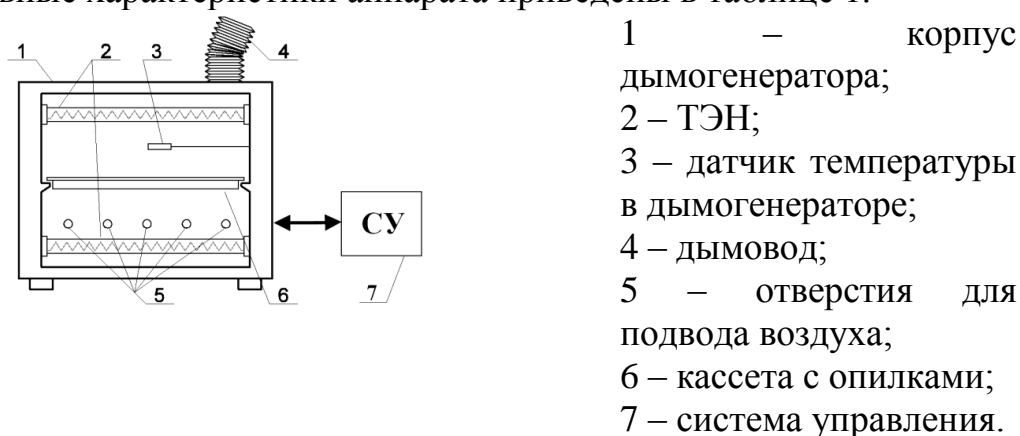


Рис. 1 – Дымогенератор С-1

Таблица 1 – Основные характеристики дымогенератора С-1

Параметр	Значение
Суммарная мощность нагревательных элементов, кВт	1,3
Количество нагревательных элементов, шт.	4
Масса опилок в кассете, г	145
Габаритные размеры аппарата (ширина x длина x высота), мм:	450 x 328 x 345

Для проведения научных исследований дымогенератор был оборудован системой управления на базе программируемого логического контроллера ПЛК-154, блока управления симисторами и тиристорами (БУСТ) фирмы «Овен» и симистором ТС132-50. Система управления 7 получает информацию о температуре в камере от датчика температуры 3 и выдает соответствующее управляющее управление на ТЭНы 2.

Без адекватной математической модели объекта задача оптимизации системы управления подобным технологическим процессом является весьма трудоемкой, поэтому для синтеза оптимального регулятора необходима математическая модель объекта – дымогенератора. Имея адекватное математическое описание объекта, можно с минимальными

затратами рассчитывать оптимальные значения коэффициентов регулятора и получать дымовоздушную смесь более высокого качества [4].

Для осуществления идентификации параметров модели необходимо выполнить следующее:

- определить входные и выходные параметры;
- на основании априорной информации построить структурную схему модели процесса дымообразования;
- определить значения параметров структурной схемы процесса дымообразования на основании экспериментальных данных;
- определить адекватность полученной модели и при необходимости уточнить структуру модели.

Выходными параметрами объекта являются температура в камере дымогенератора  $T_{CAM}$ , температура в кассете (противне) с опилками  $T_{prot}$  (рисунок 2). Также в модели косвенно оценивается количество опилок, оставшихся в противне,  $m_{op}$ .

На температуру оказывает влияние баланс подводимой и отбираемой теплоты. На подводимую теплоту оказывает влияние подаваемая на нагревательные элементы электрическая энергия. Данная теплота тратится на нагрев опилок, противня, корпуса дымогенератора, теплообмен с окружающей средой и на потери, вызванные удалением из камеры дымовых газов. Количество подаваемой теплоты напрямую зависит от управляющего воздействия  $P_{ТЭН}$ , подаваемого на ТЭНы. Также необходимо учитывать количество теплоты, выделяемой в результате пиролиза опилок  $P_{pir}$  и зависящей от количества опилок в противне.

На теплообмен с окружающей средой оказывает влияние температурный напор между стерилизационной камерой и окружающей средой, поэтому необходимо учитывать температуру окружающей среды  $t_{окр}$ .

На потери теплоты, вызванные удалением из камеры дымовых газов, оказывает влияние скорость работы вытяжного вентилятора «Вытяжка».

В начале процесса практически вся подводимая энергия затрачивается на прогрев камеры дымогенератора и опилок. При этом необходимо также учитывать затраты энергии на выпаривание влаги, как первоначально содержащейся в опилках, так и добавленной перед процессом. После выпаривания влаги энергия тратится преимущественно на дальнейший нагрев опилок до температуры, превышающей  $140^{\circ}C$ , после чего начинается пиролиз опилок, являющийся экзотермическим процессом, а, следовательно, добавляющий энергию, подводимую к опилкам.

Исходя из изложенного выше и анализа полученных экспериментальных данных, была предложена следующая структура модели:

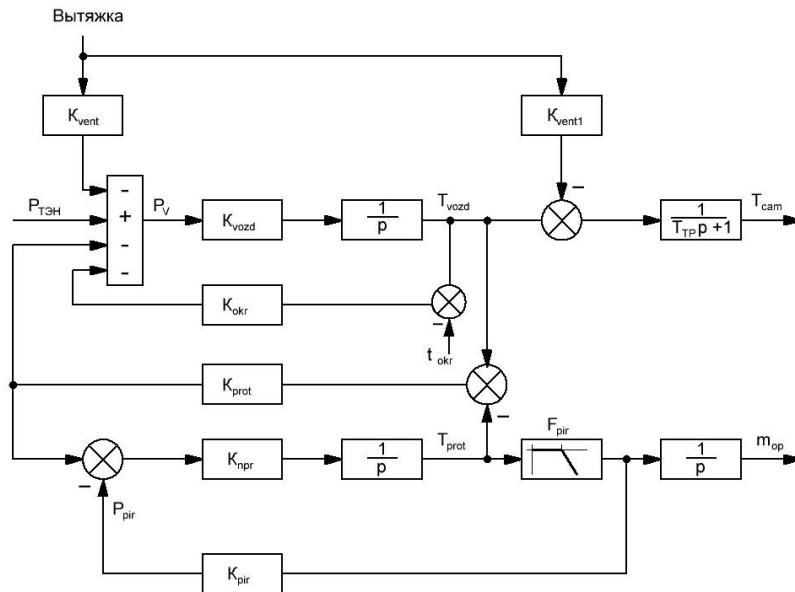


Рис. 2 – Структурная схема модели дымогенератора С–1

Согласно данной модели, энергия  $P_{ТЭН}$ , подводимая в камеру дымогенератора, затрачивается на следующее: 1) прогрев воздуха, находящегося в камере  $P_v$ ; 2) потери в окружающую среду через стенки дымогенератора (блок  $K_{окр}$ ) и с потоком воздуха, утягиваемым вытяжным вентилятором в воздуховод (блоки  $K_{vent}$  и  $K_{vent1}$ ); 3) на нагрев самой камеры дымогенератора; 4) на нагрев противня ( $K_{prot}$ ); 5) на нагрев опилок, находящихся в противне ( $K_{npr}$ ). При этом в модели также учитывается дополнительная энергия  $P_{pir}$ , выделяющаяся в процессе пиролиза опилок и зависящая от количества опилок, оставшихся в противне,  $m_{оп}$  и от скорости их угорания (блок  $F_{pir}$ ).

Для подбора коэффициентов была разработана программа "Построение графиков по данным в формате .ods и моделирование объекта" [5], которая позволяет осуществить расчет временных зависимостей выходных сигналов модели объекта по заданным входным. В программе имеется возможность произвольно изменять структуру модели объекта, сравнивать поведение объекта и модели, рассчитывать по экспериментальным данным в автоматическом режиме параметры модели и производить настройку регулятора по заданному критерию.

С помощью данной программы были получены коэффициенты для предложенной структуры модели, результаты моделирования представлены на рисунке 3.

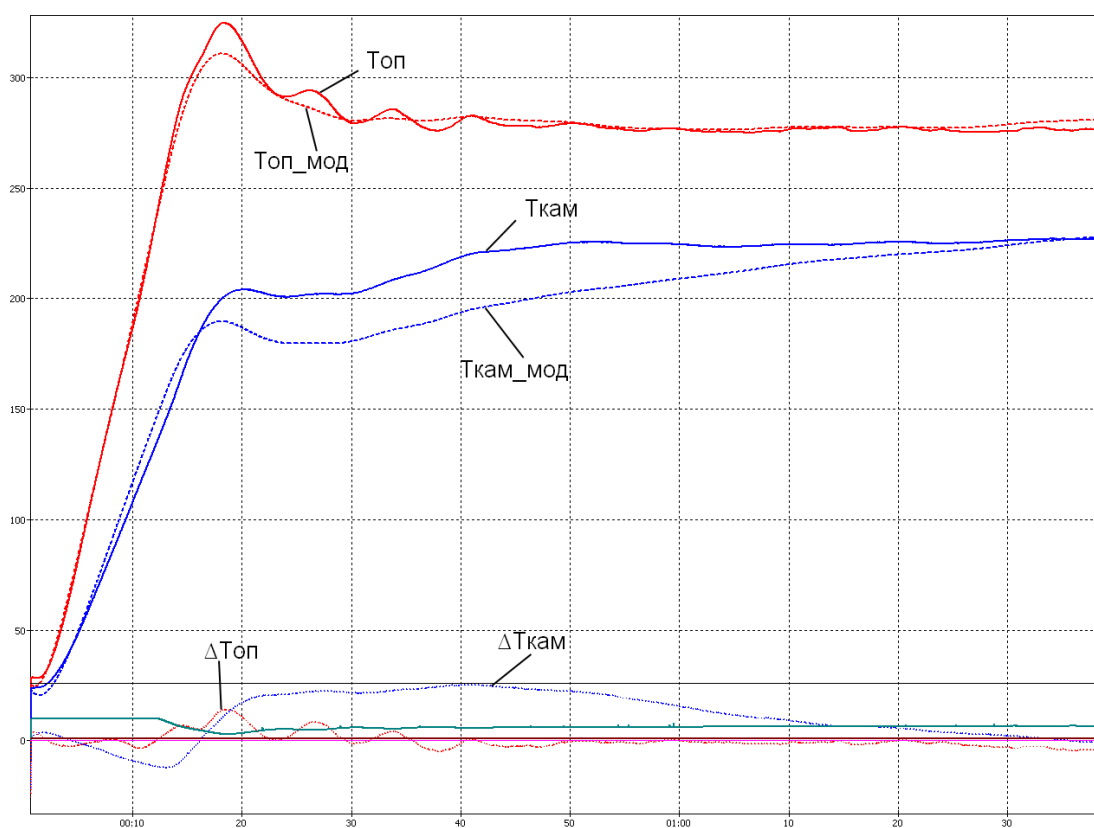


Рис. 3 – Временные зависимости температуры внутри камеры дымогенератора ( $T_{кам}$ ), в слое опилок ( $T_{оп}$ ), модели температуры в камере ( $T_{кам\_мод}$ ), модели температуры в опилках ( $T_{оп\_мод}$ ) и невязок ( $\Delta T_{кам}$  и  $\Delta T_{оп}$ )

Так как максимальное отклонение модели от объекта не превышает 5%, то считаем модель адекватной. Она будет использована для последующей оптимизации процесса образования дымовоздушной смеси по критерию затрат на управление, что позволит повысить энергоэффективность работы установки.

### Литература

1. Курко В. И. Основы бездымного копчения / В. И. Курко. – М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 228 с.
2. Технология рыбы и рыбных продуктов / Б. Б. Баранов, И. Э. Бражная, В. А. Гроховский [и др.] ; под ред. А. М. Ершова. – СПб. : ГИОРД, 2006. – 940 с.
3. Исследование динамических свойств дымогенератора / А.Р. Власова, А.В. Власов, А.В. Кайченев, А.А. Маслов // Наука и образование – 2012 [Электронный ресурс] : междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 2-6 апреля 2012 г. / МГТУ. – Электрон. текст. дан. (30 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 830-834. – Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0321201101.
4. Льюнг, Л. Идентификация систем. Теория для пользователя / Л. Льюнг : пер. с англ. А. С. Манделя, А. В. Назина : под ред. Я. З. Цыпкина. – М. : Наука, 1991. – 432 с.

5. Построение графиков по дан-ным в формате .ods и моделирование объекта: свид-во гос. рег. прогр. для ЭВМ №2012615577, Российская Федерация / А.В. Власов, А.Р. Власова, А.В.Кайченoв; правообладатель ФГБОУ ВПО Мурманский гос. техн. ун -т. – № 2012615577;

## НАСТРОЙКА РЕГУЛЯТОРА ТЕМПЕРАТУРЫ В ДЫМОГЕНЕРАТОРЕ

Власова А.Р., Власов А.В., Маслов А.А., Кайченев А.В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ)

Abstract. The article describes aspects of adjusting the optimal temperature regulator in small-sized smoke generator.

Одним из распространенных и пользующихся постоянным спросом в нашей стране продуктов является копченая рыбопродукция. В условиях рыночной экономики задачи повышения качества пищевой продукции, а также снижения затрат на ее производство являются наиболее актуальными.

Основным элементом, определяющим качество копченой продукции, является дымогенератор. Он определяет параметры получаемого дыма, а, следовательно, и итогового продукта.

Научно-исследовательской группой кафедры автоматики и вычислительной техники (АиВТ) Мурманского государственного технического университета (МГТУ) был разработан дымогенератор С-1 (рисунок 1) [1].

Дымогенератор представляет собой духовой шкаф, внутри которого с обеих сторон кассеты с опилками расположены две группы нагревательных элементов (ТЭНов). Такой подход к реализации нагрева позволяет интенсифицировать процесс нагрева опилок, а также обеспечивает его большую равномерность по объему кассеты.

Базовая конструкция духового шкафа была доработана следующим образом: был реализован дымоотвод с помощью гофрированного алюминиевого вентиляционного канала, а также добавлены вентиляционные отверстия для подачи воздуха в камеру. Также в конструкцию были добавлены малоинерционные терморпары, измеряющие температуру внутри камеры дымогенератора и внутри кассеты с опилками.

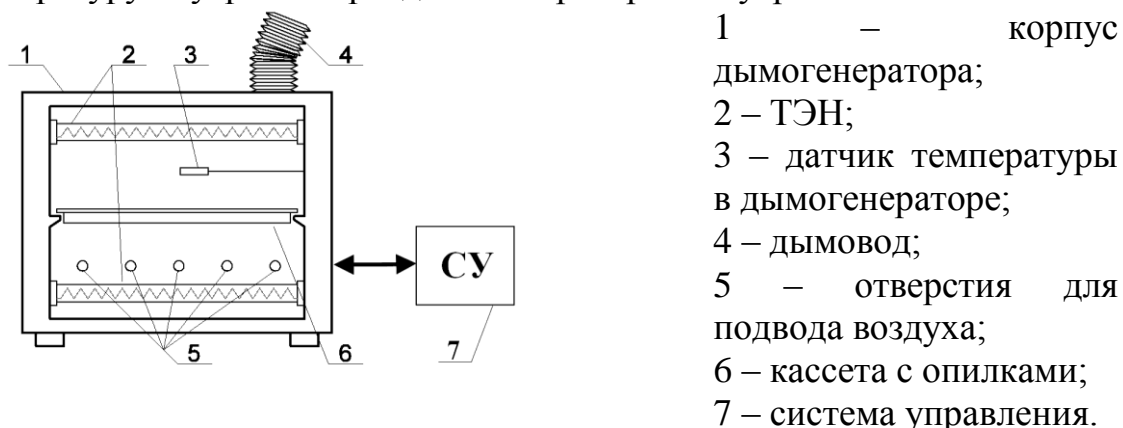


Рис. 1 – Дымогенератор С-1

Типовой процесс, протекающий в дымогенераторе С-1, можно разбить на следующие этапы (рисунок 1):

прогрев камеры дымогенератора и опилок в кассете до температуры порядка 80°C с выпариванием влаги как добавленной дополнительно в кассету к опилкам, так и содержащейся в опилках первоначально – этап I;

после выпаривания из опилок большей части влаги происходит их дальнейший нагрев до температуры, превышающей 140°C. При превышении этой температуры начинается пиролиз, являющийся экзотермическим процессом, а, следовательно, добавляющий энергию, подводимую к опилкам – этап II;

следующий этап начинается после прогорания значительной части опилок. В этот момент уменьшается выработка дополнительной энергии пиролиза, температура в кассете с опилками снижается до температуры статики дымогенератора, устанавливаемой после полного термического разложения опилок – этап III.

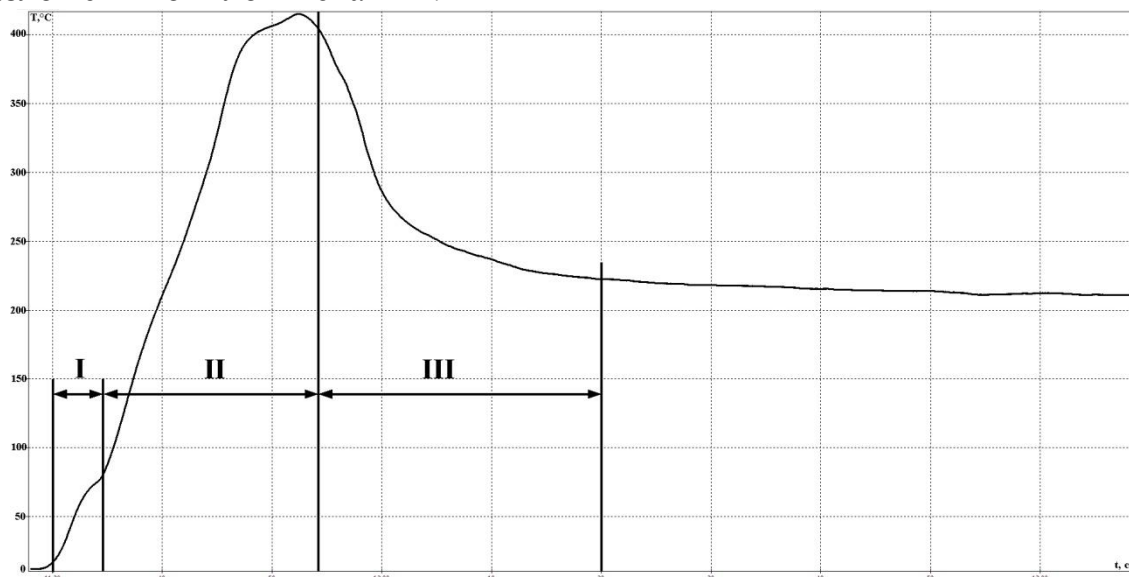


Рис. 2 – Изменение температуры в кассете с опилками в процессе дымообразования при отсутствии автоматического управления

Наиболее продуктивным с точки зрения выработки дыма этапом является II-ой этап. Следовательно, желательно максимально быстро и с минимальными затратами энергии пройти первый этап, являющийся по сути подготовительными к основному процессу.

При управлении процессом дымообразования также необходимо учитывать основное требование к работе дымогенератора – поддержание термического режима, который, с одной стороны, должен обеспечивать разложение древесины (целлюлозы, лигнина и гемицеллюлозы) и выделение веществ, определяющих копильные свойства (фенолов, карбониллов и пр.), а с другой – не допускать выделение полициклических углеводородов, в частности 3,4-бензапирена (образование 3,4-бензапирена происходит при всех температурах с 300 до 600°C, при этом максимальное количество наблюдается в диапазонах 300-350°C и 550-600°C) [2].



Термическое разложение гемицеллюлозы происходит при температуре от 200 до 260°C, целлюлозы – при температурах от 260 до 310°C, а лигнина – при температурах от 310 до 500°C [3]. Следовательно, для получения качественного и безопасного коптильного дыма, температура разложения древесины не должна превышать в среднем 310°C (допустимые колебания 280-300°C).

Без адекватной математической модели объекта задача оптимизации системы управления подобным технологическим процессом является весьма трудоемкой, поэтому для синтеза оптимального регулятора необходима математическая модель объекта – дымогенератора. Имея адекватное математическое описание объекта и задавшись критерием оптимизации, можно с минимальными затратами рассчитывать оптимальные значения коэффициентов регулятора и получать дымовоздушную смесь более высокого качества.

В ходе проводимых исследований было получено адекватное математическое описание дымогенератора С-1 по методу «серого ящика». В качестве критерия оптимизации была выбрана интегральная оценка вида:

$$J = \int_0^{\infty} \varepsilon(t)^2 dt \rightarrow \min_{U(\tau)} \quad | \quad U(\tau) \geq 0; \quad U(\tau) \leq 10 \quad , \quad (1)$$

где J – критерий оптимальности (интегральная оценка);

$\varepsilon(t)$  – рассогласование (ошибка управления), °C;

$U(\tau)$  – управляющий сигнал;

$\tau$  – время, прошедшее с начала процесса, с.

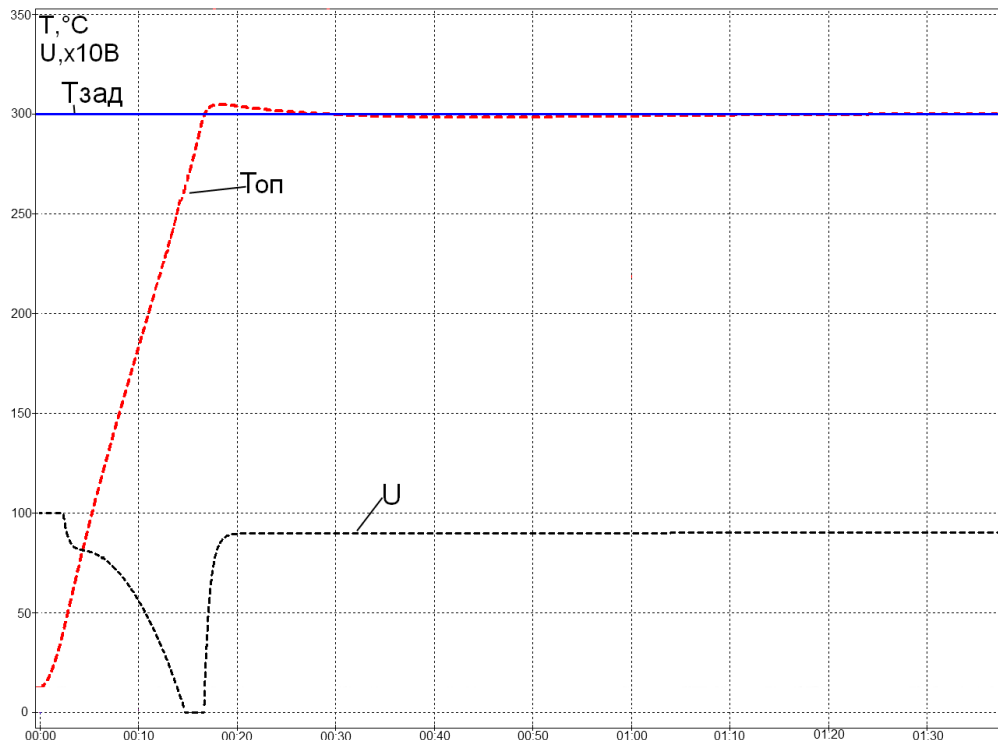
Имея математическую модель объекта управления и критерий оптимизации, можно провести подбор оптимальных коэффициентов регулятора. Для подбора коэффициентов была использована программа "Построение графиков по данным в формате .ods и моделирование объекта" [4], которая позволяет осуществить расчет временных зависимостей выходных сигналов модели объекта по заданным входным. В программе имеется возможность произвольно изменять структуру модели объекта, сравнивать поведение объекта и модели, рассчитывать по экспериментальным данным в автоматическом режиме параметры модели и производить настройку регулятора по заданному критерию.

Одним из распространенных и наиболее часто применяемых в автоматизации технологических процессов регуляторов является ПИД-регулятор и его модификации. Ориентируясь на требования к технологическому процессу, а также на аппаратную часть системы автоматического управления процессом приготовления коптильного дыма, было принято решение использовать цифровой ПИД-регулятор.

Для подбора оптимальных коэффициентов использовался метод покоординатного спуска, который осуществляет поиск оптимума по

каждому коэффициенту регулятора при помощи деления отрезка пополам (дихотомией).

В результате численного моделирования были получены оптимальные коэффициенты регулятора, позволяющие поддерживать заданное значение температуры в противне с опилками с минимальными отклонениями (рисунок 3).



Тзад – заданное значение температуры, Топ – температура в опилках,  
U - управляющее воздействие

Рис. 3 – Результаты численного моделирования работы оптимального регулятора температуры в дымогенераторе

Полученные в результате моделирования коэффициенты оптимального регулятора были использованы в настройке системы управления дымогенератором С-1. Результаты проведенного эксперимента представлены на рисунке 4.

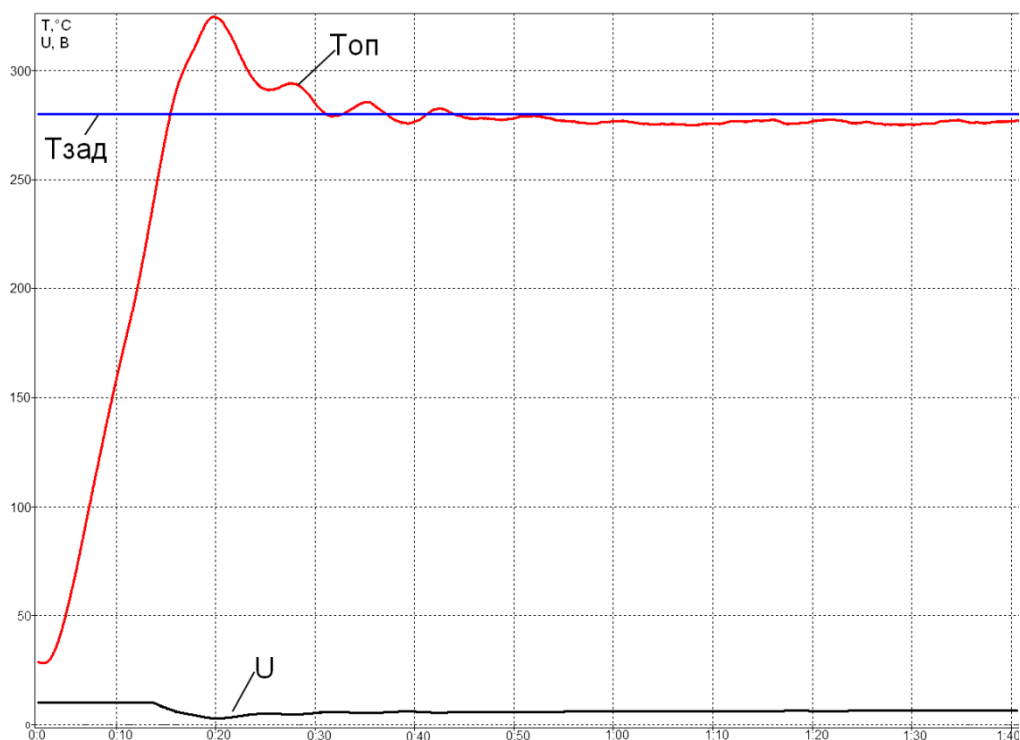


Рис. 4 – Временные зависимости температуры в опилках (Топ), заданного значения (Тзад) и управляющего воздействия (U) при использовании оптимально настроенного регулятора

Полученные результаты позволяют сделать вывод об эффективности оптимально настроенного регулятора: существенно уменьшилось начальное перерегулирование (заброс температуры не превышает 325°C), температура на протяжении большей части процесса находится в пределах, обеспечивающих выработку дыма и не допускающих образование 3,4-бензапирена.

#### Литература:

1. Исследование динамических свойств дымогенератора / А.Р. Власова, А.В. Власов, А.В. Кайченков, А.А. Маслов // Наука и образование – 2012 [Электронный ресурс] : междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 2-6 апреля 2012 г. / МГТУ. – Электрон. текст. дан. (30 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 830-834. – Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0321201101.
2. Курко В. И. Основы бездымного копчения / В. И. Курко. – М. : Лег.и пищ. пром-сть, 1984. – 228 с.
3. Технология рыбы и рыбных продуктов / Б. Б. Баранов, И. Э. Бражная, В. А. Гроховский [и др.] ; под ред. А. М. Ершова. – СПб. : ГИОРД, 2006. – 940 с.
4. Построение графиков по дан-ным в формате .ods и моделирование объекта: свид-во гос. рег. прогр. для ЭВМ №2012615577, Российская Федерация / А.В. Власов, А.Р. Власова, А.В.Кайченков; правообладатель ФГБОУ ВПО Мурманский гос. техн. ун -т. – № 2012615577.

## **ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ «ОВЕН» В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

**Кайченев А. В., Маслов А. А., Власов А. В., Власова А. Р., Висков А. Ю., Селяков И. Ю. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ)**

This article considers the questions of the implementing automated control systems based on the “OWEN” equipment into the educational process and researches.

В современном мире все чаще встает вопрос об энергоэффективности промышленного оборудования. В связи с этим все больше российских предприятий осуществляют установку систем автоматического управления (САУ). Часто такие системы используются для обеспечения оптимальных условий проведения технологических процессов. Оптимизация технологического процесса позволяет эффективно использовать энергоресурсы, что приводит к снижению затрат на управление и существенному уменьшению себестоимости производимой продукции [1].

В электронных СМИ можно встретить системы управления на базе оборудования зарубежных предприятий. В то же время цена такой системы может оказаться слишком высокой для ряда организаций и предприятий. В первую очередь, это касается предприятий, находящихся на государственном финансировании. Современное производство отечественных электронных компонентов может обеспечить широкую номенклатуру деталей и приборов для систем автоматического управления по приемлемой цене.

В 2005 году российское производственное объединение «ОВЕН» заявило программу поддержки высших учебных заведений по оснащению лабораторий современным отечественным оборудованием промышленной автоматизации, в которой приняла участие и кафедра автоматизации и вычислительной техники МГТУ [1].

Первый опыт использования промышленных регуляторов получен студентами-выпускниками кафедры АиВТ при разработке и внедрении в учебный процесс лабораторных установок «Автоматическая система управления микроклиматом на базе ОВЕН МПР51».

Аналогичной разработкой является учебно-лабораторный стенд «Автоматическая система управления температурой на базе микропроцессорных регуляторов «ОВЕН»». В основе системы управления два промышленных регулятора ПО «ОВЕН» ТРМ 101 и ЭРВЕН.

Обе установки внедрены в учебный процесс и обеспечивают получение практических навыков в работе с промышленными регуляторами. Они позволяют осуществлять программное управление и

стабилизацию температуры и влажности, настраивать микропроцессорные регуляторы (в том числе в режиме автонастройки), конфигурировать приборы, отображать и архивировать значения регулируемых параметров в процессе управления.

В 2008 году выпускники кафедры АиВТ получили опыт использования новейшего отечественного оборудования промышленной автоматизации ОВЕН ПЛК. Разработанный в рамках дипломного проектирования комплекс для разработки и отладки проектов (КРОП) АСУТП на базе «ОВЕН» ПЛК 154 позволяет получить навыки проектирования систем автоматического управления на современном оборудовании промышленной автоматизации ОВЕН [1].

В 2012 году, на базе полученного кафедрой оборудования создан лабораторный стенд «Автоматическое управление температурой и влажностью в сушильном шкафу». Основным элементом системы автоматического управления является восьмиканальный микропроцессорный регулятор ТРМ148. В рамках дипломного проектирования студентами модернизирован один из комплексов для разработки и отладки проектов АСУТП на базе ОВЕН ПЛК154. Использование средств человеко-машинного интерфейса (сенсорная панель СП270) позволит дополнить лабораторные работы разработкой и созданием интерфейса оператора, а также реализацией взаимосвязанной работы ПЛК и интерфейсной панели. Дополнение комплекса модулем сбора данных МСД-100 позволит обеспечить архивирование данных, полученных в лабораторных работах [2].

В настоящее время оформлена очередная заявка на участие в программе поддержки ВУЗов ПО «ОВЕН». Новейшее оборудование: программируемое реле ПР-110 и скоростной модуль аналогового ввода МВ-110 - планируется использовать при создании новых лабораторных стендов «Исследование работы программируемого реле» (рис. 1) и «Исследование датчиков температуры» (рис. 2).

При выполнении лабораторной работы с программируемым реле в рамках курса «Электроника» студентам будет предложено реализовать алгоритмы: логического управления одним или несколькими дискретными выходами по состоянию входов; управления шаговым двигателем; программного управления двигателем постоянного тока с использованием имеющихся в наборе OWEN LOGIC функций и функциональных блоков.

Лабораторный стенд «Исследование работы датчиков» позволит изучить способы подключения датчиков температуры к промышленным контроллерам; произвести калибровку датчиков температуры; исследовать динамические характеристики датчиков температуры по снятым переходным процессам.

Также в рамках заявки кафедры планируется модернизация второго комплекса для разработки и отладки проектов АСУТП на базе ОВЕН

ПЛК154 сенсорной панелью оператора СП270 и модулем сбора данных МСД-100, а также лабораторного стенда «Автоматическое управление асинхронным двигателем» блоком управления тиристорами и симисторами БУСТ2.

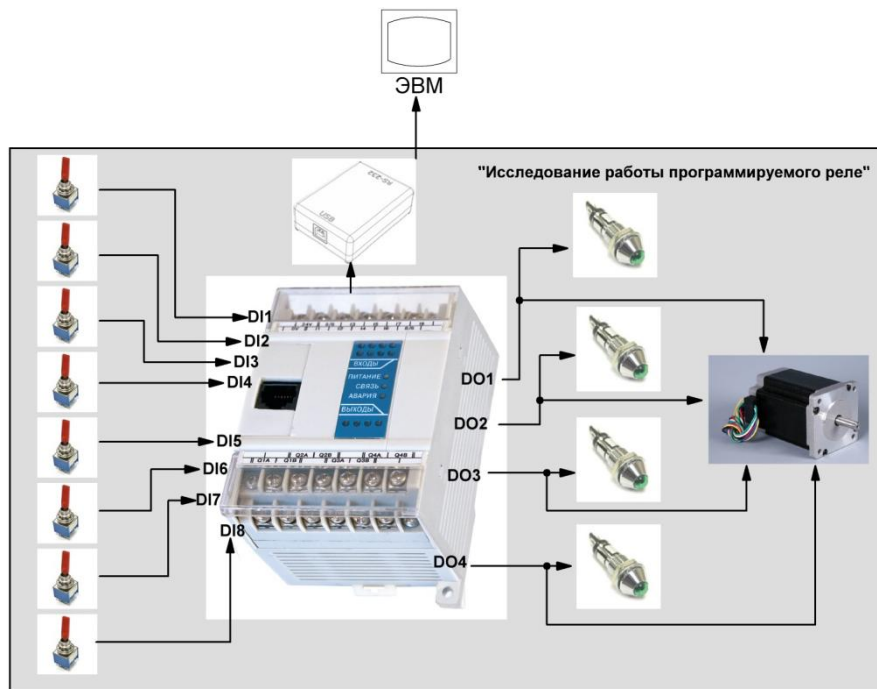


Рис. 1 - Схема лабораторного стенда «Исследование работы программируемого реле»

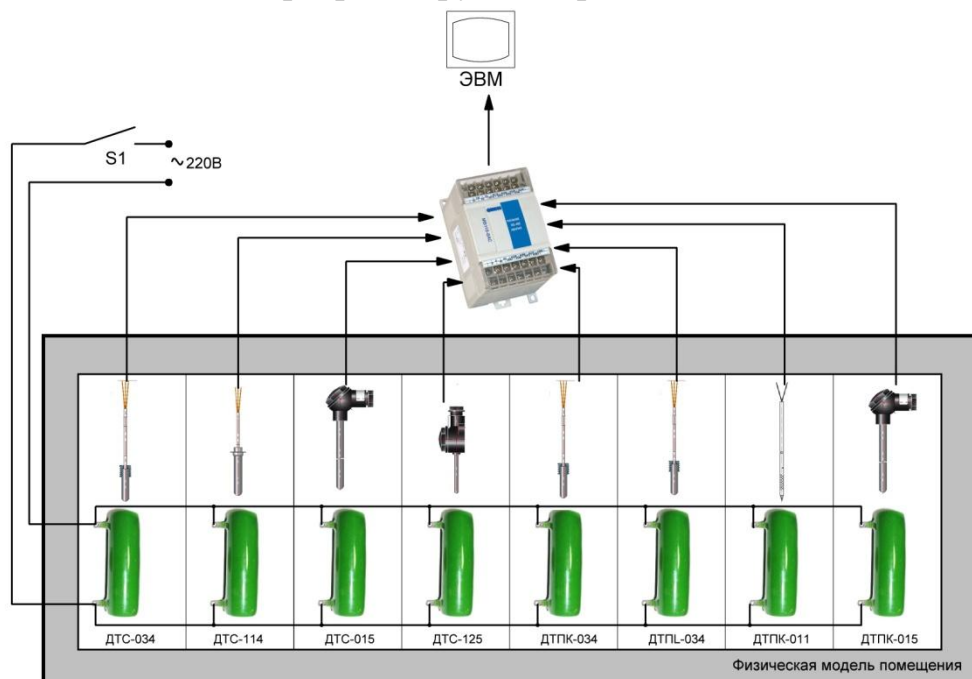


Рис. 2 – Лабораторная установка «Исследование датчиков температуры»

В экспериментальных лабораториях кафедры Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) и кафедры Технологий пищевых

производств (ТПП) МГТУ ведется работа по исследованию процессов стерилизации, копчения и вяления.

Стерилизационная установка с системой автоматического управления на базе ОВЕН ПЛК154 внедрена в учебно-экспериментальный цех МГТУ и обеспечивает выработку консервной продукции с наименьшими энергозатратами, а также позволяет вести разработку режимов стерилизации.

В учебно-экспериментальном цехе МГТУ внедрена в производство АСУ универсальной коптильно-сушильной установки (УКСУ) на базе ОВЕН ПЛК154. УКСУ обеспечивает выпуск качественной копченой и сушеной продукции. В рамках решения научных задач осуществляется поиск оптимальных режимов работы установки.

В рамках научных исследований, проводимых кафедрой АиВТ, планируется использование лабораторного стенда «Автоматическое управление температурой и влажностью в сушильном шкафу» в составе малогабаритной сушильной установки для поиска оптимальных технологических режимов.

#### **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. Маслов, А. А. Исследование систем автоматического регулирования на базе технических и программных средств автоматизации «ОВЕН» : учеб. пособие по дисциплине "Теория автоматического управления" для специальностей: 220300.65 "Автоматизация технологических процессов и производств", 220700.62 "Автоматизация технологических процессов и производств" / А. А. Маслов, А. В. Кайченков. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2012. – 180 с. : ил. + табл. – Библиогр. : 31 ист.
2. Кайченков А. В. 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. / МГТУ. – Электрон. текст. дан. (30 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2012.-(НТЦ "Информрегистр". - № гос. регистрации 0321201101.- С. 897-901.

## **О ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ**

**Кайченов А. В., Маслов А. А., Власов А. В., Власова А. Р., Висков А. Ю., Селяков И. Ю. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ)**

The article describes perspective research directions of the increasing production efficiency products made of hydrobionts. The researches carry out on the department of automation and computer science.

На кафедре автоматизации и вычислительной техники активно ведётся научно-исследовательская работа, одним из основных направлений которой является техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья. По этому направлению научно-исследовательская группа кафедры совместно с сотрудниками кафедры технологий пищевых производств (ТПП) проводит исследования, связанные с повышением эффективности производства продуктов из гидробионтов. Исследования проводятся в рамках ГБ НИР № ГР01200900799 "Комплексная модернизация систем контроля и управления процессами стерилизации и копчения" под руководством профессора кафедры Маслова А.А. В рамках этой госбюджетной работы исследования проводятся по нескольким разделам:

- исследование процессов стерилизации и разработка научно обоснованных энергосберегающих методов управления автоклавами;
- разработка научно обоснованных методик и приборов контроля химического и биохимического состава технологических растворов;
- исследование процессов изменения состояния сырья в ходе их обработки (копчение, сушка).
- по первому разделу проведены следующие исследования:
- разработан способ получения математической модели температурного поля в стерилизационной камере автоклава;
- получена математическая модель температурного поля в стерилизационной камере автоклава АВК-30;
- разработана и реализована на объекте система автоматического управления стерилизационной установкой с применением инновационных методов регулирования;
- получена математическая модель теплообмена в консервной банке Impress;



- получены математические модели стерилизационной камеры автоклава АВК-30М в ходе стерилизации консервной продукции в водной среде.

В рамках ГБНИР по этому разделу запланирована оптимизация работы автоклава АВК-30М при стерилизации консервной продукции в водной среде.

Перспективные направления в области стерилизации консервной продукции обсуждались в Всероссийском научно-исследовательском институте консервной и овощесушильной промышленности (ВНИИКОП) на 6-ой конференции молодых ученых и специалистов институтов Отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции «Фундаментальные основы и передовые технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности в рамках круглого стола по проблемам стерилизации консервов [1]. Будущие научные исследования в данной области связаны с изучением ступенчатой стерилизации, а также изучением переменных режимов и модернизированного способа стерилизации консервов; реализацией программы для ЭВМ, упрощающую разработку режимов стерилизации на основании адекватной математической модели автоклава с продуктом; универсальными лабораторными исследовательскими установками для поиска оптимальных режимов стерилизации консервов; адаптивной системой автоматического управления процессом стерилизации.

По второму разделу (разработка научно обоснованных методик и приборов контроля химического и биохимического состава технологических растворов) на настоящий момент получены следующие результаты:

- разработан способ контроля состава многокомпонентных смесей на основе анализа их реакций на ВЧ воздействие;
- выявлены характерные точки и получены математические зависимости для определения концентраций составляющих многокомпонентных растворов;
- разработан и создан прибор для непрерывного контроля состава многокомпонентных смесей;
- спроектирован малогабаритный абсорбер для получения копильного препарата;

По 2 разделу запланированы исследования факторов, оказывающих влияние на динамику процесса сорбции дыма и построение математической модели абсорбера, а также оптимизация процесса получения копильного препарата. Перспективным направлением является разработка прибора для непрерывного контроля состава копильного препарата с возможностью использования его в системе автоматического управления процессом сорбции дымовых газов.

В третьем разделе ГБНИР (исследование процессов изменения состояния сырья в ходе обработки (копчение, сушка)) проводятся научные исследования, связанные с обезвоживанием сырья. В рамках этого раздела исследовано:

- влияние давления в коптильной камере на динамику процессов диффузии;
- управляющие алгоритмы процессом копчения при переменном давлении;
- системы управления процессом копчения для универсальной коптильно-сушильной установки.

По этому разделу запланированы следующие исследования: получение и исследование математических моделей для универсальной коптильно-сушильной установки с целью оптимизации контуров регулирования температуры и влажности; оптимизация работы универсальной коптильно-сушильной установки [3, 4]. В этом направлении перспективно создание адаптивной системы управления процессами сушки и копчения.

В настоящее время сотрудники НИГ кафедры активно занимаются исследованием дымогенераторной техники. Разработана система управления опилочным малогабаритным дымогенератором. Температура дымообразования в таком аппарате поддерживается в допустимых пределах от 280 до 310 °С. Исследование работы дымогенератора с применением системы циркуляции дыма по замкнутому циклу, а также конвейера подачи опилок в дымогенератор позволит создать управляемый дымогенератор, который может использоваться для исследования процесса копчения рыбной продукции и процесса сорбции дымовых газов.

Перспективным направлением является исследование фрикционного дымогенератора “Ижица”. Получение моделей процесса дымообразования в таком дымогенераторе позволит создать оптимальную систему автоматического управления с применением частотного преобразователя, что, в конечном счете, минимизирует главный недостаток фрикционных дымогенераторов – высокое энергопотребление [2]. Сотрудниками кафедры спроектирована система автоматического управления фрикционного дымогенератора, а также подготовлены материалы для подачи заявки на полезную модель.

Перспективным направлением совместных исследований с кафедрой ТПП является интенсификация процесса посола рыбной продукции. Создание системы автоматического управления процессом посола позволит повысить его энергоэффективность.

### **Заключение**

Научно-исследовательская группа кафедры АиВТ ведет активную работу по повышению эффективности технологических процессов. Научная работа в области перспективных направлений исследований

позволит повысить эффективность производства продукции из гидробионтов.

### **Литература**

1. Исследование модернизированного способа стерилизации консервов из гидробионтов / А. В. Кайченев, В.А. Гроховский, А. В. Власов и др. // Фундаментальные основы и передовые технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности : сборник научных трудов 6-ой конференции молодых ученых и специалистов институтов Отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. – Видное, 2012. – С. 115-119.

2. Разработка автоматической системы управления малогабаритным фрикционным дымогенератором / А. В. Кайченев, А. А. Маслов, А.В. Власов и др. // Наука и образование - 2012[Электронный ресурс] : междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 2–6 апреля 2012 г. / МГТУ. – Электрон. текст. дан. (30 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2012.-(НТЦ "Информрегистр". - № гос. регистрации 0321201101.- С. 892-896.

3. Кайченев А.В. Особенности разработки автоматической системы управления универсальной коптильно-сушильной установкой / В. А. Аминов, А. В. Кайченев, А. А. Маслов и др. // Наука и образование - 2012[Электронный ресурс] : междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 2–6 апреля 2012 г. / МГТУ. – Электрон. текст. дан. (30 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2012.-(НТЦ "Информрегистр". - № гос. регистрации 0321201101.- С. 887-891.

4. Малогабаритная сушильная установка для поиска оптимальных технологических режимов дымогенератором / А. В. Кайченев, А. А. Маслов, А.В. Власов и др. // Наука и образование - 2012[Электронный ресурс] : междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 2–6 апреля 2012 г. / МГТУ. – Электрон. текст. дан. (30 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2012. - (НТЦ "Информрегистр". - № гос. регистрации 0321201101.- С. 933-934.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ПОРТА НА БАЗЕ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ТЕРМОГРАФИИ**

**Мухин Е. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ЭОС)**

Abstract. In work are considered effectiveness of the thermal imaging diagnostics system

Разработанные элементы системы диагностики оборудования порта на базе количественной термографии необходимы для оперативного, безразборного и достоверного определения дефектов элементов оборудования на ранних стадиях их развития, своевременное их устранение, до момента возникновения аварийного отказа и прерывания технологического процесса, статистической обработки данных.

Предлагаемые элементы системы диагностики оборудования порта основаны на решении задач технической диагностики – «диагноза» и «прогноза».

Решения задач «диагноза», включающие в себя поиск места неисправности, определение причин отказа, контроль технического состояния объектов исследования на базе количественной термографии, основаны на возможности количественного учета тепловых потоков от поверхности оборудования, на разработке тепловых диагностических моделей.

Решения задач «прогноза», позволяющие определить и прогнозировать технического состояния объекта с заданной вероятностью на предстоящий интервал времени основаны на методах математической статистики.

Предложенные подходы решения задачи «диагноза» при определении реального технического состояния асинхронного двигателя изложены в работе [1]. Статистические методы анализа данных термографического обследования изложены в работе [2].

В частности, для анализа эффективности внедрения элементов системы диагностики оборудования порта на базе количественной термографии рассчитаны значения гамма-процентного ресурса исследуемой выборки асинхронных двигателей, коммутирующей аппаратуры порталных кранов и контактных соединений трансформаторных подстанций 6/0,4 кВ.

Для организации проведения термографического контроля, обработки результатов, анализа и составления заключения о техническом состоянии элементов электрооборудования электропривода ПК разработаны и внедрены в производственный процесс ОАО «Мурманский морской торговый порт» «Методические рекомендации термографического контроля технического состояния

электрооборудования порталных кранов». В результате внедрения и использования разработанной методики получены следующие результаты.

На рисунке 1 представлены графики экспериментальных функций вероятности безотказной работы АД. До внедрения элементов системы (рисунок 1, кривая 1) 50% наработка до отказа для исследуемой выборки асинхронных двигателей составила 40 месяцев. Регулярные термографические обследования позволили обнаруживать дефекты на ранней стадии развития и увеличить 50% наработку до отказа до 32 месяцев (рисунок 1, кривая 2).

В результате проведённых исследований сделан вывод, что применение элементов системы диагностики оборудования порта на базе количественной термографии привело к:

- снижению потока отказов  $\lambda(t)$  асинхронных двигателей с  $0,02179$  до  $0,01763 \text{ мес}^{-1}$ ;
- увеличению значения вероятности безотказной работы  $R(t)$  асинхронных двигателей с  $0,978$  до  $0,982$ ;
- увеличению гамма-процентного ресурса асинхронных двигателей в 1,25 раза; коммутирующей аппаратуры в 1,2 раза;
- определению закона распределения параметров эксплуатационной надёжности контактных соединений ТП 6/0,4.

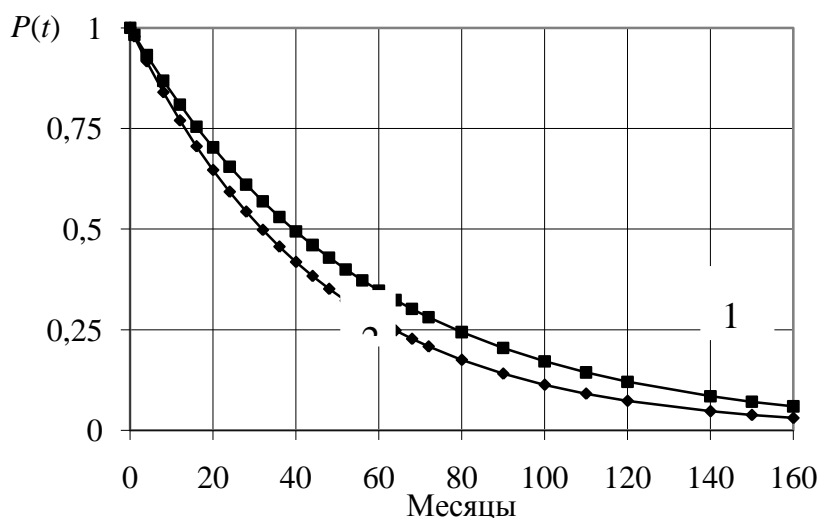


Рис. 1 – Зависимость  $P(t)$  дефектов асинхронных двигателей:

$$1 - \lambda_{\text{ср}} \approx 0,02179 \text{ мес}^{-1}; 2 - \lambda_{\text{ср}} \approx 0,01763 \text{ мес}^{-1}.$$

Для расчёта экономического эффекта внедрения и использования элементов системы диагностики оборудования порта на базе количественной термографии использованы различные методики, учитывающие требования нормативной документации. В результате определено:

- при обследовании технического состояния элементов электропривода ПК снижение стоимости работы ПК составило 1280,00 рублей в час;

- при обследовании элементов электрических сетей порта, в частности контактных соединений ТП 6/0,4 кВ экономический эффект составил 31,9 тыс. рублей в год;

- при обследовании элементов теплоэнергетического оборудования порта экономический эффект составил 107,9 тыс. рублей в год.

Как показал анализ расчетов, с учётом выявленных повреждений, экономический эффект достигается за счёт увеличения времени безаварийной эксплуатации оборудования порта, изменения структуры ремонтных работ, оптимизации режимов эксплуатации в соответствии с техническим состоянием, уменьшением общего числа повреждений и ремонтов, в том числе аварийных, снижением трудозатрат на выполнение ремонтно-восстановительных работ, повышения эффекта и снижения затрат на ремонтно-восстановительные работы.

**Литература:**

1. Мухин, Е.А. Статистический анализ повреждений электрооборудования порталных кранов /А.Б. Власов, Е.А. Мухин// Вестник АГТУ: Морская техника и технология. – 2011. – №1. –С. 23-27.

2. Мухин, Е.А. Методика расчета температуры обмоток электрической машины на основе количественной термографии /А.Б. Власов, Е.А. Мухин// Вестник МГТУ: труды Мурман. гос. техн. ун-та. – 2011. – Т. 14, №4. –С. 671-680.

## МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАДАНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ ГОРОДОВ

Прохоренков А. М.<sup>1</sup>, Качала Н. М.,<sup>2</sup> Совлуков А. С.<sup>1</sup> (г. Мурманск, МГТУ, <sup>1</sup>- кафедра АиВТ, <sup>2</sup>кафедра ИСиПМ)

**Modeling results and experimental data for production of tasks and their realization at suppliers of thermal power and at consumers are presented. It is shown that parallel operation of heat systems for common heat systems has some economic, ecological and power advantages. the portions given in this document.**

**В настоящее время одной из важных задач в области теплофикации городов является создание теплоснабжающих систем с параллельной работой источников тепла на общие сети. Это связано с тем, что большая часть тепловых станций работает на свои локальные сети. Случайный характер отбора тепловой энергии потребителями пара и горячей воды приводит к сложным в динамическом отношении переходным процессам во всех элементах теплоэнергетической системы. Поэтому, одной из актуальных проблем на сегодняшний день является задача объединения этих локальных сетей тепловых станций (ТС) и управление потоками тепловой энергии с учетом гидравлических характеристик, как самих тепловых сетей, так и потребителей энергии.**

Для определения оптимальной загрузки ТС необходимо знать энергетические характеристики их парогенераторов и котельной в целом, которые представляют собой зависимость между количеством подводимого топлива и получаемой теплоты. Алгоритм определения этих характеристик включает следующие этапы:

Определяют тепловую производительность  $Q_1$  котлов для различных нагрузочных режимов их работы.

Определяют потери теплоты  $\Delta Q$  с учётом КПД котлов и их полезной нагрузки.

Определяются нагрузочные характеристики котлоагрегатов в диапазоне от минимально допустимых до максимальных.

Зная изменение суммарных потерь теплоты в паровых котлах, определяют их энергетические характеристики, отражающие часовой расход условного топлива по формуле:

$$B = 0,0342 * (Q_1 + \Delta Q).$$

Используя энергетические характеристики котлов, получаем энергетические характеристики котельных (ТС), знание которых позволяет формировать управляющие решения последовательности и очерёдности загрузки котельных в течение отопительного периода, а также в летний сезон.

Создание теплоснабжающих систем с параллельной работой источников тепла на общую тепловую сеть города и на общий график тепловой нагрузки позволяет решать проблемы экономии топлива от теплофикации, осуществлять эксплуатацию котлов в режимах с оптимальными КПД. Рассмотренный выше подход позволяет создавать необходимый, научно обоснованный резерв мощности ТС.

Основные задачи систем управления теплоснабжением объектов коммунальной энергетики сводятся к следующим двум:

- надежное снабжение потребителя необходимым количеством тепловой энергии с определенными качественными показателями.
- минимизация затрат на выработку и передачу этой тепловой энергии.

Первая задача осуществляется с помощью увязки графиков подачи с графиками использования теплоты (нагрузки) посредством системы теплообменных аппаратов.

Вторая – посредством соответствия тепловой нагрузки потребителей ее выработке, то есть при помощи планирования изменения нагрузки и снижения потерь при передаче тепловой энергии. Обеспечение увязки графиков подачи и использования теплоты должно осуществляться за счет применения локальной автоматики на промежуточных ступенях от ТС до потребителей тепловой энергии.

Основными факторами, оказывающими существенное влияние на тепловую нагрузку котельных, являются тепловая нагрузка, используемая на отопление зданий и на горячее водоснабжение [3]. Средний тепловой поток (в ваттах), используемый на отопление зданий, определяется по формуле:  $Q_{om} = q_0 A \left( 1 + K_1 \right) \frac{t_1 - t_{om}}{t_1 - t_0}$ , (1)

где  $t_{om}$  – средняя температура наружного воздуха за определенный период,  $t_1$  – средняя температура внутреннего воздуха отапливаемого помещения (температура которую нужно поддерживать на заданном уровне),  $t_0$  – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления,  $q_0$  – укрупненный показатель максимального теплового потока на отопление жилых и общественных зданий в ваттах на  $1 \text{ м}^2$  площади здания при температуре  $t_0$ ,  $A$  – общая площадь здания,  $K_1$  – коэффициент, учитывающий тепловой поток на отопление общественных зданий (при отсутствии данных он равен 0,25).

Из формулы (1) видно, что тепловая нагрузка на отопление зданий определяется в основном температурой наружного воздуха.

В системах централизованного теплоснабжения регулирование подачи теплоносителя потребителям осуществляется через центральные тепловые пункты (ЦТП) по температурному графику, отражающему в



статике зависимость между температурой наружного воздуха  $T_{и}$  и температурами прямой  $T_{кп}$  и обратной  $T_{ко}$  сетевой воды. Из опыта эксплуатации систем теплоснабжения известно, что на практике не удается обеспечить полного выполнения отопительного графика. Это объясняется рядом причин, в том числе, случайным характером потребления горячей воды пользователями. Для решения второй задачи в данной работе предлагается осуществлять функции оценки планируемой нагрузки и формирования задания на выработку тепловой энергии ТС, используя методы ситуационного управления на базе нечеткой логики.

Исследования характера процессов, протекающих в системах теплоснабжения, показали, что процессы изменения давления можно считать стационарными. Тогда как процессы изменения температуры (рис. 1) являются или нестационарными по математическому ожиданию (например, изменение прямой и обратной температур котельной и квартальной воды), или нестационарными по дисперсии – температура воды на горячее

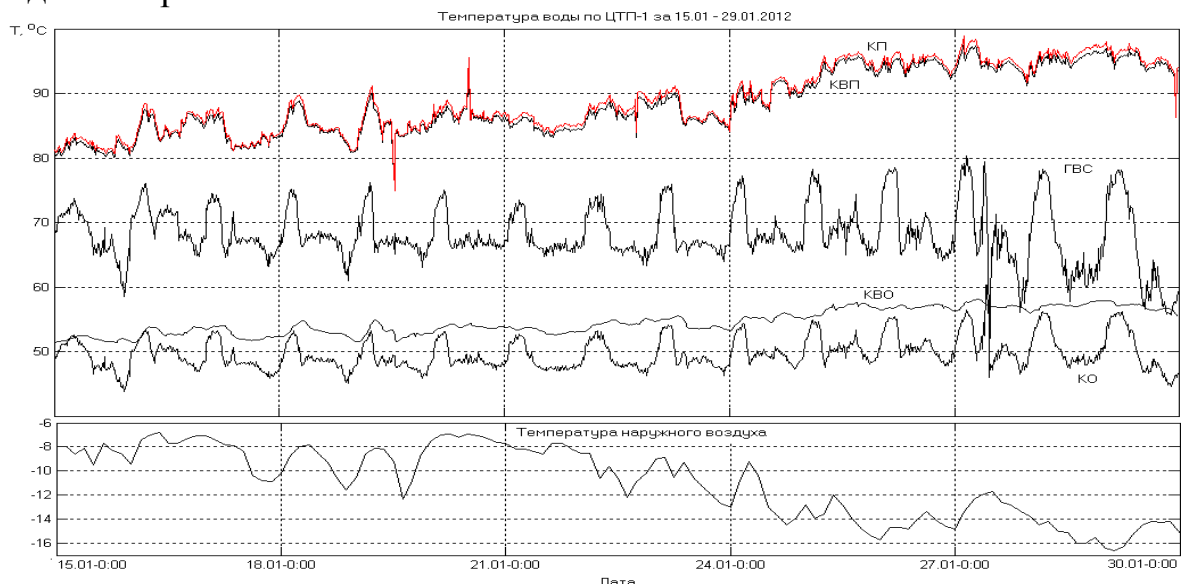


Рис. 1. График изменения температуры воды в ЦТП № 1 за период с 15.01 – 29.01.12.

водоснабжение. В этой связи, характер этих процессов должен учитываться при проектировании и эксплуатации систем автоматического управления теплоснабжением. Наиболее значимой причиной невыполнения температурного графика является влияние нагрузки по горячему водоснабжению на температуру обратной сетевой воды.

На рис. 2 представлен типичный график изменения температуры  $T_{кп}$  прямой и  $T_{ко}$  обратной сетевой воды на коллекторе котельной. Температура прямой сетевой воды  $T_{кп}$ , несмотря на ее зависимость от температуры наружного воздуха, в течение суток изменяется

незначительно. Так, например, за 15.01.12 колебания  $T_{КП}$  происходят в границах трёх градусов, то есть отклонения от среднего значения  $T_{КП}$  составляют примерно  $\pm 1,5$  °С при расчетном значении по температурному графику 65 °С.

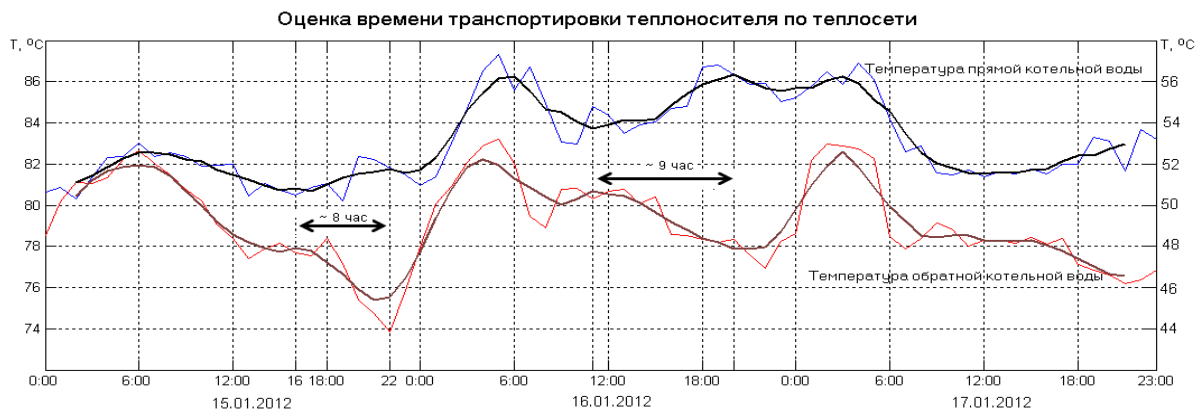


Рис. 2. Оценка времени транспортировки теплоносителя по теплосети

В то же время диапазон колебаний температуры обратной сетевой воды  $T_{КО}$  составляет 8,8 °С при расчетном диапазоне по температурному графику 28 °С, то есть суточные колебания  $T_{КО}$  достигают примерно 30 процентов этого диапазона. Причина таких колебаний температуры обратной сетевой воды кроется в принципах работы существующих систем управления ЦТП г. Мурманска. На графике (рис. 2) хорошо видно, что при отсутствии забора горячей воды в ночное время температура обратной сетевой воды к шести часа утра заметно повышается и постепенно понижается к вечеру (минимум  $T_{КО}$  в районе 20–21 часа).

В отличие от существующей практики за основу управления объектами в основных эксплуатационных режимах предлагается использование методов ситуационного управления. Система принятия решений реализуется на базе советующих систем с нечеткой логикой в классе «ситуация – стратегия управления – действие». Нечеткая логика используется здесь для формализации нечетких понятий, определяющих нагрузку котельной, режимы работы промежуточных ступеней управления при централизованном теплоснабжении. К таким понятиям относятся нечёткие лингвистические переменные сезон, месяц, день недели, время суток, температура наружного воздуха, скорость ветра. Эти факторы оказывают влияние на нагрузку тепловых станций, а, следовательно, и на работу тепловых сетей и представлены в докладе

### **Заключение**

Полученные результаты моделирования и экспериментальные данные по формированию заданий и их реализации на источниках тепловой энергии и потребителях показали, что параллельная работа ТС на

общие тепловые сети имеет ряд экономических, экологических и энергетических преимуществ. Повышается надёжность и маневренность теплофикационной системы. Появляется возможность отказаться от эксплуатации неэффективных котлов. Снижается удельный расход топлива за счёт эксплуатации котлов с оптимальными КПД. Появляется возможность организации режимов работы котлов ТС в базовом и регулировочном режимах.

## ПРИМЕНЕНИЕ ФРАКТАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ КЛАССА СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Прохоренков А. М.<sup>1</sup>, Качала Н. М.<sup>2</sup> (г. Мурманск, МГТУ, <sup>1</sup> - кафедра АиВТ, <sup>2</sup> - кафедра ИСиПМ)

The paper discusses the application of fractal indicators for the identification of classes of random processes in heat power engineering systems

Для решения задач контроля, управления и прогнозирования в АСУ ТП выполняется статистическая оценка состояния объекта управления в реальном масштабе времени по данным зашумленных измерений одной реализации случайного процесса.

Большинство случайных процессов, встречающихся на практике, имеют нестационарный случайный характер. В настоящее время не существует единой методологии, в рамках которой можно анализировать свойства нестационарных случайных процессов любого типа по одной реализации [1]. Методы обработки данных измерений выбираются с учетом класса наблюдаемого процесса. В связи с этим актуальны как разработка новых методов идентификации класса наблюдаемых процессов, так и оценка применимости известных методов на реальных объектах управления.

В настоящее время стало общепризнанным, что многие стохастические процессы в природе, экономике и технике обладают фрактальной структурой. Целью данной работы является анализ применения фрактальных показателей для идентификации класса процесса и типа детерминированной составляющей случайных процессов, наблюдаемых в теплоэнергетических системах.

Визуальный анализ графиков измеряемых технологических параметров теплоэнергетических объектов, построенных по данным исторических модулей систем управления центральным теплоснабжением и котельной установкой, позволил сделать выводы:

поведение параметров технологических процессов не является абсолютно случайным и можно говорить о некой детерминированной составляющей в их структуре; частая смена знаков во временных рядах приращений  $\Delta x_j = x_j - x_{j-1}$  свидетельствует о том, что приращение  $\Delta x_j$  в текущий момент времени  $t_j$  не зависит от приращений в другие моменты времени;

из пунктов 1 и 2 следует, что характер изменения технологических параметров аналогичен обобщенному броуновскому движению [2].

В качестве примеров, подтверждающих выше сделанные выводы, на рис. 1. приведены графики изменения температуры горячей воды по ЦТП

Шевченко (а) и расхода пара (б) по 12 котлу котельной «Северная». Принимая во внимание вышеотмеченное, обоснованным является правомочность использования фрактальных методов для анализа наблюдаемых процессов.

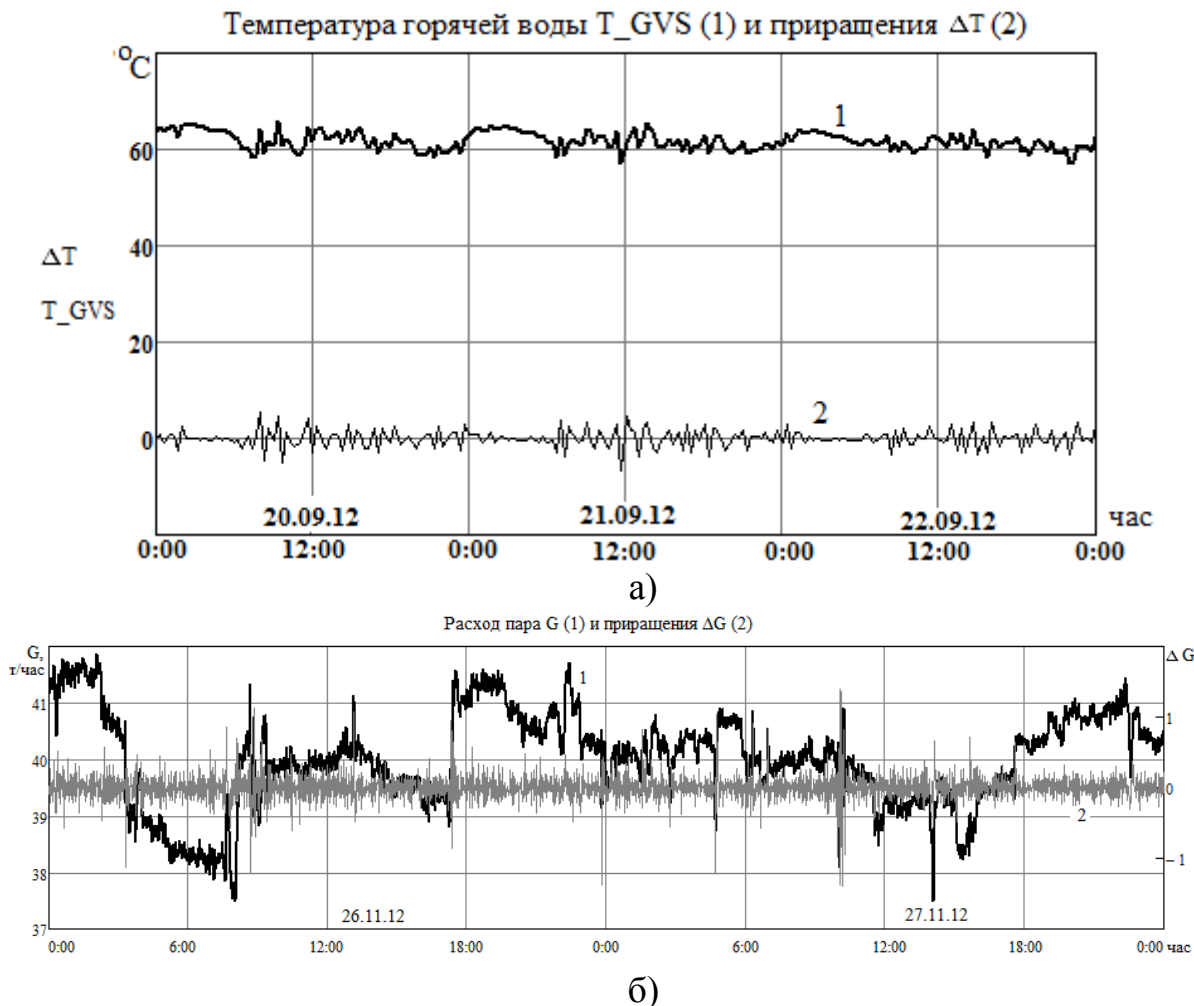


Рис. 1. Графики изменения технологических параметров

При фрактальном анализе рядов с целью выявления наличия и вида долгосрочной зависимости применяется показатель Херста (Hurst)  $H$  [2]. Процессы, для которых  $0,5 < H \leq 1$ , демонстрируют трендоустойчивое поведение, т.е. если ряд возрастает (убывает) в предыдущий период, то он будет сохранять эту тенденцию в будущем. Вероятность такого поведения тем выше, чем ближе показатель  $H$  к единице. Процессы, для которых  $0 \leq H < 0,5$ , характерна знакопеременная тенденция. Для таких процессов рост в предыдущий период сменяется спадом в следующий период наблюдения с вероятностью, тем большей, чем  $H$  ближе к нулю. При  $H = 0,5$  имеют место процессы, в которых тренд отсутствует. Чем ближе показатель Херста к 0,5, тем ряд более зашумлен и тем менее выражена трендовая составляющая.

Метод Херста или  $R/S$  анализ является непараметрическим [2], т.е. он не содержит требований к закону распределения наблюдаемого случайного процесса. Это свойство метода следует рассматривать как преимущество перед методами анализа случайных процессов, ориентированными на определенный закон распределения.

С целью оценки возможности применения метода Херста для идентификации класса процесса (стационарный – нестационарный) и вида детерминированной составляющей для наблюдаемых в системе теплоснабжения процессов проведены расчеты показателя  $H$ . Для вычисления показателя Херста использовался  $R/S$ -метод [2], который заключается в расчете безразмерного показателя в виде отношения размаха накопленного отклонения от среднего  $R$  к среднеквадратическому отклонению  $S$ :

$$H = \log\left(\frac{R}{S}\right) / \log(\alpha \cdot N)$$

Где  $R(N) = \max_{1 \leq t \leq N} \sum_{u=1}^t (x_u - \bar{x}_N) - \min_{1 \leq t \leq N} \sum_{u=1}^t (x_u - \bar{x}_N)$  – размах временного ряда за период  $N$ ,

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (x_t - \bar{x}_N)^2}$$

– стандартное отклонение за период  $N$ ,

$\alpha$  – константа,  $N$  – длина реализации в отсчетах,  $x_t$  – значение ряда в момент времени  $t$ ,  $\bar{x}_N$  – среднее значение ряда за период  $N$ .

Уравнение прямой линии, аппроксимирующей зависимость  $\lg(R/S)$  от  $\lg(N)$ , получено методом наименьших квадратов. Тангенс угла наклона прямой равен показателю  $H$ .

В качестве примера приведен график зависимости  $\lg(R/S)$  от  $\lg(N)$  (рис. 2) для данных измерений температуры горячей воды в системе

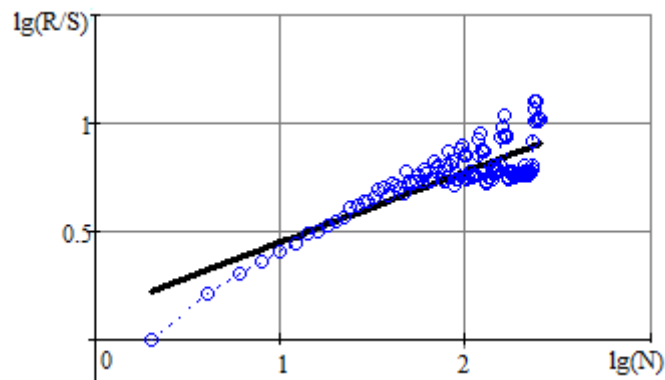


Рис. 2. Линейная регрессия  $\lg(R/S)$  от  $\lg(N)$ .

теплоснабжения, записанных в течение трех суток (20.09.12-22.09.12.) с интервалом дискретизации 20 минут. Здесь же показаны кружочками расчетные значения  $\lg R/S$ . Проведенный ранее вычислительный эксперимент на модельных данных показал зависимость коэффициента Херста от интервала дискретизации  $\Delta t$  и длины исследуемой реализации. В связи с этим проводился анализ зарегистрированных на объектах временных рядов различной длины и при разных выборочных интервалах. Результаты анализа представлены в докладе.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что случайные процессы, имеющие место в системе теплоснабжения, обладают фрактальной природой. Связь показателя Херста со свойствами случайного процесса дает право включить его в решающее правило алгоритма классификации на этапах идентификации класса процесса (стационарный – нестационарный) и вида детерминированной составляющей (знакопеременная – монотонная).

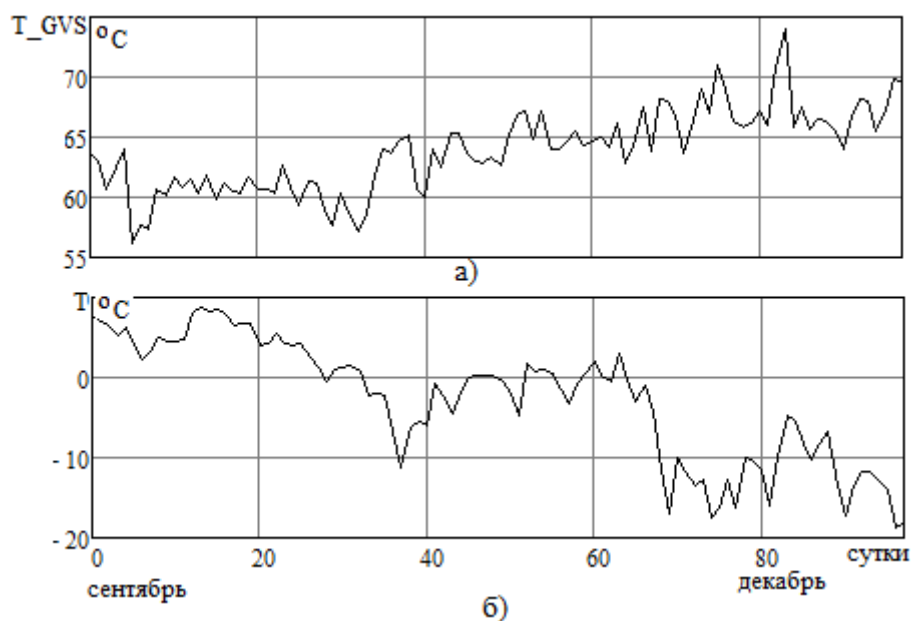


Рис. 3. Графики изменения температуры горячей воды (а) и температуры наружного воздуха (б).

Значения ряда параметров (например, уровень питательной воды в барабане котла) теплоэнергетических объектов по технологическому регламенту ограничены допустимой зоной. Поэтому в условиях нормального функционирования объекта среднее значение таких параметров должно стремиться к некому постоянному значению. Такому поведению процесса соответствует значение показателя Херста, не превышающее 0,5. Рост значений  $H$  для таких процессов может служить сигналом перенастройки параметров системы автоматического

управления. Однако, рассмотренный в работе  $R/S$  не отличается высоким быстродействием.

**Литература:**

1. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. М.: Мир, 1989. 540 с.
2. Федер Е. Фракталы. М.: Мир, 1991. 254 с.



## РАДИОЧАСТОТНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИКСИРОВАННОГО ЗНАЧЕНИЯ УРОВНЯ И ПОЛОЖЕНИЯ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ВЕЩЕСТВ В ЕМКОСТЯХ

<sup>1</sup>Прохоренков А. М.; <sup>1,2</sup>Совлуков А. С., <sup>3</sup>Терешин В. И.

(<sup>1</sup>г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ; <sup>2</sup>г. Москва, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, <sup>3</sup>г. Санкт-Петербург, ЗАО “Техносенсор”)

Abstract. Radiofrequency (RF) resonator measuring device for detection of level or interface position of substances in tanks is proposed. The device contains RF sensor that is the section of modified coaxial line. Distant location of electronic unit of the device from the sensor can be provided.

Во многих отраслях промышленности необходимо осуществлять высокоточное определение фиксированного значения уровня или положения границы раздела различных веществ в емкостях, в частности, границ раздела воздух – жидкость, воздух – сыпучий материал (например, цемент, молотый уголь), жидкость – жидкость (например, нефть – вода).

Известны радиочастотные и сверхвысокочастотные устройства для определения (сигнализации) положения уровня (границы раздела двух веществ) [1-3]. Их недостатком является достаточно сложная конструкция и невысокая точность сигнализации. Целью данной работы является разработка радиочастотного сигнализатора уровня вещества с повышенной чувствительностью. Его функциональная схема изображена на рис. 1.

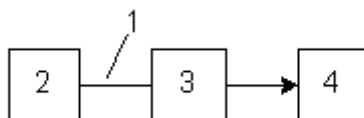


Рис. 1. Функциональная схема устройства.

Отрезок длиной линии 1 является высокочастотным резонатором электромагнитных колебаний. Будучи включённым в частотоподающую цепь генератора 3 (рис. 1), являющимся при этом автогенератором, он определяет частоту  $f$  его генерации. Эта частота  $f$  является информативным параметром сигнализатора: при нахождении поверхности контролируемого вещества в точке контроля происходит резкое изменение значения  $f$ . Значения данной частоты и ее изменения фиксируются регистратором 4, которым является в данном случае частотомер. Диапазон рабочих частот определяется, в основном, длиной отрезка длиной линии 1, который является полуволновым резонатором с конечным чувствительным элементом (ЧЭ) – емкостной нагрузкой. Длина кабеля 3 м, допускается до 10 м. На практике частоты этого диапазона обычно, с учетом емкостной нагрузки и наличия изоляции кабеля, не более 50 МГц.

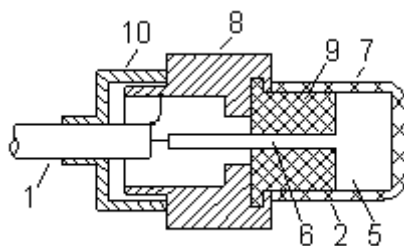


Рис. 2. Схема чувствительного элемента.

Для обеспечения сигнализации о нахождении поверхности вещества в контролируемой точке отрезок линии 1 содержит оконечный ЧЭ в виде выступающей части внутреннего проводника 2. Эта часть может находиться в зоне температур до  $150^{\circ}\text{C}$  (если имеет фторопластовую оболочку).

Длинной линией может являться, в частности, высокочастотный 50-омный кабель РК-50. Такое удлинение внутреннего проводника линии 1 состоит из двух частей 5 и 6 равной длины, но разного диаметра (рис. 2). Диаметр наружной утолщенной части 5 проводника 2 не менее, чем в 10 раз (на практике в 10-20 раз) превышает диаметр другого участка 6 выступающей части проводника 2. Такое увеличение диаметра наружной части обеспечивает существенное увеличение ЧЭ, поскольку при этом увеличивается площадь поверхности торцевой части и, значит, соответствующая ей электрическая емкость. Выбирая размеры оконечной части отрезка линии 1, можно устанавливать порог срабатывания сигнализатора путем формирования вблизи проводника 2 соответствующего распределения электромагнитного поля. Порог срабатывания может соответствовать непосредственному контакту конца проводника 2 с веществом 11 или некоторому расстоянию этого конца от поверхности вещества. Точность срабатывания высока и определяется точностью нахождения значений  $f$ , что обеспечивается в схеме устройства.

На рис. 2 показано также подключение торца отрезка линии 1 к его выступающей части: внутренний проводник линии 1 подсоединен (является продолжением) к расположенному вблизи него концу проводника 2; их диаметры могут быть одинаковыми или иметь разное значение. Наружный проводник линии 1 соединен с заземленным проводником 8 (корпусом), закрываемым металлическим кожухом 10 (для герметизации). При выборе диаметра части (стержня) 6 проводника 2, соединяемой с линией 1, целесообразно обеспечивать равенство волновых сопротивлений указанной части проводника 2 и линии 1 (например, 50 Ом, если длинной линией является кабель РК-50). Диэлектрическая втулка 9 на металлическом стержне 6 служит для обеспечения жесткости конструкции ЧЭ.

Если вещество является несовершенным диэлектриком (например, вода или увлажненный материал), характеризуемым большим значением тангенса угла диэлектрических потерь, то для увеличения добротности

резонатора – отрезка длинной линии 1 – поверхность проводника 2 следует покрыть диэлектрической оболочкой 7, например, из фторопласта. При этом информативный сигнал (частота  $f$ ) имеет достаточно большую для регистрации величину.

В изготовленном и испытанном на практике сигнализаторе уровня параметры отрезка линии 1 и его выступающей части 2 были выбраны следующие: длинная линия 1 - кабель РК-50 (его волновое сопротивление 50 Ом); длина каждой части проводника 2 – 25 мм; диаметр его утолщенной части 5 из алюминия – 30 мм; диаметр его тонкой части 6 из нержавеющей стали – 2 мм; толщина фторопластовой оболочки 7 – 2,5 мм. Данное устройство обеспечивает высокоточное определение (сигнализацию) уровня различных сыпучих материалов и жидкостей, содержащихся в емкостях.

Применение устройства возможно как при контроле со стороны боковой стенки, так и с верхнего торца емкости. Второй вариант более предпочтителен, так как не связан с нарушением целостности конструкции емкости. Во многих же случаях на практике этот вариант единственно допустим. Он и рассматривается здесь в качестве примера применения устройства. При этом в емкости, содержащей вещество 11 (сыпучий материал, жидкость), располагают вертикально отрезок линии 1 (рис. 3). При этом его выступающая часть 2 находится в зоне контроля уровня вещества.

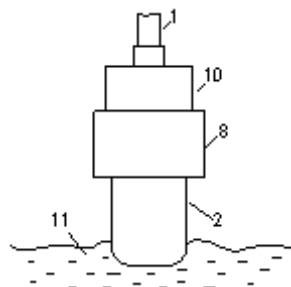


Рис. 3. Применение устройства при контроле уровня вещества в емкости сверху.

На рис. 4 показан график изменения частоты  $f$  в зависимости от уровня  $h$  сухого и увлажненного сыпучего материала, например, молотой угольной массы после дробления в шаровой мельнице грубого помола, или влажосодержащей жидкости с переменным влажосодержанием  $W$ . Частота  $f_0$  соответствует значению уровня  $h_0$  вещества при нахождении ЧЭ – выступающей части 2 – в воздухе. Частоты  $f_2$  и  $f_3$  соответствуют уровню  $h_2$  при взаимодействии ЧЭ с веществом 11, имеющим, соответственно, нулевое  $W_0$  и максимальное  $W_{max}$  влажосодержание. Срабатывание сигнализатора может быть установлено как при непосредственном контакте проводника 2 с веществом, так и при попадании поверхности вещества в его электромагнитное поле в зоне срабатывания. Порог

срабатывания  $f_1$  при контроле такого вещества с переменным или (и) неизвестным  $W$  может быть установлен в некоторой точке, которой соответствуют частота  $f_1 = (f_0 + f_2)/2$ . Её значение лежит между значениями частот  $f_0$  и  $f_2$ , соответственно, для воздуха и сухого вещества. Такой выбор  $f_1$  обеспечивает надёжную сигнализацию при наличии в емкости вещества с произвольным  $W$ : при таком выборе частоты координата сигнализации уровня находится между значениями  $h_w$  (максимальное значение  $W$ ) и  $h_1$  и изменение этой координаты при изменении  $W$  находится в пределах малой допустимой погрешности.

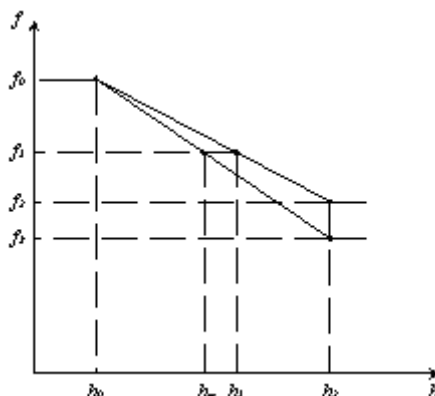


Рис. 4. Изменение частоты  $f$  автогенератора в зависимости от уровня  $h$  сухого и увлажненного сыпучего материала с разным влагосодержанием

Если измеренное значение частоты  $f > f_1$ , то регистратор выдает сигнал, соответствующий отсутствию вещества в контролируемой области. Если же  $f \leq f_1$ , то поверхность вещества находится в данной области.

Реально  $W$  находится в пределах 0 – 25 %. Как следствие, переменное  $W$  приводит к некоторой погрешности сигнализации уровня. Чем больше  $W$ , тем при меньшем значении уровня происходит срабатывание устройства. На рис. 4 показано, что при максимальном значении  $W$  срабатывание происходит при значении уровня  $h_w$ , которое меньше реального значения  $h_1$ . При неизвестном  $W$  координата срабатывания находится на участке в пределах диапазона между  $h_1$  (при  $W = 0$ ) и  $h_w$  (при  $W = W_{max}$ ). Погрешность  $\delta = h_1 - h_w$  регистрации уровня, однако, реально не превышает допустимого значения. Так,  $\delta \leq 5$  мм для молотого угля при максимальном  $W = 25$  %.

Устройство позволяет осуществлять высокоточную сигнализацию уровня и положения границы различных веществ в емкостях. В частности, оно может быть применено на ТЭЦ, работающих на угольном топливе, в автоматизированных системах управления технологическим процессом подачи угля для контроля уровня молотого угля в бункерах.

### Литература

1. Викторов В.А., Лункин Б.В., Совлуков А.С. Высокочастотный метод измерения неэлектрических величин. М.: Наука. 1978. 280 с.

2. Викторов В.А., Лункин Б.В., Совлуков А.С. Радиоволновые измерения параметров технологических процессов. М.: Энергоатомиздат. 1989. 208 с.

Agar J., Zanker K.J. Device for detecting an interface between two fluids// Патент США № 4503383. 1985.

## ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ЭНЕРГИИ В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ

Прохоренков А. М., Овсейчик А. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ)

**Abstract.** Questions of use of a waste деревообрабатывающих the enterprises in the form of biofuel for теплоснабжающих the enterprises of Murmansk area, instead of black oil are considered.

Получения щепы и последующее ее использование в качестве первичного вида топлива возможно как из стволов деревьев (применение ликвидной, малоценной и низкокачественной древесины, получаемая в т.ч. от рубок ухода), так из отходов лесозаготовок (включая пни, сучья, кору, опилки, горбыль и др.).

При этом, в случае получения щепы из отходов лесозаготовок на территории Мурманской области, необходимо учитывать следующие факторы:

- отходы имеют низкую плотность и широкий разброс;
- сбор и обработка трудоемки;
- необходимость применения дорогостоящей техники;
- из-за низкого энергосодержания перевозка на расстояния свыше 100-150 км экономически не оправдана;
- осложнение работ по сбору и обработке отходов в условиях Крайнего Севера.

По способу производства и форме древесное топливо может быть необлагороженное (топливные дрова, топливную щепу, стружку, опилки, отходы лесопиления) и облагороженное (топливные брикеты, таблетки, гранулы, пеллеты, древесный порошок).

В настоящее время на территории Мурманской области отсутствует производство облагороженного древесного топлива. Для производства щепы основным оборудованием являются рубильные машины. Стоимость дробления (измельчения) составляет значительную часть в затратах на производство щепы. Поставщиками древесного топлива для теплоснабжающих предприятий Мурманской области способны быть только арендаторы участков лесного фонда (деревообрабатывающие предприятия), так как лесопользователи по краткосрочному пользованию, лесхозы и прочие предприятия заготавливают древесину в незначительном объеме.

Средняя отпускная стоимость щепы на указанных предприятиях составляет 1 000 руб./м<sup>3</sup> (стоимость топочного мазута с учетом доставки в Мурманскую область составляет 14 000 тыс. руб./т.н.т.).

Возрастающие цены на нефтепродукты и неисследованный потенциал уже привели к росту интереса к процессу использования биотоплива. Увеличение объема потребления биологического топлива сыграет важную роль в развитии структуры энергоснабжения региона. Реализованный проект использования биотоплива в посёлке Верхнетуломский стал важными демонстрационными проектами, способствующими увеличению объёмов использования биотоплива в регионе. В посёлке Верхнетуломский, расположенном в 70 километрах от Мурманска на Кольском полуострове, имеется лесопильный завод, принадлежащий ЗАО «Природа». Этот завод обладает большими объёмами древесных отходов производства, размещаемых в местных хранилищах. Существующая котельная обеспечивала отопление и централизованное горячее водоснабжение жилых зданий, объектов социального и культурно-бытового назначения посёлка с населением приблизительно 3000 человек. В котельной установлено три паровых котла типа ДКВР-4/13, использующих в качестве топлива привозной мазут, который доставлялся мазутовозами со склада для хранения мазута, расположенного на территории котельной "Северная" в городе Мурманске. Цены на нефтепродукты высокие и топливные затраты в экономическом плане были тяжкой ношей для Государственного областного унитарного теплоэнергетического предприятия ( ГОУТП ) "ТЕКОС", в ведении которого находится отопительная котельная посёлка, и Администрации Мурманской области. За счёт строительства котельной, работающей на биотопливе, произошла замена в потреблении нефтепродуктов и нашли решение практические проблемы охраны окружающей среды, связанные с размещением и утилизацией древесных отходов. При реализации проекта было предусмотрено подключение оборудования котельной для сжигания древесных отходов, по сетевой воде в существующую технологическую схему котельной с выводом в резерв двух котлов и подогревателей сетевой воды. Оборудование для сжигания древесных отходов было приобретено в Швеции.

При проектировании котельной, с целью оптимизации структуры системы управления и определения параметров регуляторов, были разработаны математические модели многосвязной системы. Объект управления – водогрейный котёл, является сложным, имеющим шесть контуров управления. Наибольший интерес представляет контур управления производительности котла, функциональная схема которого представлена на рис. 1. Древесные отходы, используемые как топливо, доставляются на котельную автотранспортом и ссыпаются в накопительный бункер. На дне бункера находятся толкатели, которые ворошат древесное топливо и продвигают его к шнекам бункера. Шнеки отбирают необходимое количество топлива и подают его в систему дымоходов для предварительной сушки дымовыми газами. После

прохождения топлива по дымоходу производится его отделение от газов в циклоне и передача на транспортные шнеки. Топливо через дозаторы поступает в камеру сгорания по двум шнекам подачи, которые вращаются постоянно. Уровень топлива в камере сгорания держится постоянным посредством разработанных измерителей уровня и контура ситуационного управления дозаторами подачи топлива.

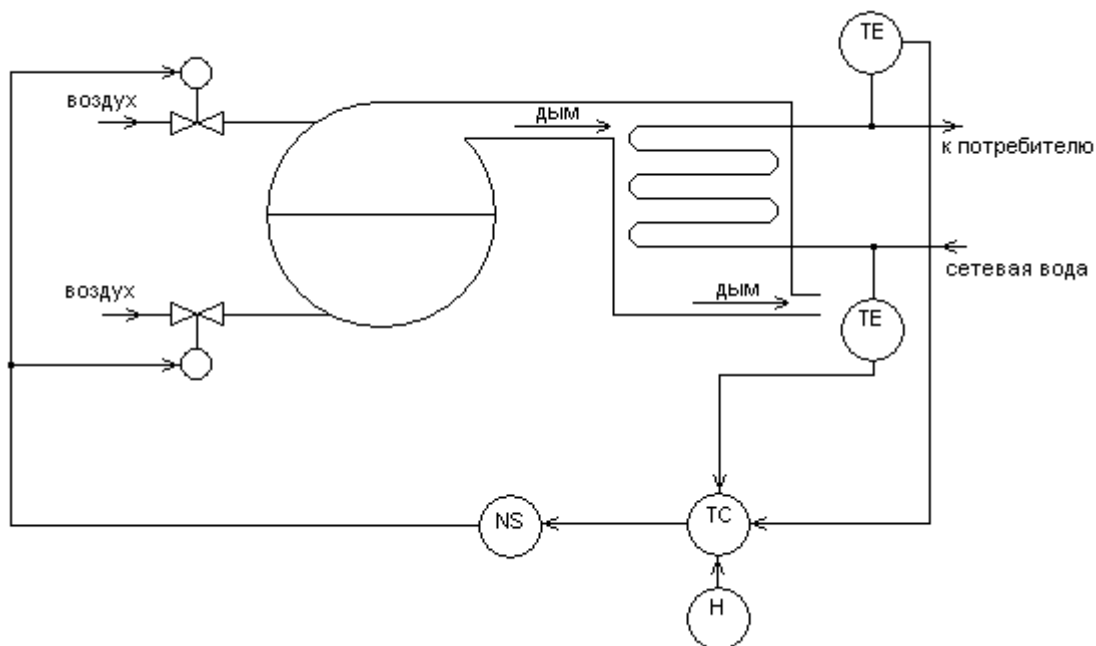


Рис.1. Функциональная схема САУ производительности котла

Воздух в камеру сгорания подается от двух вентиляторов: первичного – в нижнюю часть и вторичного в верхнюю часть. Регулирование производительности котла производится управлением шиберов вентиляторов. Дымовые газы из камеры сгорания поступают в жаротрубный водогрейный котел. Котел имеет три хода газов и оборудован системой обдува трубок от сажи. На выходе из котла установлен регулятор разряжения в топке "Калле". Этот регулятор также распределяет дымовые газы в дымовую трубу и систему сушки топлива. Дымосос установлен на участке дымохода после циклонов. Зола из нижней части камеры сгорания удаляется с помощью скребков с гидроприводом и трёх последовательных шнеков.

Котел оборудован системой аварийного останова, которая срабатывает при потере воды в трубопроводе на выходе из котла; системой спринклеров, заливающей водой участки системы сушки при аварийном повышении температуры на этих участках, а также системами автоматического контроля и управления технологическим процессом. Температура воды на выходе котла измеряется с помощью первичных преобразователей ТЕ. С выхода преобразователей сигналы подаются на вход регулятора ТС. При отклонении указанного параметра, с выхода



регулятора ТС поступают сигналы на приводы шиберов вентиляторов посредством исполнительных устройств NS.

Данный проект являлся первым и показывал возможности использования в Мурманской области альтернативных и экологически безопасных источников энергии.

В ввод в эксплуатацию данного проекта позволил:

- Снизить расход мазута на 2000 тонн.
- Снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу:
- диоксида серы – на 180 т/год,
- золы мазутной – на 1 т/год,
- двуокиси азота – на 4 т/год,
- бенз(а)пирена – на 0,00082 т/год.

В настоящее время за счет средств консолидированного бюджета Мурманской области в селе Лувеньга Кандалакшского района реализован проект по строительству блочно-модульной котельной, использующей в качестве основного вида топлива щепу и пеллеты.

Реализация проекта была направлена на отказ от использования существующей электрической котельной в связи со значительной разницей между утвержденным и экономически обоснованным тарифом на производство тепловой энергии. В рамках реализации проекта установлена блочно-модульная котельная, использующая в качестве основного вида топлива щепу, пеллеты. Дополнительно заменены тепловые сети (осуществлен переход с 4-х трубной системы теплоснабжения на 2-х трубную) и установлены индивидуальные тепловые пункты на всех объектах теплоснабжения с. Лувеньга.

Тариф на тепловую энергию для нового источника теплоснабжения утвержден УТР Мурманской области в размере – 3 244,32 руб./Гкал (с учетом НДС), в рамках расчетов тариф является экономически обоснованным (окончательный анализ экономической эффективности реализации тепловой энергии на новой котельной можно будет осуществить по итогам отопительного сезона 2012/2013 гг.).

Прежний тариф на тепловую энергию (от электрической котельной) составлял 3 489,76 руб./Гкал, с учетом планируемого повышения тарифа в 2012 году составил бы  $\approx$  3 900 руб./Гкал (при себестоимости тепловой энергии более 5000 руб./Гкал).

### **Заключение**

Использование биологического топлива, вместо нефтяного, оказывает позитивное влияние на окружающую среду в следующих аспектах:

решение проблем охраны окружающей среды, связанных с хранением древесных отходов;

улучшение качества воздуха за счет снижения использования жидкого топлива;

исключение выбросов парниковых газов  $\text{CO}_2$ , вследствие сжигания жидкого топлива, и  $\text{CH}_4$  в результате распада органических веществ в хранилищах;

уменьшение закисления почвы и воды а также выделение в окружающую среду метана, являющегося продуктом гниения древесины.

Использование котлов на щепе для покрытия базовой нагрузки (мощность таких котлов должна составлять 50-60% от пиковой, в свою очередь это обеспечит 80-90% годовой потребности в тепловой энергии).

## МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Селяков И. Ю.<sup>1</sup>, Маслов А. А.<sup>1</sup>, Кайченев А.В.<sup>1</sup>, Ершов М.А.<sup>2</sup> (2. Мурманск, МГТУ,<sup>1</sup> кафедра АиВТ,<sup>2</sup> кафедра ТПП)

Abstract. The article deals with the machine used to finding optimum process conditions. Option of hardware implementation of control system is discussed.

### 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 [1].

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 [1]. 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 трудозатратами.

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.

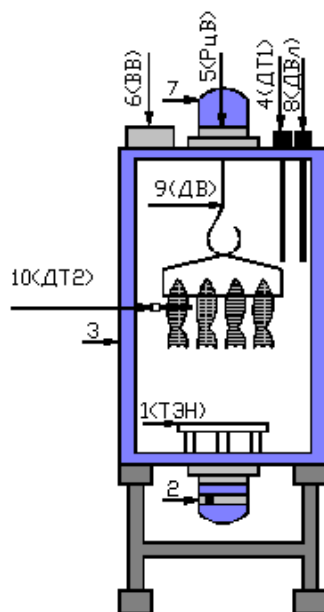
Важным технологическим приемом является релаксация сырья во время процесса. Он состоит в том, что подведение тепла и удаление воздушно-водной смеси приостанавливается на короткий период. Вследствие этого градиент влажности изделий снижается.

Продолжительность релаксации в процессе обезвоживания влияет на режим обезвоживания [2].

В рамках совместной научно-исследовательской работы кафедры Технологии пищевых производств (ТПП) и Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) Мурманского государственного технического университета (МГТУ) разработана установка для поиска оптимальных технологических режимов, представленная на рисунке 1 [3].

### ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ СИСТЕМЫ

Установка для поиска оптимальных технологических режимов состоит из четырех независимых камер 3 (рисунок 1). В каждой камере расположен нагревательный элемент (ТЭН) 1, датчик температуры (ДТ1) 4 и датчик влажности (ДВл) 8. Над камерой установлены вытяжной (ВВ) 6 и рециркуляционный (РцВ) 5 вентиляторы. Вытяжной вентилятор утилизирует сушильный агент с избыточной влажностью. Вентилятор 5 служит для рециркуляции нагретого воздуха внутри камеры. К рециркуляционному вентилятору подключен воздуховод 7, на котором расположена заслонка 2 для подачи свежего воздуха. Внутри камеры расположены датчик контроля веса (ДВ) 9, а также датчик температуры (ДТ2) 10, располагаемый непосредственно в продукте. Эти датчики позволяют непрерывно контролировать такие параметры обезвоживания как потери массы сырья и температура внутри сырья.



(1 – нагревательный элемент, 2- заслонка для подачи свежего воздуха, 3 – камера для вяления рыбы; 4 – датчик температуры в камере; 5- рециркуляционный вентилятор; 6 – вытяжной вентилятор; 7- рециркуляционный воздуховод; 8 – датчик влажности в камере; 9 – датчик веса; 10 – датчик температуры внутри сырья).

Рис. 1 – Секция установки для поиска оптимальных технологических режимов.

Управление температурой и влажностью внутри секций осуществляется при помощи универсального восьмиканального микропроцессорного регулятора ОВЕН ТРМ-148, установленного в блоке системы автоматического управления.

Структурная схема одной секции системы управления установкой представлена на рисунке 2.

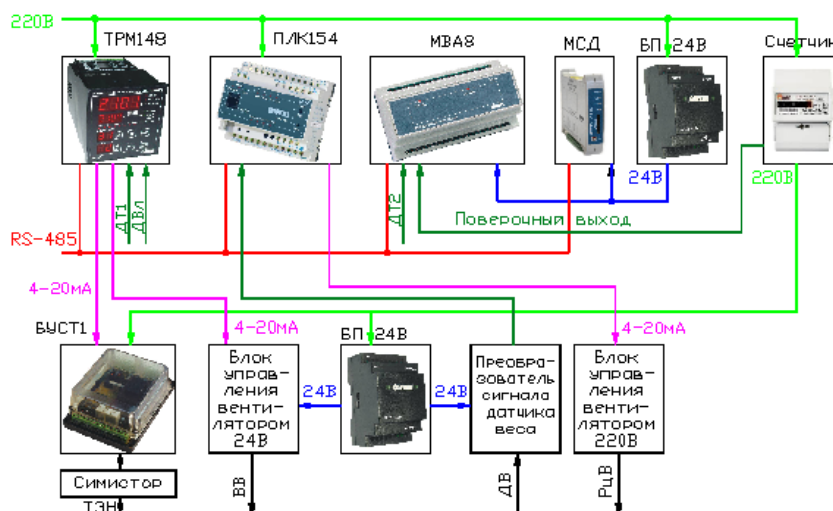


Рис. 2 – Структурная схема одной секции системы управления установкой.

Сигналы с датчиков температуры (ДТ1, ДВл) поступают на микропроцессорный регулятор. Каналы ТРМ148 с 1 по 4 сконфигурированы на регулирование и индикацию температуры в секциях. Изменение температуры осуществляется путем подачи большего или меньшего напряжения на ТЭНы, которое изменяется в зависимости от выходного сигнала регулятора с помощью блока управления симисторами и тиристорами (БУСТ1) и симистора. Каналы с 5 по 8-й микропроцессорного регулятора ТРМ 148 осуществляют регулирование и индикацию влажности внутри каждой камеры. На выходы этих каналов подключены блоки управления вытяжных вентиляторов, которые используются для изменения влажности внутри секций. Измерение влажности осуществляется с помощью датчика ДВТ-02М.

Управление температурой и влажностью производится в соответствии с заранее заданным оператором установки графиком технологического процесса. Регулирование частоты вращения рециркуляционного вентилятора осуществляется с программируемого логического контроллера (ПЛК154) с помощью блока управления вентилятором 220В.

Подсчет количества энергозатрат на процесс осуществляется однофазным счетчиком электроэнергии с цифровым выходом, подключенным модулю ввода аналоговых сигналов ОВЕН МВА-8. Для определения потерь массы сырья установлены тензодатчики «безменного» типа, подключенные через преобразователь сигнала датчика веса к ПЛК154. Таким образом, будет осуществляться непрерывный контроль веса в течение всего технологического

процесса. Датчик температуры ДТ2 «капиллярного» типа, подключенный к модулю МВА8, позволяет контролировать температуру внутри сырья.

Все данные по температуре, влажности, изменению веса, потреблению энергии будут регистрироваться программируемым логическим контроллером, а также записываться на карту памяти при помощи модуля сбора данных (МСД), а потом обрабатываться на персональном компьютере.

Установка для поиска оптимальных технологических режимов обладает рядом достоинств:

- реализация четырех технологических процессов, различных по: влажности, температуре, воздушному потоку в камерах и времени релаксации;
- обеспечение одинаковых условий проведения технологических процессов (температура и влажность цехового воздуха в равной степени влияют на все четыре камеры);
- сокращение времени поиска оптимальных технологических режимов обезвоживания продукции;
- малогабаритная установка потребляет значительно меньшее количество электроэнергии по сравнению с промышленными установками;
- оптимальная система управления процессом позволяет повысить энергоэффективность установки.

### **Вывод**

Разработка системы автоматического управления малогабаритной установки позволяет осуществлять поиск оптимальных технологических режимов с наименьшими временными, энергетическими и трудовыми затратами. Использование режимов в процессе сушки рыбной продукции на промышленных установках позволит повысить качество выпускаемой продукции и сократить затраты электрической энергии.

### **Литература:**

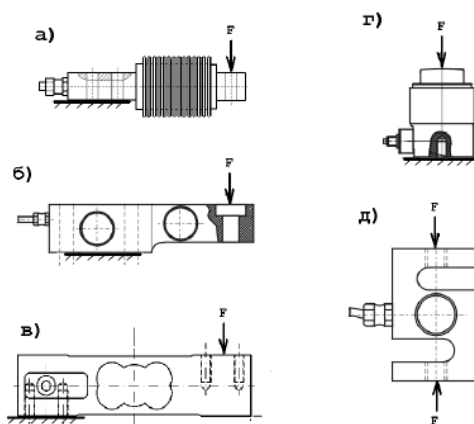
1. Ершов М.А. Совершенствование методов расчета обезвоживания в процессах холодного копчения и вяления рыбы : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.18.12 / М. А. Ершов ; Мурман. гос. техн. ун-т. – Мурманск, 2007. – 24 с.
2. Глазунов, Ю.Т. Элементы теории «пунктирного» обезвоживания в процессах холодного копчения и вяления рыбы / Ю. Т. Глазунов, А. М. Ершов, М. А. Ершов, И. Ю. Селяков, В.А. Аминов// Вестник МГТУ: труды мурм. гос. техн. у-нта.-2012.-Т.15,№1.-с.15-20.
3. Маслов А. А. Малогабаритная сушильная установка для поиска оптимальных технологических режимов / А. А. Маслов, М.А. Ершов, И. Ю. Селяков, А.В. Кайченев, В. А. Аминов // Наука и образование -2012: материалы международной научной. конференции (2 - 6 апреля 2012) [Электронный ресурс] / МГТУ. Электронные текстовые Данные (139 Мб) Мурманск: МГТУ, 2012.

## НЕПРЕРЫВНЫЙ КОНТРОЛЬ МАССЫ СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ ВЯЛЕНИЯ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ

Семяков И. Ю., Маслов А. А., Кайченев А.В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ)

**Abstract.** The article deals with the measurement of raw materials' weight during manufacturing process in smoking and drying fish machines. Authors offered the option of weight sensor realization.

Кафедрами Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) и Технологии пищевых производств (ТПП) на протяжении нескольких лет в УЭЦ (учебно-экспериментальном цехе) МГТУ (Мурманского государственного технического университета) ведется исследование существующих и поиск оптимальных технологических режимов сушки и вяления рыбной продукции. Один из параметров, который необходим при анализе эффективности режима – это изменение массы сырья во время технологического процесса. В рамках разработки малогабаритной установки для поиска оптимальных технологических режимов была поставлена задача автоматической фиксации веса, для решения которой из представленных на рынке типов тензометрических преобразователей, приведенных на рисунке 1, был выбран тип датчика – S-образный датчик веса (рисунок 1(Д)).



- а) консольная балка изгиба; б) консольная балка сдвига;  
в) датчик типа «платформа»; г) датчик сжатия; д) S-образный датчик.

Рис. 1 – Основные типы тензодатчиков:

Отечественные производители, такие как ООО "Тензо-Измеритель" (г. Москва), компании «Мера» (г. Москва), «Тензо-М» (г. Москва), подходящие по параметрам (масса измерения до 25 кг, с точностью до 5 грамм) чувствительные элементы не производят.

Из зарубежных датчиков был выбран чувствительный элемент представленный на рисунке 2 фирмы SCAIME (Франция), основные метрологические характеристики которого приведены в таблице 1.



Рис. 2 – S-образный тензодатчик серии ZFA фирмы SCAIME.

Таблица 1 – Метрологические характеристики тензодатчика фирмы SCAIME

Рабочий коэффициент передачи:		[3 мВ/В±0,5%
Предел измерения:		25 кг
Класс точности (число поверочных интервалов):		1500
Суммарная погрешность:		0,02 %
<i>Электрические характеристики</i>		
Номинальное напряжение питания:		10 В
Максимальное напряжение питания:		15 В
<i>Условия эксплуатации</i>		
Безопасная перегрузка:		120 %
Предельно допустимая перегрузка:		150 %
Диапазон рабочих температур:		-20 °С ... 60 °С
Диапазон температур компенсированный:		-10 °С ... 50 °С

Тензодатчики состоят из цельного металлического упругого элемента, который одновременно является их корпусом. В наиболее чувствительном месте такого элемента располагаются тензорезисторы, закрываемые снаружи, как правило, металлическими крышками. Из корпуса датчика выведен шнур с разъемом для подключения к элементам систем автоматического управления. Выводы с питающей и измерительной диагоналей моста подключаются к вторичной аппаратуре через кабель, длина которого может составлять до нескольких десятков метров.

Элементы системы автоматического управления представляют собой электронные блоки, имеющие дисплей, клавиатуру, входы для подключения нескольких тензодатчиков и интерфейсные разъемы для



подключения к ЭВМ. Таким образом, оператор может наблюдать на дисплее численное значение приложенной к каждому тензодатчику нагрузки и передавать эту информацию в ЭВМ.

Для интегрирования тензодатчиков в готовую систему управления малогабаритной сушильной установкой для поиска оптимальных технологических режимов было рассмотрено 2 типа преобразователей.

Первый - это аналоговый преобразователь серии CPJ фирмы SCAIME с выходом 4-20 мА или 0-10В, представленный на рисунке 3. Технические характеристики преобразователя представлены в таблице 2.



Рис. 2 – Аналоговый преобразователь серии CPJ фирмы SCAIME

Таблица 2 - Технические характеристики аналогового преобразователя серии CPJ

До 4 параллельно подключенных датчиков	(350 Ом)
Класс точности	0,05%,
Регулируемый коэффициент усиления	0,1...20 мВ/В
Выходной сигнал	0-10 В, 10 В или 4-20 мА
Напряжение питания	24 В пост. тока
Диапазон рабочих температур	от 0 до +70°C

Второй - это цифровой преобразователь для систем измерения веса eNod3-T фирмы SCAIME, с поддержанием интерфейсов RS-485, RS-232 и CAN представленный на рисунке 4.



Рис.4 – Цифровой преобразователь для систем измерения веса eNod3-T фирмы SCAIME

Таблица 3 - Технические характеристики цифрового преобразователя для систем измерения веса eNod3-T фирмы SCAIME

Скорость преобразования	до 1600 измерений/с, разрешение до 1 млн.точек
Скорость передачи	до 1200 измерений/с
Класс точности	0,005%
Интерфейсы	RS-485, RS-232 и CAN
Напряжение питания	21... 28 В пост.тока
Диапазон рабочих температур	от -10 до +40 °С

Главным недостатком тензодатчиков выбранных для исследования является пассивный выход. Тензорезисторный мост связан с источником питания и измерительной схемой длинным кабелем, что делает датчик восприимчивым к влиянию всевозможных электромагнитных наводок и помех [3]. Источниками таких возмущений являются мощные электродвигатели, сварочные агрегаты и преобразователи частоты. С изменением температуры будет изменяться сопротивление проводов кабеля, что повлечет за собой дополнительный температурный дрейф. Эти обстоятельства затрудняют использование пассивных тензодатчиков на промышленных объектах и снижают их метрологические характеристики. Значительно лучших эксплуатационных и метрологических характеристик можно добиться при конструировании тензодатчиков с активным выходным сигналом. В этом случае на металлическом упругом элементе располагается электронная плата, преобразующая сопротивление в цифровой сигнал. Так как длина соединительных проводов между тензорезисторным мостом и электронной платой минимальна, такой тензодатчик в значительно меньшей степени уязвим для внешних помех и колебаний температуры. С выхода электронной платы тензодатчика поступает нормированный цифровой сигнал, который не подвержен влиянию сопротивления подводящих проводов, электромагнитных и других помех [4].

Второй немаловажный фактор - это стоимость одного комплекта для измерения около 12-15 тыс. рублей, а в установке 4 секции. В результате было принято решение создания датчика веса из цифрового безмена. Некоторые безмены, имеют цифровой выход UART для связи с ЭВМ. Был приобретен безмен, представлены на рисунке 5 с пределом измерения 25 кг и точность до 5 грамм и заявленным производителем выходом UART.



Рис.5 – Цифровой безмен

В результате проверки заявленной точности безмена при помощи комплекта грузиков и других электронных весов, были получены одинаковые показания. Подключить персональный компьютер к выходу UART не удалось. Было принято решение о создании схемы измерения на базе чувствительного элемента с выходом 4-20мА. Функциональная схема электронного преобразователя представлена на рисунке 6.



Рис. 6 – Функциональная схема электронного преобразователя

Момент силы, передаваемый на тензопреобразователь преобразуется в напряжение. Этот сигнал поступает на фильтр, который сглаживает помехи, вызванные потоками воздуха и вибрациями вентиляторов. Полученный сигнал поступает в блок коррекции «0», в котором величина входного напряжения становится равна нулю. Это необходимо для того, чтобы собственный вес чувствительного элемента не вносил изменений в выходной сигнал. Далее сигнал поступает на блок усиления, коэффициент усиления которого подбирается таким образом, чтобы при максимальном весе выходное напряжение было 10В. В блоке формирования 4-20 мА полученное напряжение преобразуется в ток 4-20 мА.

### Выводы

Датчик, созданный на тензопреобразователе от безмена, обладает рядом преимуществ:

- стоимость созданного датчика веса составляет 1500 руб., что в 10 раз дешевле, чем стоимость заводского датчика;
- преобразователь сигнала с тензодатчика, находится в непосредственной близости к чувствительному элементу, что уменьшает погрешности измерения.
- высокая ремонтпригодность, т.к. все элементы электрической схемы находятся в свободной продаже;

### **Литература:**

1. Маслов, А. А. Измерение и контроль воздушного потока в коптильных и сушильных установках / А. А. Маслов, И. Ю. Селяков, В. А. Аминов // Наука и образование-2012 : материалы междунар. науч.- техн. конф. (2 – 6 апреля 2012 г.). [Электронный ресурс] / МГТУ. Электрон. текст дан. (28,6 Мб) Мурманск: МГТУ, 2011.- (НТЦ "Информрегистр". - № гос. Регистрации 0321201101. - С. 878 - 883.
2. Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин.- Л.: Энергоатомиздат, 1983.- 320 с.
3. Клокова Н.П. Тензорезисторы: Теория, методики расчета, разработки.- М.: Машиностроение, 1990.- 224 с.
4. Спектор С.А. Электрические измерения физических величин: Методы измерений: Учеб. пособие для вузов.- Л.: Энергоатомиздат, 1987.- 320 с.
5. Хакимьянов М.И., Ковшов В.Д. Тензометрические измерительные преобразователи веса и силы с активным выходом Электротехнологии, электропривод и электрооборудование предприятий: Межвузовский сборник научных статей // Редкол.: В.А. Шабанов и др.- Уфа: Изд-во УГНТУ, 2005.- С.: 142-145.

**ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ФОРМИРОВАНИЯ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ  
ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ****Яценко В. В., Власов А. В., Власова А. Р., Кайченев А. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ)**

The article describes a ways of technical specialists' training improvement using robotics competitions as the example.

Одной из основных задач обучения студентов технических специальностей является формирование профессиональных компетенций, предусмотренных стандартами III поколения. Это требует закрепления и совершенствование 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. За последнее десятилетие возникли ощутимые трудности с реализацией проверенных временем методик практической подготовки технических специалистов. Это связано и со снижением общего уровня подготовки абитуриентов, и с переходом на двухуровневую систему высшего образования, и с финансовыми трудностями ВУЗов при обеспечении постоянной модернизации лабораторной базы, и, наконец, не последнюю роль играют далекие от идеальных условия прохождения студентами различного вида практик.

Кроме того, в ходе выполнения лабораторных и практических работ осваиваются и закрепляются общие принципы построения, анализа и проектирования различного рода систем. Учебные практики, проводимые силами выпускающих кафедр, позволяют получить практические навыки в ограниченном (часто минимальном) объеме. Достаточно серьезной проблемой является организация производственной практики студентов. Предусматривается, что вуз заключает договора с предприятиями, учреждениями и организациями для прохождения практики [1]. Однако, предприятия не всегда берут на себя ответственность за создание необходимых условий для прохождения производственной практики студентов. Все это приводит к формированию фрагментарных предметно-технологических умений и навыков.

В то же время, работодатели, функционирующие в условиях мирового экономического кризиса и жесточайшей эксплуатации, выдвигают повышенные требования к выпускникам вузов, требуя от них высоких показателей с момента трудоустройства.

В данной статье рассматриваются пути решения обозначенных проблем на кафедре автоматики и вычислительной техники ФГБОУ ВПО «МГТУ» при подготовке специалистов и бакалавров по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств».

Профессия инженера по автоматизации производственных процессов, предполагающая высокий уровень профессиональной квалификации, востребована на современном рынке труда и применима в различных отраслях народного хозяйства. Для получения качественных профессиональных компетенций различных видов, требующихся предприятиям-работодателям, необходимо рассмотреть наиболее значимые условия формирования профессиональных характеристик инженеров [2].

Во-первых, создание современной лабораторной базы. Кафедра А и ВТ 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 (ООО «Сименс», Санкт-Петербург; ЗАО «Шнейдер Электрик», Санкт-Петербург; ПО «ОВЕН», Москва; ООО «Энерготехмонтаж», Мурманск; ООО «Элтехмонтаж», Мурманск; ООО «Сантех-Норд», Мурманск и др.).

Во-вторых, организация прохождения студентами учебной и производственной практик. Основными базами для прохождения 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»).

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. Прикладная робототехника охватывает множество специальных дисциплин: электроника, электротехника, теоретическая механика, теория автоматического управления, программирование, микропроцессорные системы, теория электропривода. Это становится понятным из рисунка 1, на котором представлена функциональная система робота в условиях внешней среды. В общем виде она включает исполнительную систему,

информационно-управляющую, сенсорную (дающую информацию о внешней среде), и систему связи с оператором.

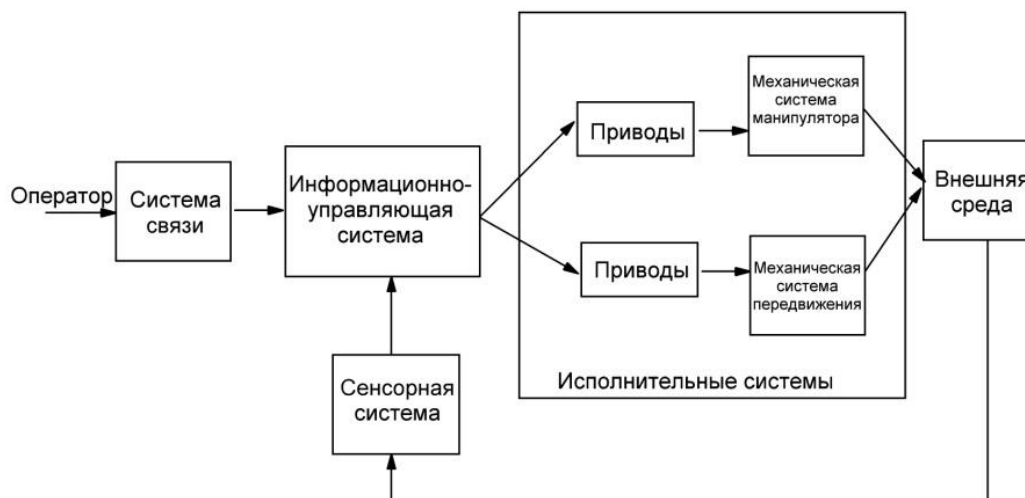


Рис. 1 – Функциональная схема типового робота

Опыт работы по данному направлению на кафедре показывает, что знакомиться с основами электроники, автоматики и робототехники целесообразно на примере создания простого кибернетического устройства – мобильного мини-робота, отслеживающего свое местоположение на линии. Постепенно переходя к более сложным объектам, студенты прочно усваивают практические аспекты разработки и отладки технических устройств. В этом смысле особенно полезны участия в соревнованиях, где у обучающихся имеется реальная возможность попробовать себя в условиях отладки нерабочего проекта при ограниченном времени.

Начиная с 2012 года, студенты кафедры принимают участие в соревнованиях по робототехнике регионального и всероссийского уровней: I Фестиваль технического творчества обучающихся «Информатика и робототехника во Дворце Конгрессов-2012» (Санкт-Петербург), V Всероссийский Робототехнический фестиваль «РобоФест-2013» (Москва), РобоАрктика-2013 (Мурманск). Выступление на подобных мероприятиях способствует развитию интереса к инженерно-конструкторской деятельности, навыков работы руками, командного взаимодействия, повышает мотивацию к обучению. Участники имеют меньше проблем с образовательным процессом в ходе дальнейшего обучения, быстрее адаптируются к изменениям условий, предлагают более рациональные варианты решения поставленных задач.

Анализ результатов соревнований показывает, что более успешно выступают, в основном, студенты старших курсов. Им легче реализовать поставленные задачи, так как их решения подкреплены теоретическими знаниями по специальным дисциплинам, и уже имеется практический опыт настройки регуляторов, полученный в ходе выполнения лабораторных работ на кафедре.

Наиболее ценным в данном аспекте авторы считают то, что участие в соревнованиях по робототехнике, наряду с написанием выпускных квалификационных работ, ставит перед обучаемыми практическую инженерную задачу, пути решения которой не вполне очевидны. 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. Организация производственных практик в вузе: проблемы и перспективы. Материалы первой международной научно – практической конференции г. Владимир. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://job.vlsu.ru/files/konf.%2026-27okt/material%20konf.pdf>
2. Пиралова, О.Ф. Современное обучение инженеров профессиональным дисциплинам в условиях многоуровневой подготовки [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rae.ru/monographs/62-2405>



# **БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ**

**ТОЧНОСТЬ УДЕРЖАНИЯ НАЗНАЧЕННОЙ КОРАБЛЮ ПОЗИЦИИ.**

**Гарматенко И. С.** (г. Санкт-Петербург, Военного учебно-научный центра ВМФ «Военно-морская академия им. Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова» (ВУНЦ ВМФ «ВМА») кафедра штурманской службы (ВМФ)

*Evaluation of the accuracy of keeping a position relative to the object on the basis of accounting maneuver accuracy factor counting.*

Применение элементов совместного маневрирования является одним из основных элементов отрабатываемых кораблями Военно-морского флота в море. При этом спектр задач в которых применяются элементы совместного маневрирование довольно широк: от совместного перестроения кораблей в строях до совместных действий с применением оружия, поиска и спасения. Сущность этих элементов одинакова, однако меняются требования, предъявляемые к параметрам строя в обеспечении мер безопасности и способах контроля параметров строя.

При совместном плавании основной задачей маневрирования является удержание позиции относительно объекта маневра. При условии прямолинейного равномерного движения возникает вопрос оценки позиции относительно цели, как относительно области позиций.

При совместном плавании кораблей точность удержания ими назначенных позиций зависит:

- от точности измерения элементов позиции на корабль уравниватель;
- от точности работы курсоуказателей и измерителей скорости корабля и корабля уравнивателя;
- от точности удержания кораблей на назначенном курсе, от точности удержания назначенной скорости [2].

Однако эти утверждения справедливы при условии, что в совместном маневрировании участвуют корабли однотипного проекта и влияние ветра и течения не вызывают появления погрешностей в счислении. При совместном маневрировании кораблей различного проекта или значительном увеличении дистанции между кораблями влияние элементов сноса имеют различный характер.

При плавании без учета течения величина коэффициента точности счисления зависит от района плавания и от сезона года. При плавании с учетом течения коэффициент точности счисления зависит от точности и частоты определения вектора скорости течения. Его значения принимают от 2,5 при плавании без учета течения до 0,1 при плавании с использованием навигационного комплекса при дискретной или непрерывной работе абсолютного лага [3].

При определении позиции объекта А относительно объекта В на начальный момент времени  $t$  точность позиции определяется

погрешностью способа. При совместном маневрировании, погрешность в пеленге и дистанции между объектами А и В на момент времени  $t_1$  будет определяться нарастанием погрешности, обусловленной наличием ошибок в учете вектора скорости течения, дрейфа, неточностью системы курсоуказания, измерения скорости корабля и характеризуемая коэффициентом точности счисления  $K_c$ . То есть точность удержания позиции определяется точностью счислимого места В и счислимо-обсервованного места А относительно объекта В.

При условии контроля позиции объекта по пеленгу и дистанции точность удержания позиции объекта А относительно объекта В определяется формулой:

$$M_o = \sqrt{\left(\frac{m_{II}^{\circ} D}{57,3^{\circ}}\right)^2 + m_D^2}. \quad (1)$$

Погрешности объектов А и В обусловленные ошибками в счислении на момент времени  $t_1$ . При условии, что промежуток времен менее 2 часов они рассчитываются по формуле:

$$M_c(t) = 0,7K_c t. \quad (2)$$

Примем погрешность в позиции объекта В на момент времени  $t_1$  равную:

$$M_B = 0,7K_{cB} t_1. \quad (3)$$

Примем погрешность в позиции объекта А относительно объекта В на момент времени  $t_1$ , при условии что позиция объекта В не обременена погрешностью равной:

$$M_A = \sqrt{(0,7K_{cA} t_1)^2 + M_o^2}. \quad (4)$$

Погрешность в позиции объекта А относительно объекта В на момент времени  $t_1$  будет равна:

$$M_{\Sigma} = \sqrt{M_A^2 + M_B^2}. \quad (5)$$

Анализируя рисунок 1 значение погрешности в пеленге и дистанции при удержании позиции объектом А относительно объекта В на момент времени  $t_1$  будет равно:

$$\Delta\Pi = a \sin\left(\frac{(M_A + M_B)}{D}\right); \quad (6)$$

$$\Delta Д = M_A + M_B. \quad (7)$$

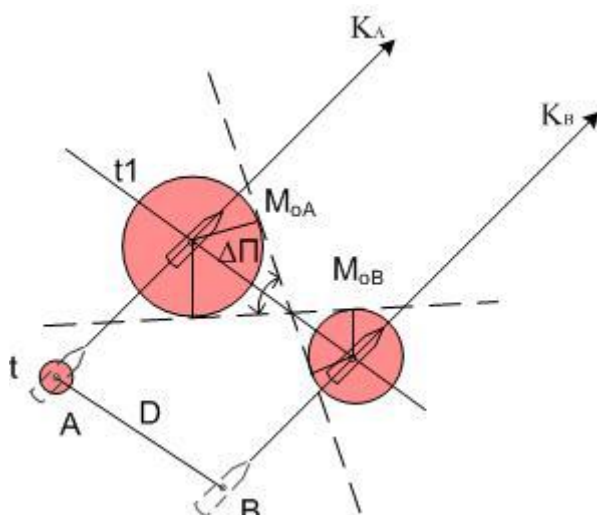


Рис. 1

В качестве критериев, применяемых для обеспечения безопасности плавания возможно применить значение погрешности удержания позиции относительно маневра, допустимые значения в погрешности пеленга и дистанции, а также промежуток времени между моментами контроля позиции относительно объекта маневра.

Применительно к обеспечению совместного маневрирования в ПШП-НК 2000 установлены нормативные показатели времени, необходимого для решения задач маневрирования. В ходе совместного маневрирования вахтенный офицер производит оценку элементов позиции и расчет маневра на перестроение. Время необходимое для расчета маневра для занятия (перемены, сохранения) позиции в ордере составляет: на оценку удовлетворительно- 4 минуты, хорошо -3 минуты, отлично – 2,5 минуты, а время необходимое на расчет маневра при изменении курса ордерам составляет: на оценку удовлетворительно- 5 минуты, хорошо -4 минуты, на оценку отлично- 3 минуты [1].

Примем нормативные показатели времени расчета маневра в качестве промежутка времени  $t_1$  между моментами контроля позиции.

Если, например, объект А удерживает позицию относительно объекта В на дистанции  $D=1$  миля, при этом объект А характеризуется  $K_c=0,7$ , объект В характеризуется  $K_c=0,7$ ,  $M_0=0,05$ , получим:

	$\Delta t$	$K_{cA}$	$K_{cB}$	$D$	$M_0$	$M_{доп}$	$\Delta П$	$\Delta D$
Отлично	3	0,7	0,7	1	0,05	0,06	4,6	0,05
Хорошо	4	0,7	0,7	1	0,05	0,068	5,3	0,06
Удовлетворительно	5	0,7	0,7	1	0,05	0,076	6,0	0,07

Табл.1

### Литература:

[1] Правила штурманской подготовки надводных кораблей Военно-морского флота. ПШП НК ВМФ-2003.- М.: Военное издательство,2004. 133с.

[2] Практическое кораблевождение для командиров кораблей, штурманов и вахтенных офицеров. Книга вторая. №9035.2.- Л.: ГУНиО МО, 1988. 271 с.

[3] Груздев Н. М. Теория навигационных погрешностей.- СПб.: СПб ВМИ, 2002. 325 с.

## РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АВТОКОЛЕБАНИЙ БУКСИРУЕМОГО СУДНА

**Юдин Ю.И., д.В.В. Каян, С.О. Петров, асп.**  
(г. Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения,)

This article presents the results of forecasting of autooscillations process of a towed vessel in certain towing conditions. Data obtained is presented as graphic charts.

В процессе эксплуатации судов возникает необходимость буксировки одного судна другим. Буксирующее и буксируемое суда вместе с буксирной связью (тросом) образуют буксирную систему (или буксирный состав). Важным эксплуатационным качеством буксирной системы является её управляемость. Основным способом контроля управляемости буксируемого судна является регулирование курса буксируемого судна с помощью руля.

В работе нами была использована ниже описанная методика расчета. Предпримем попытку регулирования курса буксируемого судна с помощью руля. Возьмем простейший способ такого регулирования, выбирая угол перекладки руля пропорциональным углом  $\theta$  отклонения буксирного троса от диаметральной плоскости (ДП) буксируемого судна. Это означает, что в правые части обычных уравнений [1, 2] мы добавим члены  $k\theta$  и они будут выглядеть следующим образом:

$$\frac{d\beta}{dt} = \frac{1+k_{11}}{1+k_{22}}\omega - \frac{N_p}{\rho V(1+k_{22})v} (C_{y\beta}\beta + C_{2y}|\beta|\beta) - \frac{T \sin \theta}{\rho V(1+k_{22})v} + \frac{N_p \times F_r / F_{dp} \times \theta}{\rho V(1+k_{22})v} \times K_r$$

$$\frac{d\omega}{dt} = -\frac{N_p C_{m\omega} L}{I_z(1+k_{66})v}\omega + \frac{N_p C_{m\beta} L}{I_z(1+k_{66})}\beta - \frac{T \bar{x}_T L \sin \theta}{I_z(1+k_{66})} - \frac{N_p \times F_r / F_{dp} \times \theta}{I_z(1+k_{66})} \times K_r$$

Формула 1. где -  $v$  - линейная скорость;  $\omega$  - угловая скорость;  $\beta$  - угол дрейфа;

$I_z$  - момент инерции массы судна;  $k_{11}, k_{22}, k_{66}$  - присоединённые массы и момент;  $x_T = x_T/L$ ,  $x_T$  - абсцисса точки крепления буксирного троса,  $L$  - длина буксируемого судна;  $C_{y\beta}, C_{y\omega}, C_{m\beta}, C_{m\omega}, C_{2y}, N_p$  - гидродинамические коэффициенты;  $T$  - натяжение буксирного троса;  $V$  - объёмное водоизмещение буксируемого судна;  $l = l/L$ ,  $l$  - длина буксирного троса;  $\rho$  - массовая плотность воды;  $F_r$  - площадь пера руля буксируемого судна;  $F_{dp}$  - приведённая площадь диаметрального батокса буксируемого судна;  $K_r$  - коэффициент регулирования (усиления) по углу отклонения буксирного троса.

Решение такой системы дифференциальных уравнений позволяет получить зависимость характера движения буксируемого судна от величины коэффициента усиления.

Приведём два результата на рис.1 и 2. На первом из них изображено развитие процесса автоколебаний для буксируемого судна в грузу при указанном наборе характеристик буксировки. Специально выбран такой их набор ( $T = 300$  кН,  $\bar{x}_T = 0.5$ ,  $v = 2$  м/с,  $l = L$ ), чтобы создать автоколебания.

Рис. 2 показывает поведение буксируемого судна, когда включено управление его рулём по отклонению направления буксирного троса от ДП буксируемого судна. Коэффициент усиления  $K_r$  выбран равным 5. Такое значение коэффициента усиления позволяет демпфировать автоколебания и свести их к нулю примерно через 1000 с. Меньшие значения коэффициента усиления затягивают процесс демпфирования, а большие хотя и ускоряют его, но приводят к появлению постоянного угла дрейфа танкера. Эти варианты развития автоколебательных процессов показаны на рис. 3 и 4 для коэффициента усиления  $K_r = 3$  и  $K_r = 10$  соответственно.

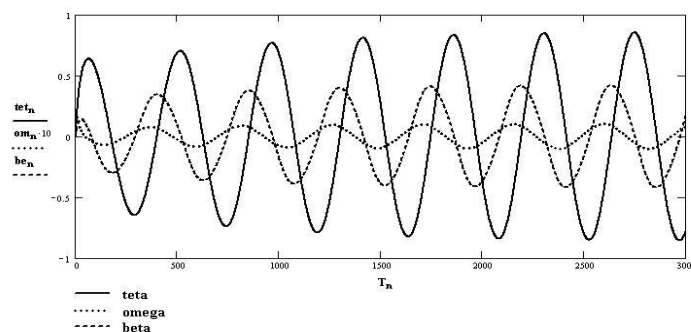


Рис. 1. Развитие колебаний параметров буксируемого судна в грузу

для  
 $T = 300$  кН,  $\bar{x}_T = 0.5$ ,  $v = 2$  м/с,  $l = L$ .

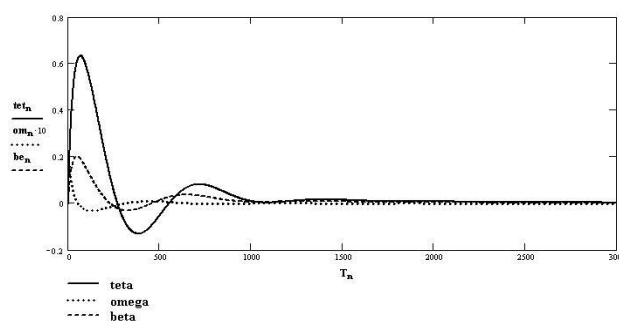


Рис. 2. Развитие колебаний параметров буксируемого судна в грузу

для  
 $T = 300$  кН,  $\bar{x}_T = 0.5$ ,  $v = 2$  м/с,  $l = L$  при управлении рулём по отклонению буксирного троса от ДП буксируемого судна, коэффициент усиления  
 $K_r = 5$ .

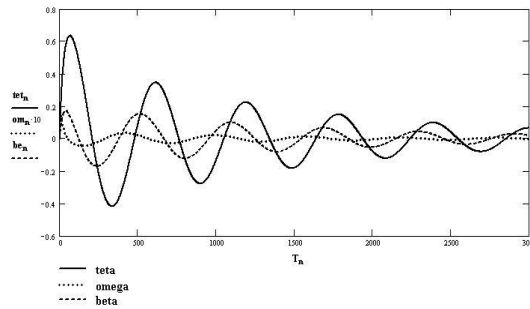


Рис. 3. Развитие колебаний параметров буксируемого судна в грузу

для

$T = 300$  кН,  $\bar{x}_T = 0.5$ ,  $v = 2$  м/с,  $l = L$  при управлении рулем по отклонению буксирного троса, коэффициент усиления  $K_r = 3$ .

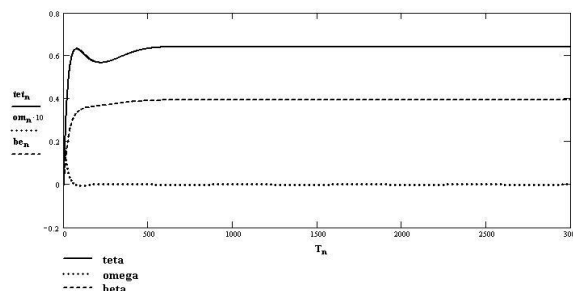


Рис. 4. Развитие колебаний параметров буксируемого судна в грузу

для

$T = 300$  кН,  $\bar{x}_T = 0.5$ ,  $v = 2$  м/с,  $l = L$  при действии управления рулём по отклонению направления буксирного троса, коэффициент усиления  $K_r = 10$ .

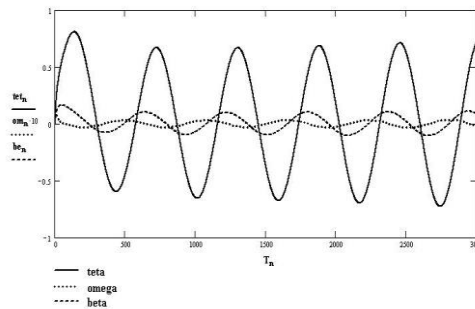


Рис. 5. Развитие колебаний параметров буксируемого судна в балласте для  $T=183$  кН,  $\bar{x}_T = 0.5$ ,  $v = 4$  м/с,  $l = L$ .

Поведение буксируемого судна в балласте регулируется в меньшей степени. На рис. 5 изображено поведение буксируемого судна при  $T = 183$  кН,  $\bar{x}_T = 0.5$ ,  $v = 4$  м/с,  $l = L$ , когда происходят автоколебания. Выбор коэффициента усиления нашего регулятора даёт значение  $K_r = 0.08$ , которое приводит к поведению танкера, изображенному на рис. 6. Это наилучший вариант управления, но даже и в этом случае демпфирование происходит очень медленно, примерно 3000 с, в итоге интересующие нас параметры буксировки получает некоторые установившиеся не нулевые значения.



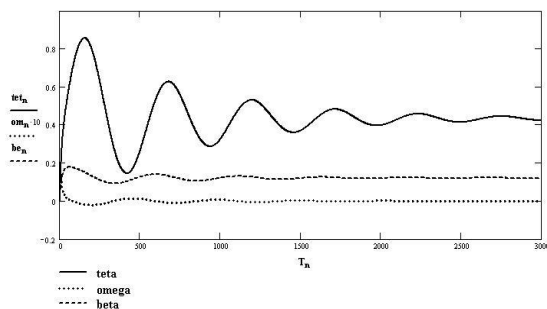


Рис. 6. Развитие колебаний параметров буксируемого судна в балласте для  $T=183$  кН,  $\bar{x}_T=0.5$ ,  $v=4$  м/с,  $l=L$  при управлении рулём по отклонению направления буксирного троса, коэффициент усиления  $K_T$  0.08.

Проведенный анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что такая система регулирования не обладает важным качеством астатичности, это следствие простоты такой системы.

Для улучшения её свойств, придания ей астатичности по управляемому параметру (угол дрейфа или угол отклонения буксирного троса), следует усложнить способ управления. Например, добавив в сигнал управления член с интегралом управляемого параметра, например,  $K_i \int \theta d\theta$ . Однако, более эффективным является способ управления буксируемого судна по отклонениям двух его точек от некоторой линии, называемой условно линией пути. Этот способ описан в патенте авторов статьи [3].

### Литература

1. Войткунский Я.И. Справочник по теории корабля, т. 3 /под ред. Я. И. Войткунского – Л.: Судостроение, 1985.
2. Юдин Е.Б., Маковский А.Г. Анализ самопроизвольного рысканья буксируемых судов. – Судостроение, 1975, №4.
3. Пат. 2470828 Российская Федерация МПК<sup>9</sup> В 63 Н 25/04. Способы управления траектории движения буксируемого судна/ Юдин Ю.И., Каян В.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУВПО «Мурман. гос. тех. ун-т». - № 2011115725/11 ; заявл. 20.04.2011 ; опубл. 27.12.2012, Бюл. №36.

## РАСЧЕТ УСИЛИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ОБЪЕКТЫ БУКСИРОВКИ СО СТОРОНЫ БУКСИРНОЙ СВЯЗИ

Юдин Ю. И., Пашенцев С. В., Каян В. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения)

This article presents the method of calculation of forces acting on objects engaged in towing operations from towing connection used in modeling of towage process of one vessel by another one.

При исследовании процесса буксировки приходится рассматривать три объекта этого процесса – буксирующее судно, буксируемое судно и буксирный трос, которые в представленной совокупности называются буксирной системой. Математические модели судов, участвующих в процессе буксировки, представляют собой системы дифференциальных уравнений, в левые части которых входят усилия, действующие со стороны буксирного троса. Рассмотрим буксирный трос как объект буксирной системы с целью определения его натяжения при различных способах крепления на судах, участвующих в буксировке.

Рассмотрим геометрию троса в вертикальной плоскости  $XOZ$ , которая показана на рис. 1. Предварительно будем считать, что буксирный трос полностью находится в воздухе, а его начальная точка  $KB$  находится в кормовой части буксирующего судна, при этом конечная точка буксирного троса  $NO$  крепится в носовой части буксируемого судна.

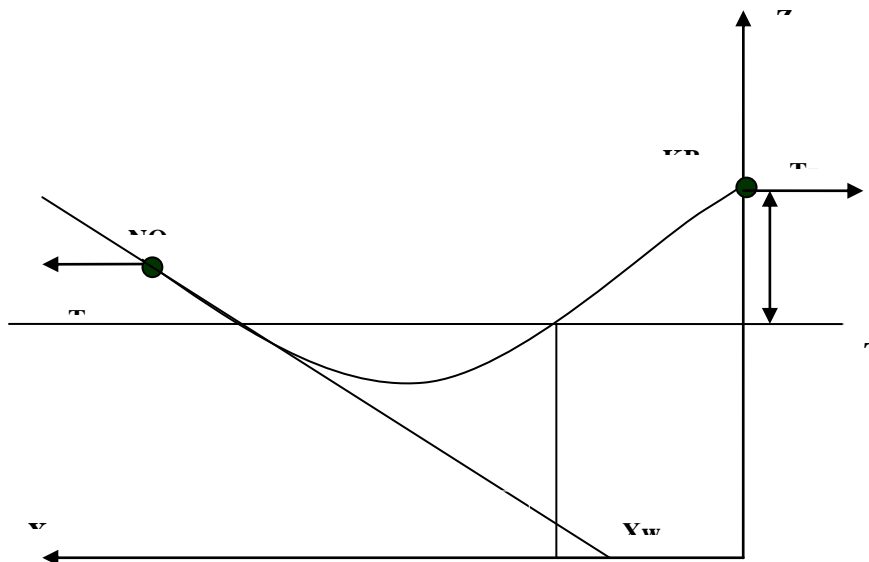


Рис. 1. Геометрия троса в вертикальной плоскости  $XOZ$ .

Введём местную систему координат, ось  $Z$  которая проходит через точку  $KB$ , при этом начало координат на этой оси не имеет значения для последующих расчётов. Пусть, для определённости, это будет уровень дна или уровень киля буксирующего судна. Ось  $X$  направим в сторону носа буксируемого судна. Придадим начальной и конечной точкам троса

координаты КВ( $x_{kb}$ ,  $z_{kb}$ ) и НО( $x_{no}$ ,  $z_{no}$ ). Как известно, тяжелый трос, принятый традиционно за гибкую нить, принимает форму цепной линии. Эту форму можно описать одним уравнением цепной линии общего вида, в которое входят три параметра  $a$ ,  $c_1$  и  $c_2$ :

$$z = a \times ch\left(\frac{x - c_1}{a}\right) - c_2$$

Формула 1.

Уравнение записано в введённой местной системе координат, связанной с точками крепления троса, и при разных комбинациях значений параметров  $c_1$ ,  $c_2$  и  $a$  описывает все ситуации его расположения. Наша задача состоит в получении зависимости натяжения троса от положения точек КВ и НО.

Параметры  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $a$  можно определить из двух граничных условий  $z(x_{kb}) = z_{kb}$ ,  $z(x_{no}) = z_{no}$ , приводящим к двум алгебраическим уравнениям:

$$\begin{cases} a \times ch\left(\frac{x_{kb} - c_1}{a}\right) - c_2 = z_{kb} \\ a \times ch\left(\frac{x_{no} - c_1}{a}\right) - c_2 = z_{no} \end{cases}$$

Формула 2.

и одному интегральному для длины  $l$  цепной линии:

$$l = a \times sh\left(\frac{x - c_1}{a}\right) \Big|_{x_{kb}}^{x_{no}} = a \times \left[ sh\left(\frac{x_{no} - c_1}{a}\right) - sh\left(\frac{x_{kb} - c_1}{a}\right) \right]$$

Формула 3.

Вычитая одно уравнение системы (2) из другого в любом порядке, устраним константу  $c_2$ , т.к. она не влияет на форму цепной линии. Вот почему нам не важно, где начало координат на оси  $Z$  – в разностном уравнении участвует лишь разность координат  $z$ . Теперь три уравнения можно свести к двум уравнениям с неизвестными  $c_1$  и  $a$ :

$$\begin{aligned} a \times \left[ ch\left(\frac{x_{kb} - c_1}{a}\right) - ch\left(\frac{x_{no} - c_1}{a}\right) \right] &= z_{kb} - z_{no} \\ a \times \left[ sh\left(\frac{x_{no} - c_1}{a}\right) - sh\left(\frac{x_{kb} - c_1}{a}\right) \right] &= l \end{aligned}$$

Формула 4.

Это система двух трансцендентных уравнений с гиперболическими функциями, которые возможно решить только численно. Для этого использована вычислительная среда MathCad, которая имеет инструментарий для подобных решений в виде оператора  $root(f(x), x)$  с указанием функции, корень которой необходимо найти. Приведём решение частной задачи, когда высота крепления буксировочного троса на буксире и объекте совпадают, т.е. разность  $z_{kb} - z_{no} = 0$ . Такая частность не

будет сказываться на принципиальных выводах из решения задачи. Тогда первое уравнение из (4) приводит к равенству:

$$\operatorname{ch}\left(\frac{x_{kb} - c_1}{a}\right) = \operatorname{ch}\left(\frac{x_{no} - c_1}{a}\right),$$

Формула 5.

что позволяет получить следующее решение

$$\left(\frac{x_{kb} - c_1}{a}\right) = -\left(\frac{x_{no} - c_1}{a}\right).$$

Формула 6.

Это равенство, в свою очередь, позволяет определить значение константы  $c_1 = (x_{no} + x_{kb})/2$ .

Подстановка найденного значения константы  $c_1$  во второе уравнение системы (4) даёт:

$$\operatorname{sh}\left(\frac{x_{no} - x_{kb}}{2a}\right) = l/2a$$

Формула 7.

Данное трансцендентное уравнение позволяет рассчитать величину параметра  $a$ , определяющего горизонтальное натяжение троса. Преобразуем уравнение (5) к виду, наиболее удобному для численного решения:

$$\operatorname{sh}(w) = (l/\Delta x) \times w = \gamma \times w$$

$$w = \frac{x_{no} - x_{kb}}{2a} = \frac{\Delta x}{2a}$$

Формула 8.

Уравнение сведено к простейшей форме  $\operatorname{sh}(w) = \gamma \times w$ , которая допускает простое решение, учитывая, что параметр  $\gamma = l/\Delta x \geq 1$  определяет степень провисания троса, так как длина буксирного троса  $l$  всегда больше или равна горизонтальному расстоянию  $\Delta x$  между точками его крепления на буксирующем и буксируемом судах.

Численное решение уравнения (6) произведено с помощью оператора MathCad  $\operatorname{root}(\operatorname{sinh}(w) - \gamma \times w, w)$ , для установленного ряда значений  $\gamma$  получены корни, представленные табл. 1.

$\gamma$	1	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10
$w$	0	0.27	0.36	0.43	0.48	0.55	0.59	0.64	0.68	0.72	0.76
		1	6	8	8	0	4	2	4	5	5
$T_r$	–	6541	4730	3914	3479	3058	2804	2571	2390	2234	2098
$\Delta z$	0	30	41	49	54	60	65	70	74	78	82
$I_w$	0	396	411	418	422	425	427	429	431	433	434
$T_t$	0	2.79	2.89	2.94	2.95	2.98	2.99	3.00	3.01	3.02	3.02
$r$											

Чтобы использовать эти результаты в программных расчётах, нами получена аналитическая аппроксимация значений корней в зависимости от параметра  $\gamma$ . В указанной зависимости используется полином пятой степени с очень высокой степенью адекватности:

$$w(\gamma) = (-0.5105 + 2.389\gamma - 4.471\gamma^2 + 4.182\gamma^3 - 1.956\gamma^4 + 3.657\gamma^5)10^6 \quad (7)$$

Горизонтальная составляющая натяжения  $T_r$  буксирного троса постоянна по всей его длине и зависит от веса его погонного метра  $q$  и константы  $a$ , которая вычисляется в ходе решения системы (4). Определение  $T_r$  вполне традиционно с помощью уравнения равновесия цепной линии. Оно даёт в ньютонах

$$T_r = a \times q \times g,$$

Формула 9.

где  $g$  - ускорение свободного падения, а известный параметр  $a$  представлен как размерная величина, имеющая размерность длины. Вертикальная составляющая может быть найдена из простого равенства  $T_v = T_r \operatorname{tg}(\alpha)$  (см. рис 1), но она не входит в уравнения плоского движения объектов буксировки. При этом  $\operatorname{tg}(\alpha)$  находится как производная  $z'_x = \operatorname{sh}((x - c_1)/a)$ . Натяжение буксирного троса можно определить пользуясь очевидным соотношением между составляющими натяжения.

$$T = \sqrt{T_2^2 + T_2^2} = T_2 \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} = T_2 \sqrt{1 + \operatorname{sh}^2\left(\frac{x - c_1}{a}\right)} = T_2 \operatorname{ch}\left(\frac{x - c_1}{a}\right) = \frac{T_2}{a} (z + c_2)$$

Горизонтальная составляющая натяжения буксирного троса зависит от его длины и от диаметра, определяющего, в свою очередь, величину веса погонного метра буксирного троса  $q$ .

В качестве примера расчёта горизонтальной составляющей произведён её расчёт для стального троса ТК-133 ГОСТ 3067-55 диаметром 52.5 мм и длиной 450 м. Именно такой трос выбран для буксируемого судна. Вес погонного метра троса составляет 11,387 кг. Результаты такого расчёта приведены в третьей строке табл. 1 в кН. Эти результаты полезно сопоставить с разрывной прочностью выбранного буксирного троса в 1280, 1600 и 1814 кН при предельной прочности нитей в 120, 150 и 170 кг/мм<sup>2</sup>, соответственно.

Очень важным фактором при моделировании является провес буксирного троса. Если провес невелик, то трос не касается воды и его дополнительное сопротивление при движении не учитывается. Если же провес превышает высоту подвеса концов троса, то некоторая часть троса оказывается в воде, и следует учесть её гидродинамическое сопротивление при движении судов. Для решения этих вопросов рассчитаем величины провеса троса. Для этого найдем величину разности координаты  $z$  для середины цепной линии, где  $x = (x_{kb} + x_{no})/2$ , и точки подвеса троса, где  $x = 0$  или  $x = \Delta x$ . Тогда получим с учётом (6):

$$\Delta z = 1/2 w \gamma \times [\text{ch}(w/2) - 1]$$

Формула 10.

Используя найденные выше значения  $w$  при соответствующих величинах  $\gamma$ , находим провесы  $\Delta z$ . Они приведены в той же табл. 1 в четвертой строке для длины троса  $l = 450$  м. Разумеется, это чисто теоретические расчёты; практически таких провесов при реальной буксировке никогда не допускается.

Трос, попадая в воду, подвергается действию ряда сил, которые уменьшают провес. Это статическая выталкивающая сила, которая действует вертикально, и гидродинамическая подъёмная сила, также имеющая вертикальную составляющую, кроме горизонтальной гидродинамической составляющей. Поэтому, наряду с расчётом провеса, мы рассчитываем длину части троса, находящуюся в воде.

Как и выше (3), длину участка цепной линии находим по интегральной формуле

$$l_w = 2a \times \text{sh}\left(\frac{x - c_1}{a}\right) \Big|_{x_w}^{x_{cc}} = 2a \times [\text{sh}\left(\frac{x_{cp} - c_1}{a}\right) - \text{sh}\left(\frac{x_w - c_1}{a}\right)] = -2a \times \text{sh}\left(\frac{x_w - c_1}{a}\right)$$

Формула 11.

где  $x_w$  – координата  $X$  точки пересечения линии троса с уровнем воды (рис. 1). Для той же точки из уравнения цепной линии имеем:

$$a \times [\text{ch}\left(\frac{x_{kb} - c_1}{a}\right) - \text{ch}\left(\frac{x_w - c_1}{a}\right)] = z_{kb} - z_w,$$

откуда легко находим

$$\text{ch}\left(\frac{x_w - c_1}{a}\right) = \text{ch}\left(\frac{x_{kb} - c_1}{a}\right) - (z_{kb} - z_w) / a = \text{ch}\left(\frac{x_{kb} - c_1}{a}\right) - h_w / a$$

Выражаем гиперболический синус согласно известной формуле для гиперболических функций  $\text{sh}^2(x) = \text{ch}^2(x) - 1$  и подставляем в выражение для длины  $l_w$  (11). Получаем длину в виде:

$$l_w = 2a \sqrt{(\text{ch}\left(\frac{x_{kb} - c_1}{a}\right) - h_w / a)^2 - 1}$$

Для примера рассчитаны длины участка троса в воде при высоте крепления троса над водой  $h_w = 7$  м. Эти результаты приведены в табл. 1 пятой строкой. Если использовать для расчёта той же величины формулу, приведённую в работе [2], то получим подобные величины, отличающиеся примерно на 2% в сторону больших значений. Однако, сама формула проще и не содержит специальных функций:  $l_w = 2\sqrt{l^2 - 8ah_w}$ . Если пойти по пути использования этой формулы, то логично применить формулу справочника и для расчёта дополнительного сопротивления троса диаметром  $d$ , движущегося в воде со скоростью  $v$ . Она такова (кН):

$$R_{tr} = 4 \times l_w \times d \times v^2 \times g / 1000.$$

Рассчитанные по этой формуле значения дополнительного сопротивления приведены в табл. 1 в шестой строке для  $d = 0.045$  м и скорости буксировки  $v = 2$  м/с. Хорошо видно, что эти значения незначительны в сравнении с основной силой натяжения троса (строка 3).

Более сложным является вопрос о форме, которую принимает тяжелый трос, движущийся в воде. Она отличается от цепной линии, но при моделировании буксировки форма буксирного троса в воде не учитывается и потому здесь не рассматривается.

Наконец, остается ещё один режим при буксировке, когда расстояние между точками крепления буксировочного троса становится больше, чем первоначальная длина троса. Это означает, что трос получает некоторое упругое удлинение  $\Delta l$ , что вызвано силой его натяжения

$$T_{tr} = E_{tr} \times (\pi d^2 / 4) \times (\Delta l / l)$$

где  $E_{tr}$  – модуль упругости троса. Это не просто модуль упругости стали – материала троса, а модуль, который учитывает определённую многопрядную структуру троса, изменяющую величину модуля.

Все эти расчёты позволяют сформулировать следующий алгоритм учёта действия буксировочного троса:

- рассчитывается расстояние  $\Delta x$  между точками крепления троса;
- $\Delta x$  сравнивается с первоначальной длиной троса  $l$ ;
- если  $\Delta x > l$  (трос не провисает), то сила натяжения троса рассчитывается по формуле (13);
- если  $\Delta x < l$  (трос провисает), то рассчитывается провес троса  $\Delta z$ ;
- если  $\Delta z < h_w$  (трос полностью в воздухе), то рассчитывается натяжение троса по формуле (8);
- если  $\Delta z > h_w$  (трос частично в воде), то рассчитывается натяжение троса по формуле (8), с умножением результата на множитель 0.875 за счёт его облегчения в воде;
- рассчитывается дополнительное усилие за счёт гидродинамического воздействия на трос по формуле (12) и складывается с основным натяжением;
- полученный результат учитывается при моделировании в уравнениях продольного равновесия участвующих в буксировке судов.

### Литература

1. Войткунский Я.И. Справочник по теории корабля, т. 3 /под ред. Я. И. Войткунского – Л.: Судостроение, 1985 – с.543
2. Щетинина А.И. Управление судном и его техническая эксплуатация /под ред. А.И. Щетининой - М.: Транспорт, 1975, - С.608.

## **ПОДДЕРЖАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ ПРИ ИЗМЕНЕНИЯХ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ И НАЛИЧИЯ В НЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ОТКАЗОВ**

**Зива И. И., Лохов С. С., Меньшиков В. И.** (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра судовождения)

The paper is dedicated an example of calculation with a glance principle "command under situation" witch can bring us to constancy of effectiveness of working system under the control change from automatic mode of operation to manual mode of operation.

Не системные действия (ошибки) «человеческого элемента» являются основной причиной большинства аварий и других инцидентов на море. В данном случае под не системными действиями «человеческого элемента» следует понимать те действия и отношения, которые по каким-то причинам не определены или противоречат принятой культуре управления судном. В этой связи для разработки совершенных организационных мероприятий можно рекомендовать к использованию принцип «владения ситуацией». Суть, этого метода заключается в определенном подходе к принятию и выполнению решений по тому или иному действию. В общем виде, без чрезмерной детализации, решения по выбору и выполнению управлений состоянием безопасности в рамках принципа «владения ситуацией» можно сформулировать в виде трех способов улучшения понимания этой ситуации. Так первым способом улучшения понимания ситуации и является идентификация проблемных ситуаций, которые могут возникнуть при технических отказах в эргатической системе управления. Второй способ улучшения понимания ситуации может быть реализован за счет организации элементного множества системы управления на принципах структурной, временной и логической избыточность. И, наконец, третий способ улучшения понимания ситуации это обеспечение информированности судового специалиста о текущем и будущем состояниях эргатической системы управления с переменной структурой. Нарушение этих способов понимания, складывающихся в условиях эксплуатации судна, неизбежно приводит к появлению не желательных проблемных ситуаций обусловленных как элементами не системной деятельности «человеческого элемента», являющегося неотъемлемой частью системы управления, так и случайными факторами окружающей среды.

Для повышения эффективности управления эргатическими системами с переменной структурой необходимо осуществлять предварительный анализ проблемных ситуаций. Такой анализ состоит из определения области применения, идентификации опасности и кроме того, включает:



- - идентификацию риска и определение подходов к решению связанных с ним проблем;
- - использование объективной информации при принятии решений;
- - удовлетворение регламентированных требований к риску.

Результаты анализа риска могут использоваться лицом, включенным в состав эргатической системы управления с переменной структурой, при оценке допустимости риска, а также при выборе между потенциальными мерами по снижению или устранению риска.

Пусть далее изменяемая структура эргатической системы управления определена производительностью  $Q_0$  в работоспособном состоянии для двух режимов:  $D_0$  – режим автоматического управления и  $D_1$  – режим ручного управления. Кроме того, пусть относительная интенсивность изменения информационного управленческого ресурса  $a_0$ , необходимого для реализации поставленной цели, определяется отношением:

$$a_0 = |\Delta v_0| / Q_0 \Delta t$$

где  $\Delta v_0$  - изменение информационного ресурса при переходе от режима управления  $D_0$  к режиму управления –  $D_1$  за время  $\Delta t$ .

Тогда применительно к направленным переходам из режима  $D_0$  в режим  $D_1$  и наоборот эргатическая система управления с переменной структурой может быть описана вероятностями состояний  $D$ :  $D_i$   $i = 1, 2$ . В этих состояниях все элементы эргатической системы управления работоспособны, и система функционирует или при автоматическом режиме или при ручном управлении. В тоже время при эксплуатации конкретной эргатической системы управления может появиться отказавший элемент (объект или субъект). Тогда эргатическая система управления с отказавшим элементом будет функционировать в состоянии  $B_i$  при неизменной потребности в ресурсе, который в свою очередь можно характеризовать состоянием  $\Phi_i$ . Кроме того, пусть состояние отказавшего элемента  $R_i$ , а управляющий информационный ресурс в сети потребляется со скоростью  $a_i$ . Примем, что дополнительно известны интенсивности отказов  $\lambda_{1i}$  и восстановлений  $\mu_{1i}$ , не изменяющие ресурсный поток в эргатической системе управления и интенсивности  $\lambda_{2i}$   $\mu_{2i}$  приводящие к увеличению этого потока. Если далее учитывать все введенные выше допущения, то можно принять, что определены переходы вида:

$$D_0 \rightarrow \Phi_i. \quad (1)$$

$$D_1 \rightarrow \Phi_i. \quad (2)$$

которые, при известных плотностях распределения  $f_i(z)$ ,  $d_i(z)$  и  $r_i(z)$  в функции информационного и технического ресурса  $z$  и число элементов в системе, дают право составить для стационарных режимом функционирования эргатической системы следующие вероятностные уравнения [1]:

$$\lambda D_0 = \sum_{i=1}^n \mu_{2i} \Phi_i + a_0 d_I(z_0), \quad \lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_{1i} + \sum_{i=1}^n \lambda_{2i} + \sum_{i=1}^n \lambda_{3i}; \quad \mu_{1i} B_i = a_i r_i(0)$$

$$- a_i r'_i(z) + \mu_{1i} r_i(z) - \lambda_{1i} d_I(z) = 0, \quad i = 1, k;$$

$$a_0 d'_i(z) + \lambda d_I(z) - \sum_{i=1}^k \mu_{1i} r_i(z) - \sum_{i=1}^n \mu_{2i} f_i(z) = 0 \quad (3)$$

$$\mu_{2i} f_i(z) = \lambda_{2i} d_I(z) \quad i = 1, n$$

$$a_0 d_I(0) = \sum_{i=1}^k \mu_{1i} B_i$$

$$a_i r_i(z_0) = \lambda_{1i} D_0$$

Для решения системы уравнений (3) могут быть использованы известные алгоритмы [1], решение по которым позволяет найти выражения, например, для расчета коэффициента сохранения эффективности при переходах вида (1), (2). Такое выражение для расчета коэффициента сохранения эффективности при изменениях в структуре эргатической системы управления из автоматического режима в ручной режим и наоборот можно записать так:

$$k_{\text{Э}}(z_0) = 1 - \sum_{i=1}^k a_i B_i. \quad (4)$$

Полученное выражения для расчета коэффициента (4) показывает, что компенсация, отказавших элементов в эргатической системе путем структурного резервирования или с помощью необходимого информационного ресурса может привести к сохранению эффективности при переходах от автоматического режима к ручному режиму управления и наоборот. Кроме того, добиться неизменности в эффективности эргатической системы можно, если добиться соответствия между текущими факторами надежности судового специалиста и факторами, установленными нормами трудовой деятельности этого специалиста.

### Литература

1. Кудрявцев Е. М. Комплексная механизация, автоматизация и механовооруженность строительства. М.: Стройиздат, 1989.

## НАДЕЖНОСТЬ НЕСЕНИЯ ХОДОВОЙ ВАХТЫ ПРИ ОШИБКАХ «ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА» ПО ОБЩЕЙ ПРИЧИНЕ

Житняк М.С., Кулизнев И.А. Меньшиков В. И. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения)

This article represents us a model of calculation mistakes made of "human element" generated in consideration of functional or afunctional causes. As an example was taken navigators on-site, and at the end of special calculating determined predominance one of the types of special mistakes (described here).

Один из важнейших способов обеспечения безопасного мореплавания может быть связан с анализом зависимых технических отказов, организационных сбоях и ошибок «человеческого элемента», появляющихся как следствие от действия некой общей причины. Для количественной оценки интенсивностей (вероятностей) ошибок «человеческого элемента» по общей причине, порожденных функциональными и нефункциональными причинами, существуют достаточное количество различных моделей расчета. В качестве примеров рассмотрим группу из  $n$  судовых специалистов, несущих ходовую вахту и подверженных воздействию некоторой общей причины, которая может вызвать у них одновременную ошибку или при обработке информации, или при принятии решения на управление состоянием безопасности технических средств на своем рабочем месте. Пусть в процесс общего контроля, за состоянием ходовой вахты наблюдается ошибка у некого судового специалиста из рассматриваемого «человеческого элемента». Тогда можно принять следующие гипотезы:

- судовой специалист ошибся вследствие внутренней причины, которая не связана с другими судовыми специалистами из состава ходовой вахты, с вероятностью этого события равной  $q_1$ ;
- судовой специалист ошибся вследствие общей причины, связанной с еще одним судовым специалистом из состава ходовой вахты с вероятностью этого события равной  $q_2$  и т. д.
- судовой специалист ошибся, пообщей причине, связанной со всеми оставшимися судовыми специалистами с вероятностью этого события равной  $q_m$ .

Тогда чтобы определить величины вероятностей появления ошибок у судовых специалистов из «человеческого элемента» вследствие действия общей причине, и оценить их вклад в общую вероятность появления ошибок у всех судовых специалистов. Относительная сложность анализа таких явлений породила несколько методов расчета этих вероятностей.

Одним из наиболее применимых методов для оценки вероятности ошибок «человеческого элемента» входящего в состав ходовой вахты судна является модель базового параметра, которая использует статистически оцениваемые вероятности ошибок по общей причине  $q_k$  ( $1 \leq k \leq m$ ) для  $k$  судовых специалистов из «человеческого элемента», включающего  $m$  таких судовых специалистов, подверженных воздействию общей причины. Величины вероятностей могут быть оценены по данным эксплуатации, например, объектов-аналогов по формуле

$$q_k = n_k / N_k \quad (1)$$

где  $n_k$  - число событий, при которых  $k$  судовых специалистов одновременно находились в ошибочном состоянии;  $N_k$  - число ошибающихся судовых специалистов, из группы численностью  $k$  и входящих в «человеческий элемент» из  $m$  таких специалистов.

Если предположить, что судовые специалисты в количестве  $v$  осуществляют ошибочную деятельность, то

$$N_k = C_m^k v$$

где  $C_m^k$  - биномиальный коэффициент, характеризующий число способов получения подгруппы из  $k$  элементов в группе из  $m$  элементов.

Таким образом, из последнего выражения и формулы (1) следует, что

$$q_k = n_k / C_m^k v \quad (2)$$

Выражение (2) предполагает, что данные по надежности собираются по всем  $v$  выделенным судовым специалистам при общем контроле «человеческого элемента», состоящего из  $m$  специалистов. Тогда общая вероятность отказа  $q_0$  любого судового специалиста из рассматриваемой группы этих специалистов, объединенных в «человеческий элемент» и подверженных ошибкам в следствие появления общей причины, можно найти так

$$q_0 = \sum_{k=1}^m C_{m-1}^{k-1} q_k$$

где  $C_{m-1}^{k-1}$  - биномиальный коэффициент, характеризующий число различных вариантов ошибок судового специалиста из «человеческого элемента», включающего  $m$  специалистов.

Рассмотрим простейший пример. Пусть группа судовых специалистов, которая представляет ходовую вахту на мостике судна, и на которую воздействует какая-либо общая причина, состоит из трех человек ( $m = 3$ ). Назовем этих судовых специалистов соответственно  $A$ ,  $B$  и  $C$ . Тогда вероятности ошибок по общей причине у судового специалиста  $A$  можно определить так:

- в случае действия внутренней причины у судового специалиста  $A$ :  $q_A = q_1$ ;

- в случае действия общей причины, связанной с двумя специалистами  $A$  и  $B$ :  $q_{AB} = q_2$ ;
- в случае действия общей причины, связанной с двумя специалистами  $A$  и  $C$ :  $q_{AC} = q_2$ ;
- в случае действия причины, связанной с тремя специалистами  $A$ ,  $B$  и  $C$ :  $q_{ABC} = q_3$ ;

Тогда ошибка судового специалиста  $A$  обусловлена наступлением следующих несовместных событий: ошибкой специалиста  $A$  по внутренней причине или ошибкой специалиста  $A$  по общей причине с элементом  $B$  или ошибкой специалиста  $A$  по общей причине со специалистом  $C$ , или ошибкой специалиста  $A$  по общей причине со специалистами  $B$  и  $C$ .

Следовательно, общая вероятность ошибки у судового специалиста  $A$  равна:

$$q_0 = q_A + q_{AB} + q_{AC} + q_{ABC} = q_1 + 2q_2 + q_3. \quad (3)$$

Последнее выражение показывает, насколько важен учет ошибок судовых специалистов из состава ходовой вахты по общим причинам. Дело в том, что при испытаниях на надежность функционирования в составе вахты судового специалист  $A$  оценивается только его собственной (субъективной) надежностью без учета влияния общих причин, действующих на «человеческого элемента», т. е. оценивается значение  $q_0 = q_A$ , которое принимается в качестве общей вероятности ошибки судового специалиста  $A$ . В дальнейшем на основе этого значения формируются последующие управленческие решения по обеспечению безопасной эксплуатации судна [1]. На практике же оказывается, что реальная вероятность ошибки  $q_0$  судового специалиста  $A$  за счет действия общих причин много выше значения вероятности ошибки судового специалиста по внутренней причине  $q_1$ . Таким образом, наглядно показан наиболее простой и точный способ расчета вероятностей ошибок судового специалиста из состава ходовой вахты по общим причинам, который наиболее предпочтителен к использованию при наличии представительной статистики.

### Литература

- 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. – 166с.

**НЕРАЗЛИЧИМОСТЬ МЕХАНИЗМОВ ПРОВОДКИ СУДНА**

**Ключко Д. В., Блажеев А.Ю. Меньшиков В. И.** (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра судовождения)

Статья рассказывает о формировании свойства не различимости механизмов проводки судна по заданному маршруту и соответственно элементов информационной избыточности, что в свою очередь позволяет идентифицировать личные и коллективные ошибки «человеческого элемента», включенного в состав судовой ходовой вахты.

This article informed us about generation of properties indistinguishability mechanisms of steering ship on route and thereafter composition information redundancy, this factor get us possibility to identify personal and collective mistakes navigators on-site.

Безопасное плавание в любых навигационных условиях, было, есть и будет оставаться актуальной задачей. Решение навигационной задачи можно разделить на три этапа: предварительная прокладка, исполнительная прокладка и обеспечение безопасности движения при расхождении со встречными судами [1]. Очевидно, что безопасность мореплавания зависит от эффективности управления опасными факторами как в процессе приборной, так и визуальной проводки судна. Обозначим через  $\langle \Sigma, \pi \rangle$  и  $\langle \Sigma', \pi' \rangle$  механизмы приборной, так и визуальной проводки судна, а через отображение вида  $\Omega: \Sigma \rightarrow \Sigma'$  эквивалентный переход механизма проводки из класса  $\langle \Sigma, \pi \rangle$  в класс  $\langle \Sigma', \pi' \rangle$ , при заданных свойствах  $S(\sigma)$   $S'(\sigma)$  структур  $\sigma \in \Sigma$  и  $\sigma \in \Sigma'$ . Далее будем рассматривать только механизмы проводки судна структуры, которые отвечают условиям импликации:

$$\forall \sigma \in \Sigma \quad S_1(\sigma) \Rightarrow S_2(\sigma). \quad (1)$$

при этом свойство  $S_2(\sigma)$  имеет следующий смысл: выбор при помощи правила  $\pi$  из компактного множества  $X$  по структуре  $\sigma \in \Sigma$  не пуст, а свойство  $S_1(\sigma)$  - это какое-либо достаточное условие для выполнения  $S_2(\sigma)$ .

Покажем, что механизм приборной проводки судна, отвечающий условиям импликации, выводим из механизма визуальной проводки:

$$\forall \sigma \in \Sigma' \quad S'_1(\sigma) \Rightarrow S'_2(\sigma). \quad (2)$$

если существует эквивалентный переход

$$\Omega: \Sigma \rightarrow \Sigma',$$

такой, что

$$S'_1(\sigma) \Rightarrow S'_1(\omega(\sigma)). \quad (3)$$

$$S'_2(\omega(\sigma)) \Rightarrow S_2(\sigma). \quad (4)$$

Отметим, что область определения отображения  $\omega \in \Omega$  должна совпадать с множеством  $\Sigma$ , в то время как область значений может быть лишь

подмножеством множества  $\Sigma'$ . Содержательно смысл этого определения таков: если доказано отношение (2), то цепочка переходов вида

$$S_1(\sigma) \Rightarrow S'_1(\omega(\sigma)) \Rightarrow S'_2(\omega\sigma) \Rightarrow S_2(\sigma)$$

подтверждает справедливость выражения (1).

Будем также говорить, что два механизма проводки судна эквивалентны, если они взаимно выводимы один из другого. В этом случае пусть в механизме проводки судна первого класса со структурой  $\sigma$  определен в пространстве физических величин, с помощью семейства функций  $\{f(\cdot) | i \in I\}$  на множестве  $X$ . Кроме того, пусть свойство  $S_1(\sigma)$  является полу непрерывностью сверху функций этого семейства на компактном множестве  $X$ , а свойство  $S_2(\sigma)$  – не пустота множества  $E(I, X)$ . Тогда для механизма функционирования второго класса структура  $\sigma$  определен в пространстве морфологических величин, с помощью бинарного отношения  $R$  на компактном множестве  $X$ , причем свойство  $S'_2(\sigma)$  – это рефлексивность, транзитивность и непрерывность сверху отношения  $R$  на компактном множестве  $X$ , а свойство  $S_2(\sigma)$  – не пустота множества  $M'(R, X)$ .

Чтобы показать выводимость второго механизма функционирования из первого механизма функционирования, нужно проверить справедливость (3) и (4) при условии, что отношение  $R$  определено, а именно нужно показать, что:

- в условиях компактности множества  $X$  из полу непрерывности сверху вытекает рефлексивность, транзитивность и непрерывность сверху отношения  $R$ ;
- из  $M'(R, X) \neq \emptyset$  вытекает  $E(I, X) \neq \emptyset$

Если отношение  $R$  непрерывно сверху на множестве  $X$ , то в каждой точке верхний срез отношения  $R$  замкнут, как пересечение замкнутых верхних срезов порядков, соответствующих отдельным функциям семейства. В силу этого механизм визуальной проводки, может считать не различимым с механизмом приборной проводки. Свойство не различимости механизмов проводки судна по заданному маршруту формирует элементы информационной избыточности и соответственно позволяет идентифицировать личные и коллективные ошибки «человеческого элемента», включенного в состав судовой ходовой вахты.

### Литература

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

## ВЫРАВНИВАНИЕ ПОЗИЦИОННОГО РАВНОВЕСИЯ БУРОВОГО СУДНА

Юдин Ю. И., Петров С. О., Иванов В. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения)

The article presents calculation method, based on consecutive position stability control of drilling vessel during dynamic positioning.

Для решения задачи, связанной с оценкой безопасности динамического позиционирования бурового судна используются уравнения равновесия, которые решаются для различных возможных комбинаций внешних нагрузок [1]. Это реально осуществимо при определённом совокупном количестве движителей и средств активного управления, задействованных в управлении буровым судном. Необходимо признать, что усложняющим обстоятельством, даже в этом случае, является использование в качестве движителей поворотных винтовых колонок, наличие которых создаёт дополнительные неизвестные, а именно, углы их разворота. На буровом судне «В.Шашин» работу системы динамического позиционирования (ДП) обеспечивают два основных движителя (гребные винты) и пять подруливающих устройств (ПУ). В связи с этим, статическое равновесие, описываемое системой из трёх уравнений [1], содержит множество избыточных переменных, что порождает неопределённость её решения. Поэтому здесь предлагается расчётная методика, построенная на последовательном выравнивании состояния равновесия бурового судна при выполнении им ДП. При этом используются различные варианты решения системы уравнений равновесия, которые исключают неопределённость в результатах такого решения.

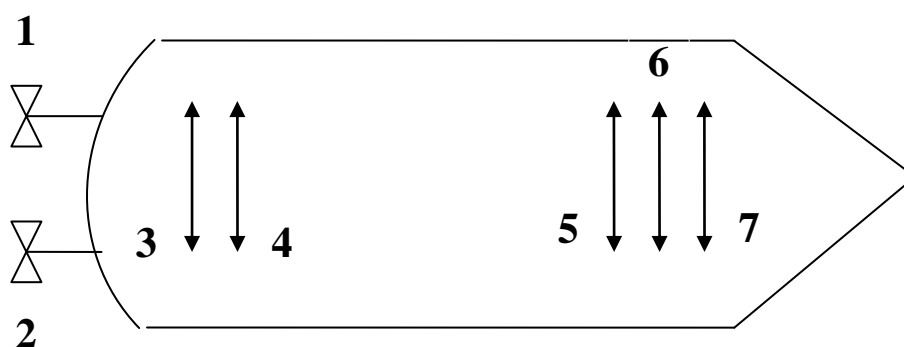


Рис.1. Схема расположения основных и вспомогательных движителей бурового судна «В.Шашин».

На рис.1 показана схема расположения движителей бурового судна «В.Шашин», которые обеспечивают работу системы ДП. В табл.1 приведены краткие технические данные об этих движителях.



Таблица 1

№ двигателя	Мощность $N$ , кВт	Упор $T$ , кН	Координаты		$n$ , об/мин
			$x$ , м	$y$ , м	
1	2760	440	-	-4.46	145
2	2760	440	-	-4.46	145
3	1380	180	-61.1	-	225
4	1380	180	-57.6	-	225
5	1380	180	52.8	-	225
6	1380	180	56.3	-	225
7	1380	180	59.8	-	225
Итого	12420	[ 8694 (70%) ]			

Кроме этих данных необходимо определить зависимости упоров двигателей при неполной нагрузке. Это позволит, используя известную часть нагрузки, определить необходимые усилия или моменты для обеспечения равновесия судна в условиях изменяющихся внешних воздействий. При этом суммарная мощность, потребляемая двигателями и ПУ бурового судна «В.Шашин», должна быть ограничена некоторым численным значением, так как буровое судно в режиме бурения тратит значительную часть мощности на потребности процесса бурения и жизнеобеспечения судна. Обычно указанная часть мощности составляет 70%, что в абсолютном выражении определяется значением в 8694 кВт. В представленных расчётах авторы руководствовались именно этим значением, считая, что в рамках обозначенной мощности обеспечивается безопасное функционирование системы ДП. Напомним, что речь идёт именно о системе ДП, а не безопасности выполнения буровых работ. Эти работы имеет собственные критерии безопасности и не всегда связаны с работой системы ДП (например, в случае значительной качки).

#### **Выбор усилий активных средств управления**

В предлагаемой методике выравнивания равновесия существует определённая последовательность достижения равновесия при предварительно определённых вычислительным способом внешних воздействиях и выбранных двигателях с их техническими характеристиками, представленными в табл.1. Решение рассматриваемой задачи выполняется пошагово.

*Шаг 1.* Находится продольное усилие  $X_{\Sigma}$  как сумма аэродинамической и гидродинамической сил (сила воздействия течения), действующих в направлении продольной оси  $X$  координатной системы ХОУ, связанной с судном.

Усилие уравнивается упором основных двигателей бурового судна «В.Шашин»:

*Вариант а)*: гребной винт 1 или гребной винт 2, показанный на схеме рис.1. Какой из винтов выбрать в конкретном варианте внешней нагрузки, определяется однозначно, исходя из того, что появляющийся при работе гребного винта момент вращения должен противодействовать моменту, образуемому в результате действия внешних сил. В итоге внешняя сила уравнивается, но появляется дополнительный момент  $M_{don}$ . Итак,  $T_1 = X_{\Sigma}$ ,  $M_{don} = T_1 \times x_1$ .

*Вариант б)*: винты 1 и 2, показанные на схеме рис.1. В этом случае внешняя сила уравнивается без появления дополнительного момента, т.е.  $M_{don} = 0$ .

Естественно, что в обоих вариантах винты работают при частичном расходовании мощности и необходимый для уравнивания упор винта определяется величиной части расходуемой мощности. Зависимости упора от мощности при работе винта на переднем и заднем ходах приводятся на соответствующих графиках и представлены аппроксимационными формулами.

*Шаг 2.* Сумму момента внешних сил и дополнительного момента  $M_{don}$  уравниваем действием ПУ из группы 3, 4 или группы 5, 6, 7. При этом выбор группы не имеет значения, так как ПУ могут работать на любой борт судна и, следовательно, создавать момент любого знака. Можно для определенности брать всегда носовое подруливающее устройство (НПУ) 7, тогда  $T_7 \times x_7 = M_{\Sigma} + M_{don}$ . При этом появляется дополнительное поперечное усилие  $Y_{don} = T_7$ .

*Шаг 3.* Сумму поперечной силы от внешних воздействий  $Y_{\Sigma}$  и дополнительной поперечной силы  $Y_{don}$  уравниваем действием одного кормового подруливающего устройства (КПУ) и одного НПУ. При этом момент вращения, возникающий от их совместного действия должен быть равным нулю. На этом шаге равновесие описывается системой двух уравнений равновесия:

$$Y_{\Sigma} + Y_{don} = - (T_3 + T_5)$$

$$T_3 \times x_3 + T_5 \times x_5 = 0 \quad (1)$$

В данном случае для конкретности взяты КПУ 3 и НПУ 5, хотя можно было взять и другие пары КПУ и НПУ. Решение системы (1) позволяет получить значения упоров выбранных для использования ПУ:

$$T_3 = \frac{(Y_{\Sigma} + Y_{don})}{x_3 / x_5 - 1} \quad T_5 = - \frac{Y_{\Sigma} + Y_{don}}{x_3 / x_5 - 1} \times x_3 / x_5 \quad (2)$$

По значениям упоров  $T_3$  и  $T_5$  определяются значения мощностей, потребляемых ПУ 3 и ПУ 5.

*Шаг 4.* Подсчитываются мощности отдельных движителей, вовлечённых в процесс выравнивания, они складываются, и их суммарная мощность проверяется нахождение в пределах 70% общей мощности. Если данное условие, соответствующее безопасному функционированию ДП выполняется, то процесс выравнивание заканчивается.

Если мы не достигаем указанного предела (70%), т.е. имеется дополнительный запас мощности, то допускается увеличение интенсивности внешнего воздействия, посредством увеличения скорости ветра, и производится новый цикл выравнивания. Если же предел допустимого значения расходуемой мощности превышен, то интенсивность действия внешнего фактора следует снизить, и вновь произвести выравнивание.

### Соотношение упоров и нагрузок движителей судна.

Для определения соотношений упоров и мощностей движителей бурового судна «В.Шашин» при частичных загрузках последних, используем хорошо выверенные соотношения, приведённые в справочнике Гофмана А.Д. [1]. Поскольку судно на точке бурения можно считать условно неподвижным, значения коэффициентов упора  $K_T$  и момента  $K_Q$  движителей соответствуют их значениям при работе в швартовном режиме. Поэтому, используя универсальные диаграммы (рис.2), являющиеся графическим представлением зависимостей  $K_T(J)$  и  $K_Q(J)$  ( $J$  – относительная поступь), определяем значения коэффициентов  $K_T$  и  $K_Q$  для различных значений шагового отношения гребного винта  $P/D$  ( $P$  – шаг винта,  $D$  – диаметр винта).

После оцифровки нужных значений коэффициентов в среде MathCad получаем аппроксимации зависимостей коэффициентов  $K_T$  и  $K_Q$  от шагового отношения в виде полиномов второго порядка:

коэффициент упора на переднем ходу

$$K_T = -0.202 + 0.694 \times \left(\frac{P}{D}\right) - 0.206 \times \left(\frac{P}{D}\right)^2 \quad (3a)$$

коэффициент упора на заднем ходу

$$K_T = -0.026 + 0.52 \times \left(\frac{P}{D}\right) - 0.11 \times \left(\frac{P}{D}\right)^2 \quad (3б)$$

коэффициент момента

$$K_Q = (-0.135 + 0.453 \times \left(\frac{P}{D}\right) + 0.209 \times \left(\frac{P}{D}\right)^2) / 10 \quad (3в)$$

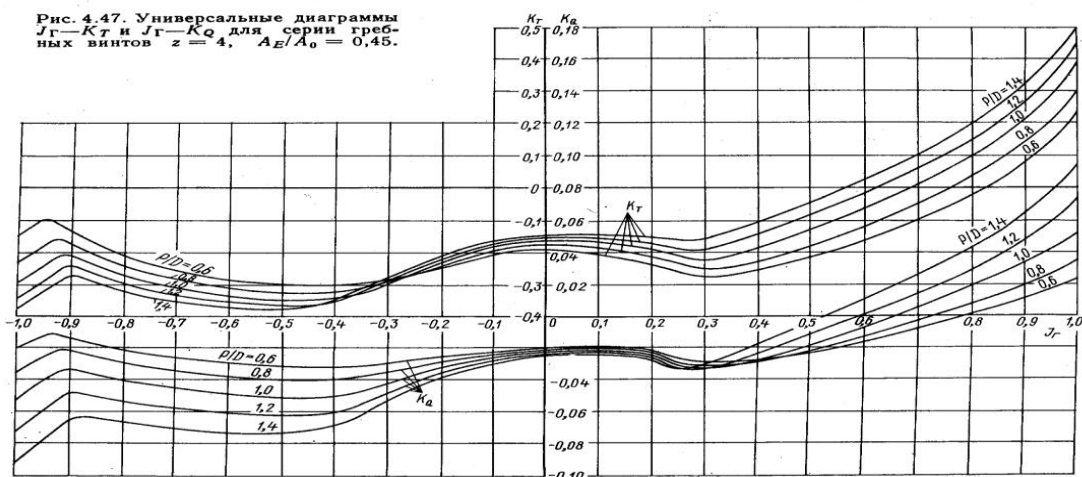


Рис.2. Универсальные диаграммы коэффициентов упора и момента гребного винта.

Заметим, что формула для коэффициента момента одинакова для переднего и заднего ходов, так как они отличаются только знаком. Потребляемая винтом мощность задается классической формулой  $N = 2\pi\rho n^3 D^5 \times K_Q$  ( $n$  – обороты гребного винта,  $\rho$  – массовая плотность воды), а упор и момент просто выражаются через соответствующие коэффициенты  $T = K_T \times \rho D^4 n^2$  и  $Q = K_Q \times \rho D^5 n^2$ . Эта совокупность формул даёт возможность выразить упор винта через его мощность следующим образом. Из формулы мощности находим шаговое отношение как функцию мощности. Это возможно простым решением квадратного уравнения относительно шагового отношения  $P/D$ :

$$K_Q = (-0.135 + 0.453 \times \left(\frac{P}{D}\right) + 0.209 \times \left(\frac{P}{D}\right)^2) / 10 = N / 2\pi\rho n^3 D^5$$

Получаем

$$P/D = \frac{-0.453 + \sqrt{0.20521 + 0.836 \times (0.135 + 10N / 2\pi\rho n^3 D^5)}}{0.418}$$

Вводя данные нашего винта с  $D = 4.0$  м  $n = 2,42$  с<sup>-1</sup>,  $N_{ном} = 2760$  кВт, а также приводя к процентной загрузке по мощности от номинальной, получим окончательную формулу:

$$P/D = \frac{-0.453 + \sqrt{0.20521 + 0.836 \times (0.135 + N(\%) / 9285)}}{0.418} \quad (4)$$

Если теперь подставить найденное значение относительного шага винта в формулы для коэффициента упора 3а или 3б, а затем в формулу самого упора, то мы получаем связь мощности, расходуемой гребным винтом  $N(\%)$  с упором:

для переднего хода

$$T_{\text{мх}} = \rho D^4 n^2 K_T \left( \frac{P}{D} \right) = 15325 \times \left( -0.202 + 0.694 \times \left(\frac{P}{D}\right) - 0.206 \times \left(\frac{P}{D}\right)^2 \right) \quad (5a)$$

для заднего хода

$$T_{\text{зх}} = \rho D^4 n^2 K_T (P/D) = 15325 \times \left( -0.026 + 0.52 \times \left(\frac{P}{D}\right) - 0.11 \times \left(\frac{P}{D}\right)^2 \right) \quad (5б)$$

Не выписывая пока этих соотношений явно, мы легко реализуем их программно в среде MathCad. Эти зависимости показаны графически на рис.3 – сплошная линия для переднего хода, точечная линия для хода заднего.

Для подруливающих устройств, как винтов в трубе, справочник [2] даёт простое соотношение между мощностью  $N$  и упором  $T$  в ньютонах:

$$T = 800 \sqrt{N^2 D^2} . \quad (6)$$

оцифруем эту формулу для наших подруливающих устройств с номинальной мощностью 1380 кВт, номинальным упором 180 кН и диаметром винта 2.36 м.

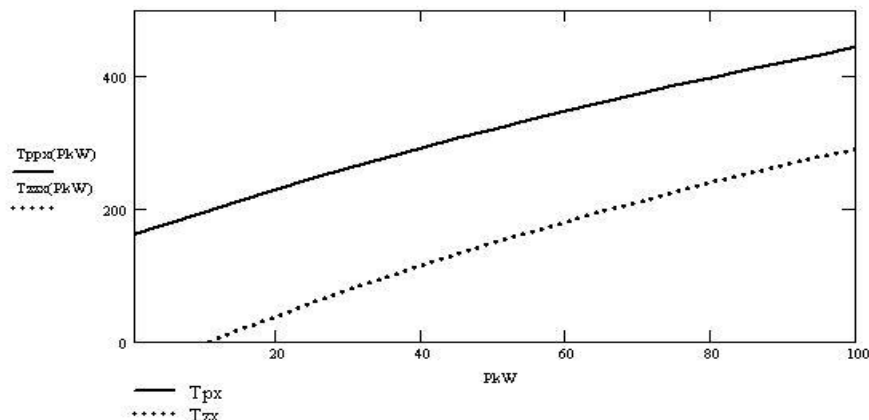


Рис.3. Зависимость упора от степени нагрузки для винтов главного двигателя (на переднем  $T_{рх}$  и заднем  $T_{зх}$  ходах, кН).

Тогда получаем соотношение

$$T = 0.8 \times \sqrt[3]{(1380N/100)^2 \cdot 2.36^2} = 8.16 \times \sqrt[3]{(N(\%))^2}, \quad (7)$$

В полученной формуле (7) мощность задаётся в процентах загрузки винта от номинальной мощности, а упор получается в кН. Соотношение (7) представлено графически на рис.4.

Всех приведённых формул достаточно, чтобы решать задачу выравнивания равновесия судна при действии внешних факторов. Приведём пример численного расчёта по алгоритму выравнивания равновесия.

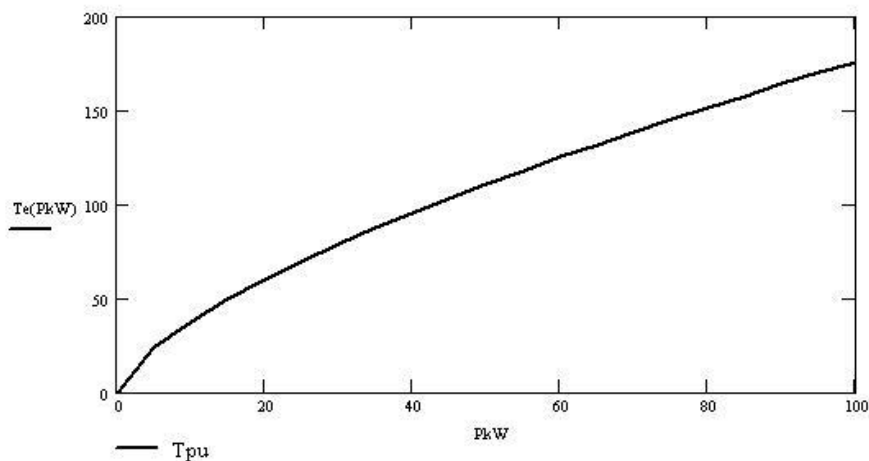


Рис.4. Зависимость упора от степени нагрузки для ПУ (кН).

Предложенная схема выравнивания состояния равновесия бурового судна является эффективной с точки зрения вычислений, а сама схема выбора активных движителей предоставляет их резервирование, что существенно повышает безопасность функционирования ДП.

### Литература

1. Барахта А.В. Оценка безопасности выполнения динамического позиционирования бурового судна методами математического

моделирования: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.22.19/ А.В. Барахта;  
Мурм. гос. техн. ун-т.- Мурманск, 2011. – 22 с.

2. Гофман А.Д. Двигательно-рулевой комплекс и маневрирование судна, Справочник – Л.:Судостроение, 1988, – С.360.

## РАСЧЁТ РАДИАЛЬНОЙ ДИАГРАММЫ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СКОРОСТИ ВЕТРА ДЛЯ БУРОВОГО СУДНА

Ю.И. Юдин, С.О. Петров, В.В. Иванов (г. Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения)

The article presents radial diagram of wind force extreme values estimation for a drilling vessel.

Для расчёта радиальной диаграммы предельных значений скорости ветра воспользуемся методикой последовательного выравнивания равновесно состояния бурового судна «В. Шашин», которая представлена в статье [1]. В расчётах примем направление течения с носа бурового судна, а скорость течения равной 1 м/с. Для каждого заданного направления ветра примем в качестве первоначальной скорость ветра равную 30 м/с, снижая или увеличивая её значение для обеспечения критерия безопасности. Такую процедуру можно легко алгоритмизировать и проводить в любой вычислительной среде, вплоть до Excel. В данном случае эти вычислительные процедуры выполнены в среде MathCad, которая предоставляет широкие возможности, в частности, матричных вычислений. Результаты такой работы приведены в табл.1. Таблица построена по результатам вычислений тяги двигателей и средств активного управления (САУ)  $T_e$  в кН и части мощности  $N$ , расходуемой на их работу в %.

Таблица 1

Ветер 0°, скорость 42.5 м/с				
№ двигателя или САУ	1	3	5	7
$T_e$ , кН	434	-15	-17	32
$N$ , %	96	2.5	3	8
Ветер 10° правый борт (П/Б), скорость 42 м/с				
$T_e$ , кН	412	94	108	46
$N$ , %	85	39	49	14
Ветер 20° П/Б, скорость 32 м/с				
$T_e$ , кН	297	137	159	-69
$N$ , %	47	69	86	25
Ветер 30° П/Б, скорость 26 м/с				
$T_e$ , кН	237	147	170	-57
$N$ , %	32	76	95	18
Ветер 40° П/Б, скорость 23.5 м/с				
$T_e$ , кН	211	144	157	-47

$N, \%$	27	74	92	14
Ветер 50° П/Б, скорость 22.5 м/с				
$T_e, \text{кН}$	187	148	171	-37
$N, \%$	23	77	96	10
Ветер 60° П/Б, скорость 22 м/с				
$T_e, \text{кН}$	163	146	169	-23
$N, \%$	18	76	94	5
Ветер 70° П/Б, скорость 22.5 м/с				
$T_e, \text{кН}$	134	148	171	-13
$N, \%$	14	77	96	2
Ветер 80° П/Б, скорость 23 м/с				
$T_e, \text{кН}$	133	147	171	5
$N, \%$	14	77	96	0.5
Ветер 90° П/Б, скорость 23.5 м/с				
$T_e, \text{кН}$	139	149	172	23
$N, \%$	15	78	97	5

С целью сокращения материала приведены табличные результаты до траверсного угла ( $90^\circ$ ), радиальная диаграмма, показанная на рис.1 даёт представление о предельных значениях скорости ветра с любых направлений.

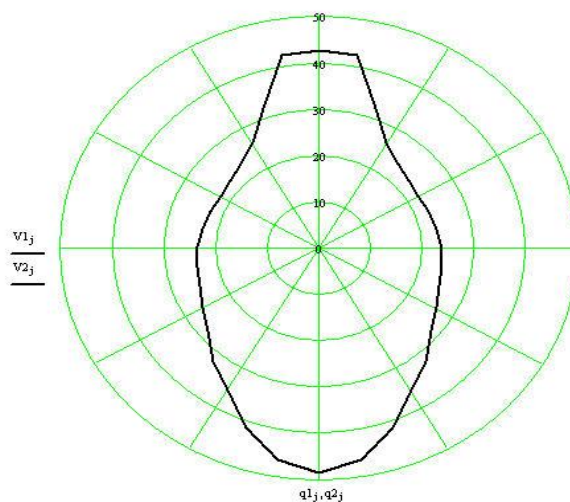


Рис.1. Радиальная диаграмма предельных скоростей ветра, м/с (течение с носа 1 м/с).

Радиальная диаграмма имеет симметричную форму относительно диаметральной плоскости судна. Симметрия радиальной диаграммы сохраняется при действии ветров с левого борта, если компенсацию продольной силы от действия течения выполнять движителем 2, а не движителем 1(рис.2).



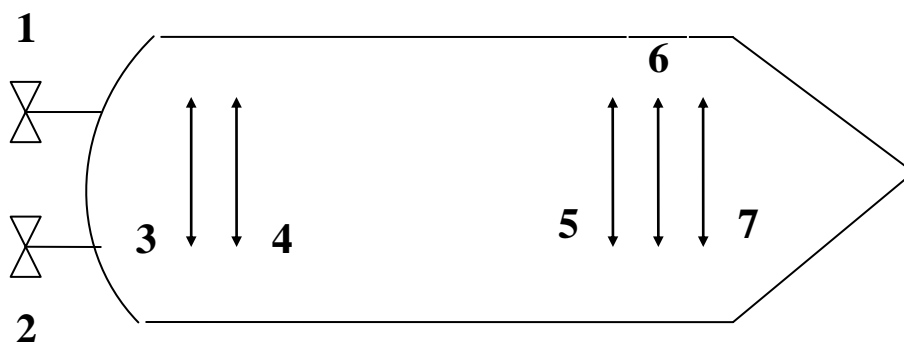
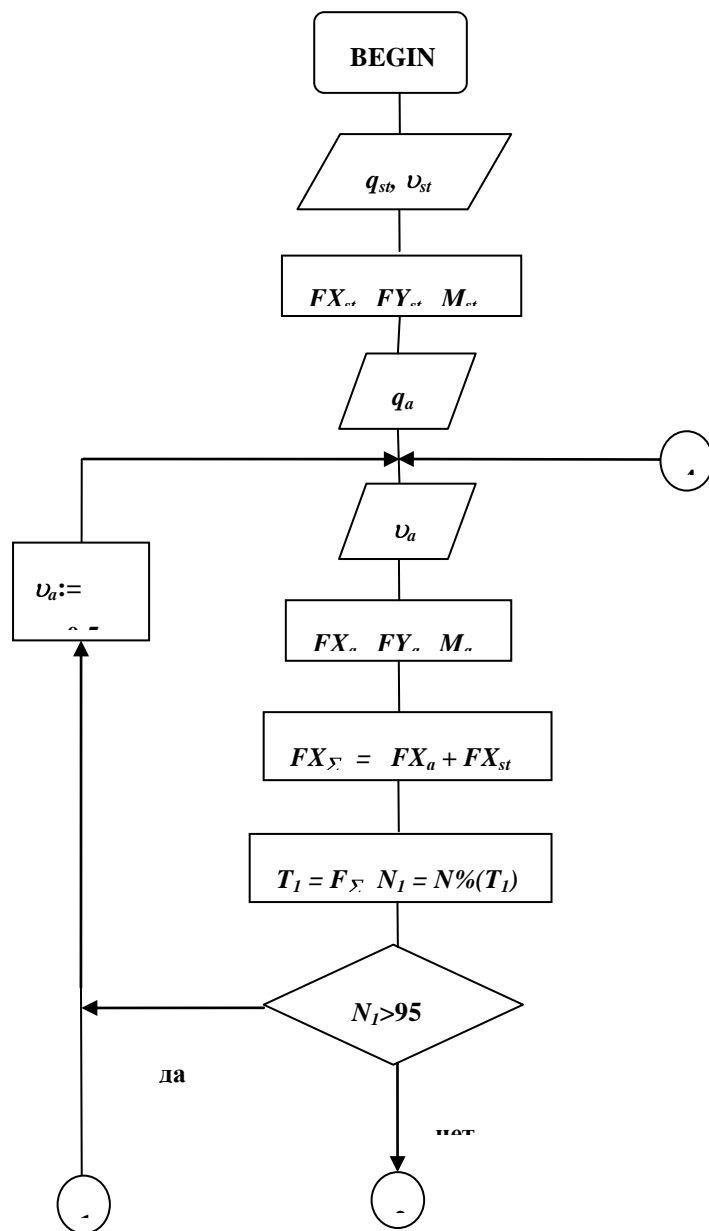


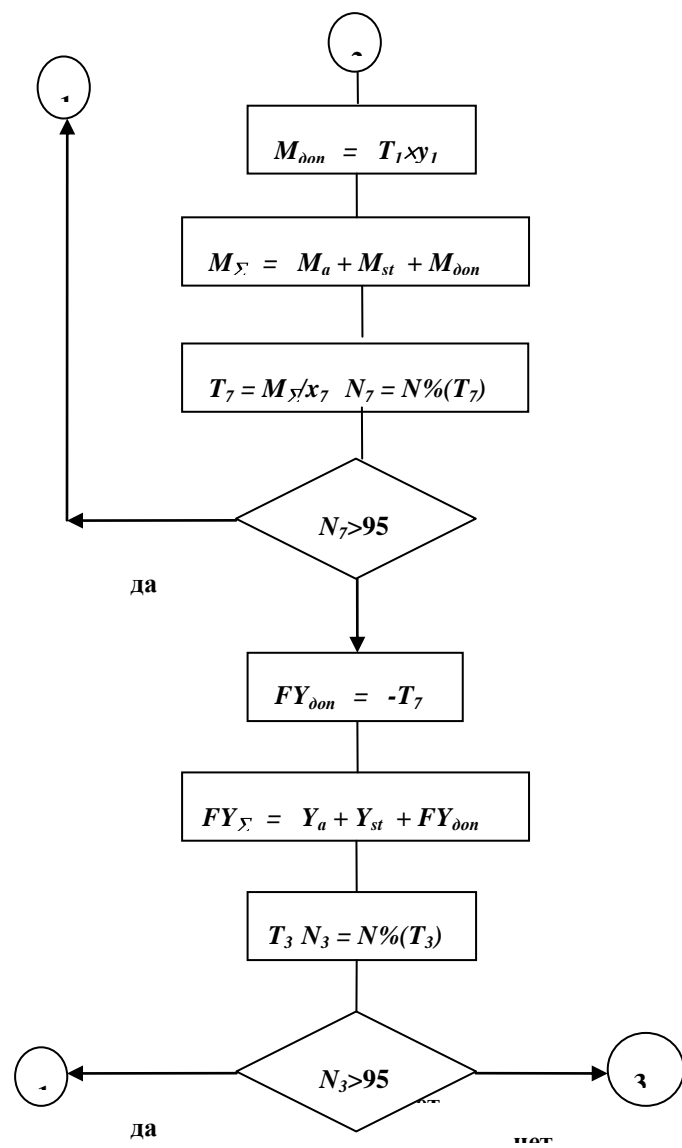
Рис.2. Схема расположения двигателей бурового судна «В.Шашин».

Расчёт уравнивающих усилий автоматизирован в той степени, которую допускает MathCad. Сама работа происходит в соответствии с алгоритмом, который представлен на рис.3. Выполнение этого алгоритма в среде MathCad или иной среде программирования показывает, что алгоритм эффективен и позволяет быстро определять необходимые для равновесия упоры двигателей. При этом нагрузки двигателей согласно алгоритму остаются в заданных пределах от 80% до 95%, хотя эти пределы можно и изменять.

В схеме, показанной на рис.3 введены обозначения следующих параметров:

- направление и скорость течения  $q_{st}, v_{st}$ ;
- направление и скорость ветра  $q_a, v_a$ ;
- составляющие аэродинамической силы и её момент  $X_a, Y_a, M_a$ ;
- составляющие гидродинамической силы и её момент  $X_{st}, Y_{st}, M_{st}$ ;





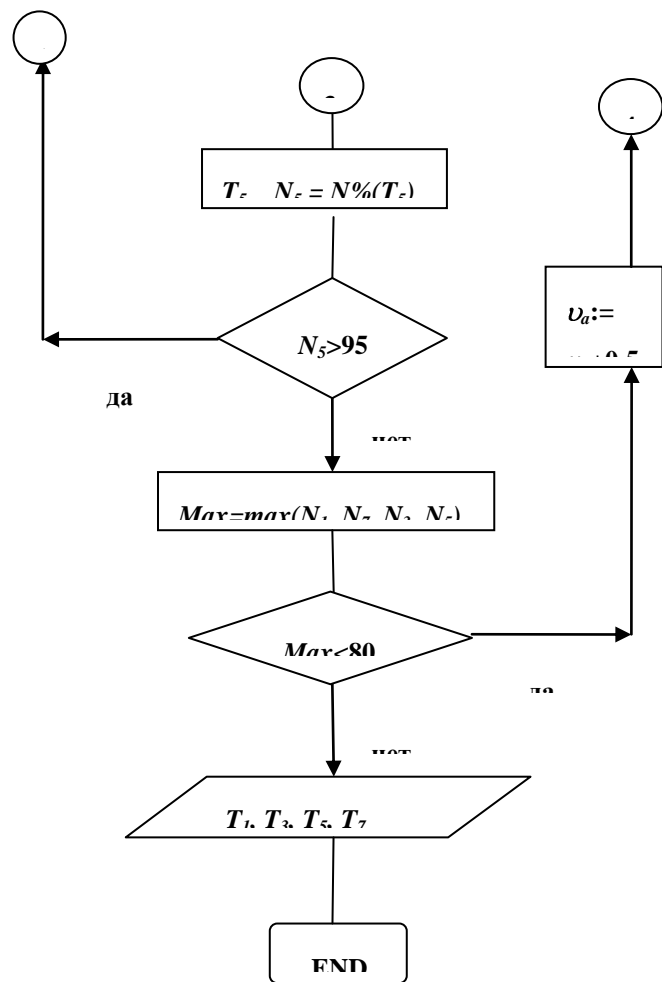


Рис.3. Блок-схема алгоритма уравнивания усилий и определения упоров двигателей, активированных при выполнении динамического позиционирования.

### **Литература**

1. Гофман А.Д. Двигательно-рулевой комплекс и маневрирование судна, Справочник – Л.:Судостроение, 1988, – С. 360.

**ОЦЕНКА АКТУАЛЬНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ШВАРТОВНОЙ ОПЕРАЦИИ К БОРТУ СУДНА, СТОЯЩЕГО НА ЯКОРЕ.**

**Юдин Ю. И., Холичев С. Н., Иванов В.В.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения)

*The article presents need for research in ship's maneuvering field during mooring to a vessel at anchor.*

Швартовка в открытом море, по мнению большинства судоводителей, едва ли не самый сложный вид маневрирования судном в судоводительской практике. Безопасность выполнения швартовной операции в условиях открытого моря требует от судоводителя обширных профессиональных знаний, умения эффективно их использовать в любой, даже самой сложной ситуации, которые может сложиться в процессе маневрирования.

Присутствие в районе выполнения швартовной операции практически всех возмущающих факторов, существенно осложняет управление судном, манёвренные качества которого резко меняются в худшую сторону, а порой становятся просто непредсказуемыми, вследствие этого, даже однотипные швартовки в указанных условиях становятся непохожими друг на друга. Не случайно среди судоводителей, выполняющих швартовные операции не только в открытом море, бытует мнение, которое формулируется, примерно, так: нет ни одного капитана, который бы дважды пришвартовал своё судно абсолютно одинаково в одних и тех же условиях, одним и тем же методом, к одному и тому же судну, поскольку в управление судном вовлечено слишком много переменных факторов. Количество этих факторов многократно увеличивается, если швартовка выполняется к судну, стоящему на якоре. Сложность управления швартовующимся судном в данном случае возрастает многократно, так как судоводителю при выборе способов управления приходится учитывать не только манёвренные качества своего судна и влияния на них внешних факторов, но и характер поведения судна, стоящего на якоре, т.е. судна партнёра по швартовке.

Основной критерий эффективности швартовки, прежде всего, и в первую очередь высокая степень безопасности судов, участвующих в выполнении швартовной операции, а также минимальные временные затраты на её выполнение.

Актуальность поставленной задачи определяется возросшим количеством швартовных операций в условиях открытого моря. Это связано с ускорившимся в последнее время изучением и освоением природных ресурсов шельфовой части северных и восточных морей Российской Федерации. Безопасность на море вообще, и безопасность

швартовных операций в частности всегда будет актуальной проблемой, на решение которой будут направлены многие научно-исследовательские работы в области судовождения. Если швартовные операции будут выполняться с целью перегрузки нефти или нефтепродуктов, что весьма вероятно при сегодняшнем развитии событий в сфере освоения нефтяных и газовых месторождений морского шельфа, актуальность темы безопасности швартовной операции увеличится на порядок. При этом нельзя забывать, что для промысловых судов, занятых ловом рыбы и других морепродуктов, актуальность решения вопроса безопасности швартовных операций в условиях открытого моря по-прежнему значима.

Решая актуальную задачу повышения безопасности швартовных операций в условиях открытого моря, следует, прежде всего, представить основную причину, следствием которой является сложный характер маневрирования швартуемого судна в процессе выполнения швартовной операции.

Основная причина, порождающая трудности в управлении при выполнении швартовной операции к борту судна, стоящего на якоре – это сложно прогнозируемый характер движения (рыскания) судна, стоящего на якоре. В этой связи, эффективность рассматриваемого типа швартовной операции во многом зависит от степени изученности особенностей поведения судна, стоящего на якоре. Особенности поведения судов, стоящих на якоре в каждом конкретном случае зависят от ряда факторов, основными из которых являются:

- гидрометеорологические условия в районе места якорной стоянки;
- текущее состояние загрузки судна и определяемые этим элементы посадки корпуса;
- размеры судна и архитектура его надводной части.

Попытки как-то систематизировать и классифицировать знания, полученные из практического опыта судоводителей, выполнявших швартовные операции к борту судна, стоящего на якоре, не привели к конкретному результату. Более того, до настоящего времени отсутствует единое мнение о степени сложности рассматриваемого здесь вида швартовной операции.

Так, например, известный капитан Б.Д. Шанько в своей монографии «Швартовка рыболовных судов в открытом море» утверждает, что «...швартовка к судам, стоящим на якоре, наиболее распространённый манёвр в практике работы рыбопромысловых флотов... Этот манёвр считается наиболее простым из всех видов швартовки, так как судно, стоящее на якоре, обычно держится носом на ветер или на течение, или по равнодействующей ветра и течения».

Действительно, судно, стоящее на якоре занимает положение в зависимости от направления ветра и течения, а точнее его курс совпадает с

направлением течения и противоположен направлению ветра, однако при определённых соотношениях направлений и скоростей ветра и течения, судно, стоящее на якоре не стабилизируется в определённом положении, оно постоянно рыскает, а амплитуда рыскания имеет переменный характер, сообразно переменному во времени характеру параметров ветра и течения. В связи с этим утверждения В.Д. Шанько о простоте швартовки к борту судна, стоящему на якоре далеко не бесспорны.

Швартовку к борту судна, стоящего на якоре, можно с полной уверенностью отнести к категории сложных манёвров. Такой же точки зрения придерживается капитан С.В. Суворов, который в своём практическом пособии «Швартовка судов» акцентирует внимание судоводителей на том, что швартовка к борту судна, стоящему на якоре «...сложна и небезопасна, требует от судоводителей большого мастерства и чёткого взаимодействия. Но даже при наличии у них этих качеств, и при соблюдении всех предусмотренных на этот случай требований риск швартовки слишком велик» (здесь сохранена редакция автора пособия). В связи этим, С.В. Суворов делает вывод, что «...ввиду сложности проведения подобных операций к ним следует прибегать только тогда, когда обычными, наиболее безопасными методами швартовка невозможна вследствие особых обстоятельств». С такой позицией, в отношении сложности и опасности выполнения швартовочной операции к борту судна, стоящего на якоре, согласны большинство авторов работ, посвящённых обеспечению безопасности маневрирования судов, в частности, при выполнении швартовочных операций.

Для того чтобы представить себе сложность ситуации, в которой находится судоводитель швартуемого судна, выбирая способ маневрирования перед выполнением швартовки к борту судна, стоящего на якоре, процитируем пункты из «Наставления по швартовным и грузовым операциям в море судов флота рыбной промышленности», касающихся выбора тактики маневрирования швартуемого судна:

«При подходе на швартовку к судну, стоящему на якоре, капитан швартуемого судна, чтобы избежать навала, должен учитывать действие ветра и течения, а также рыскливость судна, стоящего на якоре. Скорость швартуемого судна при сближении должна обеспечивать его маневренность во время швартовки.

При подходе к принимающему судну капитан швартуемого судна должен внимательно изучить его поведение на якоре. Для этой цели швартуемое судно должно подойти к стоящему на якоре судну с кормы и удерживаться некоторое время на одном курсе. Затем капитану этого судна необходимо определить сектор рыскливости и период времени между крайними положениями принимающего судна, сопоставить эти данные с направлением ветра и течения и, учитывая их, выбрать самый невыгоднейший момент для сближения и швартовки.



Если судно стоит на якоре против течения, имеющего значительную скорость, и не рыскает, то для швартовки к нему следует подходить с кормы на курсе, почти параллельном его диаметральной плоскости. При подходе следует избегать гашения инерции с помощью работы главного двигателя на задний ход. Подход должен совершаться с постепенным снижением скорости, чтобы судно не теряло управляемости. К моменту подачи носового швартова скорость судна должна равняться скорости течения. Кормовой швартов следует подавать без лишней слабину во избежание намотки его на винт.

Если принимающее судно, стоящее на якоре, сильно рыскает и капитан швартуемого судна считает, что швартовка в данном случае опасна, то капитан принимающего судна обязан сняться с якоря для производства швартовки на ходу или в дрейфе».

Исходя из сказанного выше, следует рассмотреть ряд задач, которые требуют решения для достижения поставленной выше цели исследования.

Выполнение любого сложного манёвра, особенно, такого как швартовка, требует от судоводителя прогнозирования характера движения судна в результате планируемого управляющего воздействия. Очевидно, что управляющее воздействие на судно будет эффективным только в том случае если в результате его осуществления управляемое судно за относительно короткий интервал времени и с соблюдением требований безопасности выполнит заданный манёвр.

Как следует из вышесказанного маневрирование судна при выполнении швартовочной операции к борту судна, стоящего на якоре будет в высокой степени безопасным только при условии предварительного анализа и оценки возможности выполнения швартуемым судном манёвра с учётом его манёвренных характеристик, находящихся под воздействием различных факторов внешней среды.

Анализ и оценка возможности выполнения швартуемым судном необходимого в складывающихся условиях манёвра осуществимы, если для решения этой не простой задачи использовать современные компьютерные средства и технологии. Причём, компьютерное моделирование процесса маневрирования швартуемого судна возможно только при условии наличия его идентифицированной современными способами математической модели.

Безопасность швартовочной операции к борту судна, стоящего на якоре существенно повысится в том случае, когда судоводитель швартуемого судна будет иметь оперативную информацию о вероятных перемещениях судна партнёра. Это также возможно при наличии в компьютере швартуемого судна идентифицированной математической модели судна, стоящего на якоре. В этом случае появляется возможность моделирования всего процесса швартовки с учётом не только динамических особенностей собственного судна, но и судна партнёра.

Естественным продолжением решения представленных здесь задач является автоматизация процесса управления швартуемым судном на основе принципов оптимального управления. Совершенствование способов и методов управления судном при выполнении сложного маневрирования, как задачу оптимального управления, следует рассматривать в трёх возможных постановках, а именно: детерминированной, игровой и стохастической, с последующим построением на основе проведённых исследований системы управления швартуемым судном.

Используемые в настоящее время способы и методы решения задач оптимального управления судном при выполнении им сложного маневрирования с целью повышения его эффективности перестают удовлетворять современному уровню технических возможностей их реализации. В этом случае актуальным является решение задач, связанных с использованием современных инновационных технологий. К такому виду задач следует отнести и задачи, решение которых направлено на совершенствование способов и методов управления маневрирующим судном.

Строительство качественно новых модификаций судов различных видов и назначений, внедрение на них современных движительно-рулевых комплексов с качественно новыми принципами управления, совершенствование и расширение технических возможностей средств измерения параметров, характеризующих движение судна, использование высококачественного компьютерного оборудования, практически, во всех судовых системах, вносит коренные изменения в методы и способы управления маневрированием судна. Таким образом, инновационное развитие методов и способов управления маневрированием судна неразрывно связано с совершенствованием самого судна и его технического оснащённости.

Современный уровень сложности систем управления движением судна в процессе выполнения им сложного маневрирования приводит к необходимости широкого применения соответствующего математического аппарата: дифференциального и интегрального исчисления, для моделирования движения судна в заданных условиях внешней среды; методов математической статистики, для обработки и систематизации информационного материала, используемого при моделировании; теории вероятностей и случайных процессов, для оценки точности измерений и расчётов при управлении судном в условиях нерегулярных стохастических воздействий и др.

Анализ результатов многочисленных научных исследований, направленных на совершенствование способов и методов управления маневрированием судов при детерминированном подходе к решению задач данного типа актуализируют применение игровых и стохастических

методов их решения. Использование математических методов решения задач, направленных на повышение эффективности маневрирования судов в конкретных условиях плавания, в сочетании с применением компьютерной техники и современных информационных технологий является, на наш взгляд, характерной особенностью современных инновационных методов управления движением судна при выполнении им сложного маневрирования.

Повышение уровня требований к безопасности выполнения того или иного манёвра, а вместе с тем и точности его выполнения, является ещё одной немаловажной причиной для поиска наиболее перспективных способов и методов управления судном при выполнении сложного маневрирования.

К ряду причин, определяющих необходимость совершенствования способов и методов управления судном при выполнении им сложного маневрирования, следует отнести следующие причины:

- увеличение интенсивности использования судов при решении ряда технических и технологических задач, требующих минимальных затрат времени на их выполнение и, как следствие, сокращения времени на выполнение сложных манёвров;

- повышение уровня технической оснащённости судов современными средствами управления, что в свою очередь, увеличивает трудоёмкость осуществления процесса управления движением судна при выполнении сложного манёвра и обуславливает необходимость частичной или комплексной автоматизации операций, связанных с управлением;

- применение современных, усовершенствованных и совмещённых с компьютерной техникой средств измерения параметров движения судна, позволяющих непрерывно и в полной мере контролировать параметры движения судна в процессе любого сложного маневрирования;

- увеличение количества информационных источников, представляющих судоводителю информацию, используемую им для повышения эффективности управления судном;

- повышенная информационная загруженность судоводителя, следствием которой может быть частичная или полная потеря информационного контакта с отдельными источниками информации и, как следствие, к потере контроля над управляемым объектом, т.е. судном;

- разработка и использование современных математических методов, идентификации математических моделей движения судов в многообразных эксплуатационных условиях, что предоставляет возможность компьютерного моделирования любого планируемого манёвра и прогнозирования движения судна при выполнении сложного маневрирования на базе его адаптированной математической модели.

Учитывая всё вышесказанное, конкретизируем основные задачи требующие исследования, которые можно сформулировать следующим образом:

- провести подробный анализ характера поведения судна, стоящего на якоре и выявить основные закономерности в его движении (рыскании);
- провести аналитическую оценку используемых в современной морской практике способов и методов выполнения швартовных операций к борту судна, стоящего на якоре с целью определения наиболее оптимальных из них, с точки зрения безопасности;
- разработать и предложить инновационный способ управления судном, швартующимся к борту судна, стоящего на якоре, с использованием современных технических средств измерения параметров движения судна, его управления, компьютерных и информационных технологий;
- разработать математическую модель движения швартующегося судна при одновременном действии ветра, течения и волнения в условиях вероятного мелководья;
- разработать математическую модель движения судна, стоящего на якоре при одновременном действии ветра, течения и волнения в условиях вероятного мелководья и с учётом динамических характеристик якорной системы;
- провести расчётные исследования с целью оценки адекватности разработанных математических моделей движения судов, участвующих в швартовной операции, идентифицировать полученные модели, используя имеющиеся данные натурных экспериментов;
- провести серию модельных экспериментов для определения возможности практического использования разработанного инновационного способа на базе математических моделей движения швартующегося и швартующего судов.

### **Литература**

1. Дмитриев, В.И. Справочник капитана: справочник/ В.И. Дмитриев – Москва: Элмор, 2009. – 797 с.: ил.
2. Снопков, В.И. Управление судном: учебник /В.И. Снопков – Москва: Транспорт, 1991. – 359 с. : ил.
3. Тихомиров В.П. Управление маневрами корабля./ В.П. Тихомиров – Москва: Воениздат, 1963. – 340 с. : ил.
4. Усов, В.Д. Управление судном во время якорных операций./ В.Д.Усов, Ю.Е. Захаров, С.В. Варнаков. – Астрахань: ГП АО «Издательско-полиграфический комплекс «Волга», 2009. – 151 с.: ил.

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.: ил.

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. : ил.

**К ВОПРОСУ О ШТОРМОВАНИИ СУДНА В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ**

**Анисимов А. Н., Анисимов А. А. Бутаков А. А.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра УСиПР);

**Abstract.** In the article the authors try to explain some phenomenon in the behaviour of the sailing vessel in storm in at autumn and winter weather.

Нет таких мореплавателей, которые бы не попадали в условия шторма и не встречались бы с такими штормами, когда дальнейшее плавание судна в бушующем море уже было не безопасно, и, как последний из возможных вариантов, ими применялось штормование судна носом на волну.

Продолжительное время дующий ветер с одних направлений довольно быстро «нагоняет» волну того же направления. Развившееся волнение моря и генеральное направление ветра совпадают. Удержание курса судна в этом генеральном направлении возмущенных сред задача сложная, требующая ответственного и грамотного отношения капитана к управлению судном, хорошей физической подготовки рулевого и особенного интуитивного чувства предугадать, как в следующий момент поведет себя судно. Ситуация усложняется и требует еще большего внимания и напряжения в ночное время, а особенно, при плавании в осенне-зимний период в северных морях.

В данной работе авторы представляют некоторые свои наблюдения при штормовании судна в Карском море в ноябре месяце, где судно подверглось такому явлению, как обледенение. Авторы, на основании анализа классической схемы управления судна в штормовых условиях и общеизвестных механизмов взаимодействия его корпуса с внешней средой, представляют свое видение проблемы, которое подкрепляется практическими материалами.

Тактико-технические данные судна. Танкер «Котлас» постройки 1989 года на верфи Турку, Финляндия; флаг – Россия; класс УЛ1 А1, район плавания неограниченный. Длина наибольшая – 97,40 м; ширина – 14,20 м; высота борта – 6,5 м; максимальная осадка – 4,89 м; высота от киля до самой верхней точки – 39,5 м; валовая вместимость – 2968 р.т.; тип главного двигателя – дизель, 2870 кВт (3900 л.с.); движитель – ВРШ правого вращения.

На рис. 1 представлена фотография экрана ЭКНИС и на рис. 2 самого т/к «Котлас» после штормования носом на волну. В течении всего времени штормования капитан старался придерживаться по возможности направления генерального курса  $230^{\circ}$ . Начало штормования с 03.00 час. 08 ноября 2012 г. Судно с развитой кормовой надстройкой в балласте, средняя осадка около 3 м. В процессе всего времени штормования судно в балласте удерживалось носом на волну, как преобладающий фактор в

процессе штормования по отношению к ветру и старалось удерживать курс так, чтобы заливаемость полубака и главной палубы была минимальной. Направление ветра от W-WSW в течении штормования изменялось до SSW-S румбов.

Из анализа траектории дрейфа судна (рис.1) следует, что в период с 03.00 час судно так или иначе воспринимало направление ветра со стороны правого борта до 09.00 час. В этот период времени генеральное направление дрейфа происходило в направлении действия ветра – правого борта. Изменение направления дрейфа в точке около 09.00 час стало происходить ввиду пересечения меняющимся генеральным направлением ветра диаметральной плоскости штормующегося на волну судна. В следующий период времени с 09.00 час судно воспринимало направление штормового ветра уже с левого борта. Генеральное направление дрейфа в этой ситуации также имеет направление в сторону действия ветра, но уже левого борта.

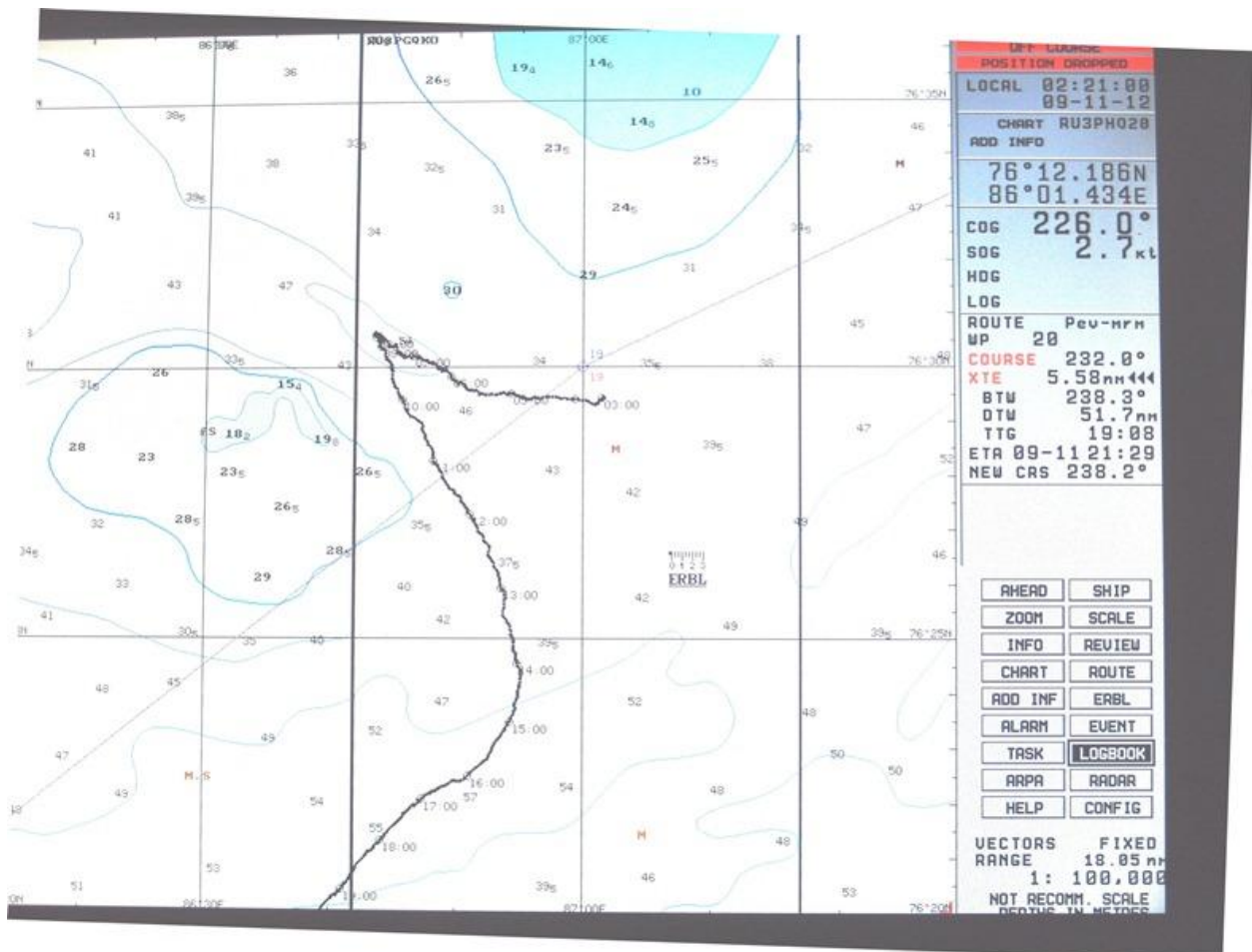


Рис. 1

Фотография ЭКНИС танкера «Котлас» в балласте при плавании в шторм в Карском море в ноябре месяце 2012 года

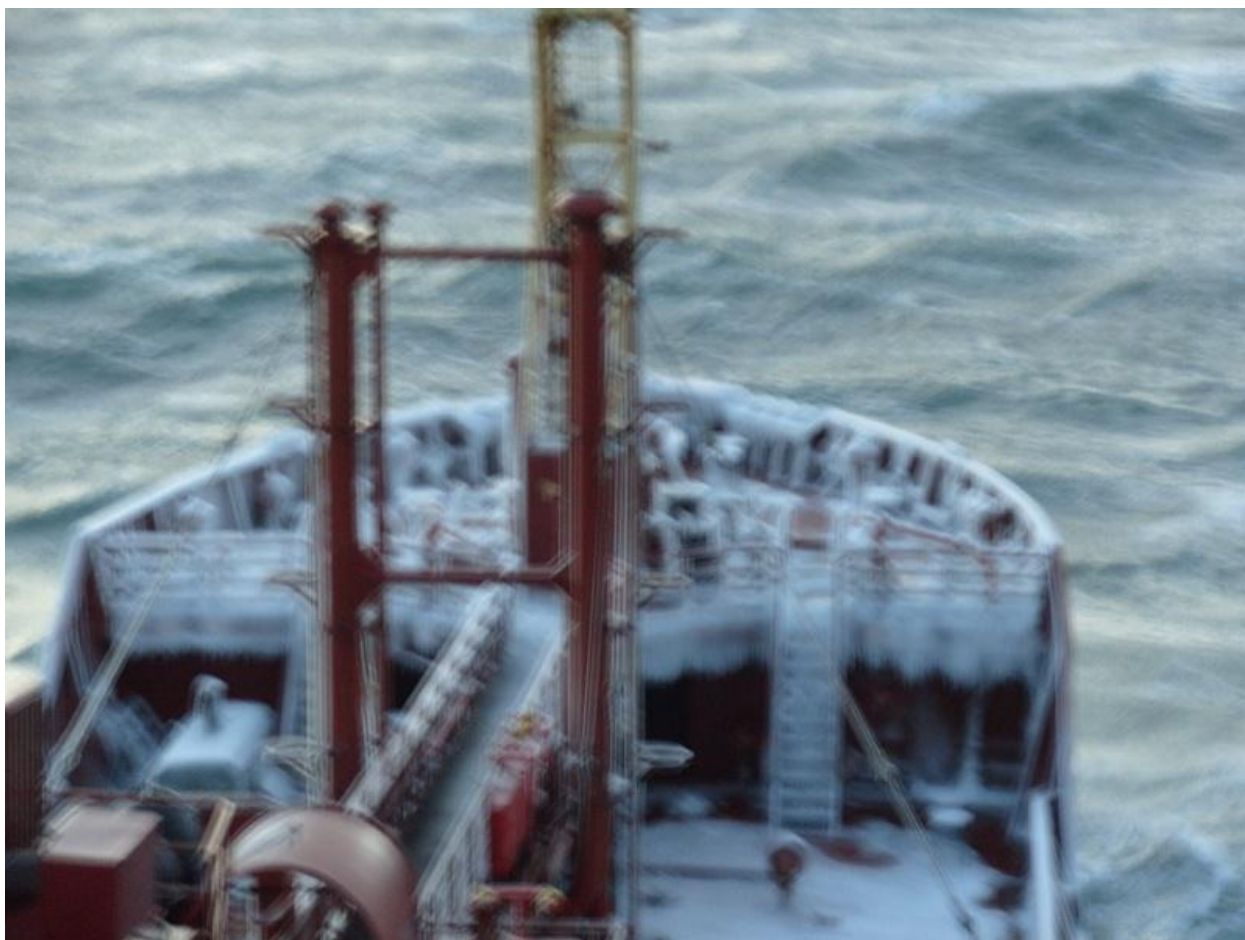


Рис.2

Обледенение танкера «Котлас» в балласте при плавании в Карском море в ноябре месяце 2012 года

Из траектории на рис. 1 можно предположить, что после 15.00 час со значительным изменением направления ветра от юга, но незначительным изменением направления волнения и с уменьшением величины их силы, стало возможным следовать в направлении генерального курса, что так и было на самом деле.

В представленных практических наблюдениях мы видим явно выраженную тенденцию судна уклониться в сторону направления действия ветра. Установленное явление из практических наблюдений авторы обосновывают перераспределением аэродинамических и гидродинамических сил на корпусе судна, что связано с изменением посадки и формы носовых обводов судна ввиду его существенного обледенения. Представленные практические наблюдения, а также в свете рекомендаций МК ПДНВ-78\95 раздел В по подготовке морских специалистов при плавании в ледовых условиях, работа является актуальной и требует дальнейших научных исследований в этом направлении.



## **СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ИМ ШВАРТОВНОЙ ОПЕРАЦИИ К БОРТУ СУДНА, СТОЯЩЕГО НА ЯКОРЕ**

**Юдин Ю. И., Холичев С. Н., Иванов В. В.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения*)

The method of steering the vessel during the mooring operation to another vessel at anchor with application of modern computer technologies based on present aids to navigation is proposed

Проведенный анализ описания поведения судна, стоящего на якоре, а также способов выполнения швартовной операции к борту судна, стоящего на якоре, дает основания сделать вывод о необходимости совершенствования способов и методов осуществления указанной операции.

Судоводитель, управляющий швартуемым судном, должен непрерывно контролировать текущее состояние трёх взаимодействующих систем – внешней среды, собственного судна и судна, стоящего на якоре, к борту которого осуществляется швартовка, а также прогнозировать характер протекания динамических процессов в этих системах. Это значит, что судоводитель должен непрерывно получать и оценивать огромное количество информации о состоянии всех контролируемых систем. На основании этого он должен непрерывно принимать решения, касающиеся характера действий швартуемого судна, что прежде всего относится к управлению основными параметрами движения судна (курс, скорость).

Эффективность швартовной операции в указанных условиях во многом зависит от уровня профессиональных знаний и практического опыта судоводителя, управляющего швартуемым судном. Однако не всегда профессиональных знаний и практического опыта оказывается достаточно, чтобы безопасно выполнить такое сложное маневрирование, как швартовная операция к борту судна, стоящего на якоре. Необходимо признать: в рассматриваемых условиях осуществление безопасного маневрирования возможно только в том случае, когда большая часть информационной нагрузки судоводителя будет с него снята за счёт использования современных информационных технологий, в частности компьютерных. В данной статье предлагается новый способ управления движением судна, которое осуществляет выполнение швартовной операции к борту судна, стоящего на якоре.

Для решения задач, связанных с совершенствованием способов и методов выполнения швартовной операции к борту судна, стоящего на якоре, на наш взгляд, прежде всего следует обратить внимание на методы и способы применения современных компьютерных технологий на базе существующих технических средств, используемых в судовождении. В

данном случае имеются в виду судовые технические средства, позволяющие осуществлять непрерывный контроль за основными кинематическими и динамическими параметрами движения судна и управлять им в соответствии с заданными сигналами управления, рассчитываемыми по установленному алгоритму, исходя из складывающихся в процессе маневрирования обстоятельств.

Основными техническими средствами в предлагаемом нами способе управления являются:

- приёмники спутниковой навигационной системы (СНС), установленные в двух разнесённых по длине судна точках и определяющие текущие координаты последних;
- бортовой компьютер, обеспечивающий обработку информации, поступающей с приёмников СНС и определяющий параметры сигнала управления;
- судовые средства управления движением швартуемого судна, осуществляющие управление им в заданном режиме движения.

Суть предлагаемого способа управления судном при выполнении им швартовной операции к борту судна, стоящего на якоре, заключается в следующем.

Сигнал управления движением швартуемого судна формируется исходя из величин поперечных смещений расположенных на его диаметральной плоскости носовой  $A$  и кормовой  $B$  точек от текущего положения траектории сближения.

Для вычисления поперечных смещений носовой  $A$  и кормовой  $B$  точек швартуемого судна их координаты в неподвижной координатной системе  $A(X_{0A}, Y_{0A})$ ,  $B(X_{0B}, Y_{0B})$  измеряют с помощью спутниковой навигационной системы с дифференциальными поправками; перекладку руля судна производят в зависимости от комбинации поперечных смещений носовой  $d_A$  и кормовой  $d_B$  точек швартуемого судна относительно текущего положения траектории сближения, которое определяют используя заданную точку как объект, с которым происходит сближение швартуемого судна и его центр тяжести. Текущие положения заданной точки и центра тяжести швартуемого судна определяют положение траектории сближения, проходящей через две точки в виде прямой линии, которая соединяет текущее положение заданной точки и центра тяжести швартуемого судна  $G$ . Текущие координаты его центра тяжести в неподвижной координатной системе рассчитывают по формулам:

$$\begin{aligned} Y_{0G} &= Y_{0A} - [(Y_{0A} - Y_{0B}) \times (X_A - X_G)] / (X_A - X_B); \\ X_{0G} &= X_{0A} - [(X_{0A} - X_{0B}) \times (X_A - X_G)] / (X_A - X_B), \quad (1) \end{aligned}$$

где  $X_{0G}$ ,  $Y_{0G}$  – координаты центра тяжести швартуемого судна в неподвижной координатной системе;  $X_{0A}$ ,  $Y_{0A}$  – координаты точки  $A$  в неподвижной координатной системе;  $X_{0B}$ ,  $Y_{0B}$  – координаты точки  $B$  в неподвижной координатной системе;  $X_A$ ,  $X_B$  – абсцисса носовой и кормовой точек швартуемого судна соответственно, в координатной системе  $(X, Y)$ , связанной с судном;  $X_G$  – абсцисса центра тяжести швартуемого судна в координатной системе, связанной с судном, текущие координаты заданной точки определяют с помощью спутниковой навигационной системы с дифференциальными поправками.

Текущие координаты заданной точки определяют с помощью спутниковой навигационной системы с дифференциальными поправками.

Затем определяют с помощью СНС с дифференциальными поправками координаты носовой  $A_n$  ( $X_{0An}$ ,  $Y_{0An}$ ) и кормовой  $B_n$  ( $X_{0Bn}$ ,  $Y_{0Bn}$ ) точек, расположенных на диаметральной плоскости судна, стоящего на якоре в неподвижной координатной системе, рассчитывают :

- координаты центра тяжести судна, стоящего на якоре  $G_n(X_{0Gn}$ ,  $Y_{0Gn}$ ), в неподвижной координатной системе по формулам:

$$\begin{aligned} Y_{0Gn} &= Y_{0An} - [(Y_{0An} - Y_{0Bn}) \times (X_{An} - X_{Gn})] / (X_{An} - X_{Bn}); \\ X_{0Gn} &= X_{0An} - [(X_{0An} - X_{0Bn}) \times (X_{An} - X_{Gn})] / (X_{An} - X_{Bn}), \end{aligned} \quad (2)$$

где  $X_{0Gn}$ ,  $Y_{0Gn}$  – координаты центра тяжести судна, стоящего на якоре, в неподвижной координатной системе;  $X_{0An}$ ,  $Y_{0An}$  – координаты точки  $A_n$  в неподвижной координатной системе;  $X_{0Bn}$ ,  $Y_{0Bn}$  – координаты точки  $B_n$  в неподвижной координатной системе;  $X_{An}$ ,  $X_{Bn}$  – абсцисса носовой и кормовой точки судна, стоящего на якоре, соответственно, в координатной системе  $(X_n, Y_n)$ , связанной с судном, стоящим на якоре;  $X_{Gn}$  – абсцисса центра тяжести судна, стоящего на якоре, в координатной системе, связанной с судном, стоящим на якоре;

- координаты точек  $A'_n(X_{A'n}$ ,  $Y_{A'n})$  и  $B'_n(X_{B'n}$ ,  $Y_{B'n})$ , расположенных на перпендикулярах к диаметральной плоскости судна, стоящего на якоре, восстановленных в точки  $A_n$  и  $B_n$  соответственно, по формулам:

$$\begin{aligned} X_{A'n} &= X_{An} + [h + 0,5(B + B_n)] \times \cos \psi_n; \\ Y_{A'n} &= Y_{An} - [h + 0,5(B + B_n)] \times \sin \psi_n; \\ X_{B'n} &= X_{Bn} + [h + 0,5(B + B_n)] \times \cos \psi_n; \\ Y_{B'n} &= Y_{Bn} - [h + 0,5(B + B_n)] \times \sin \psi_n, \end{aligned} \quad (3)$$

при этом величина отрезков  $A_n A'_n = B_n B'_n = h_0$  определяется с помощью зависимости, представленной формулой:

$$h_0 = h + 0,5(B + B_n), \quad (4)$$

где  $B$  – ширина швартуемого судна;  $B_n$  – ширина судна, стоящего на якоре;  $\psi_n$  – курс судна, стоящего на якоре. Значение курса судна, стоящего на якоре,  $\psi_n$  рассчитывается с использованием значений координат точек  $A_n$  и  $B_n$  в неподвижной координатной системе, а именно:

$$\psi_n = \arctg[(X_{0An} - X_{0Bn}) / (Y_{0An} - Y_{0Bn})]; \quad (5)$$

- координаты проекции центра тяжести судна, стоящего на якоре  $G'_n(X_{OG'n}, Y_{OG'n})$  в неподвижной координатной системе, на траекторию сближения в конечной стадии швартовки. Данная траектория проходит параллельно диаметральной плоскости судна, стоящего на якоре, через точки  $A'_n$  и  $B'_n$ :

$$\begin{aligned} X_{OG'n} &= X_{OGn} + h_0 \times \cos \psi_n; \\ Y_{OG'n} &= Y_{OGn} - h_0 \times \sin \psi_n; \end{aligned} \quad (6)$$

- координаты второй заданной точки  $P_2 (X_{OP2}, Y_{OP2})$  в неподвижной координатной системе:

$$\begin{aligned} X_{OP2} &= X_{OG'n} + m \times \sin \psi_n; \\ Y_{OP2} &= Y_{OG'n} + m \times \cos \psi_n; \end{aligned} \quad (7)$$

- координаты первой заданной точки  $P_1 (X_{OP1}, Y_{OP1})$  в неподвижной координатной системе:

$$\begin{aligned} X_{OP1} &= X_{OP2} - S_T \times \sin \psi_n; \\ Y_{OP1} &= Y_{OP2} - S_T \times \cos \psi_n, \end{aligned} \quad (8)$$

где  $S_T$  – тормозной путь швартуемого судна при переходе его со скорости  $v = v_n$  к скорости  $v = v_k = v_{st}$  ( $v_n$  – начальная скорость, т.е. скорость швартуемого судна в первой заданной точке  $P_1$ ,  $v_k$  – конечная скорость, т.е. скорость швартуемого судна во второй заданной точке  $P_2$ ,  $v_{st}$  – скорость течения в районе якорной стоянки), длина тормозного пути равна расстоянию, преодолеваемому швартуемым судном при переходе его из заданной точки  $P_1$  в заданную точку  $P_2$ .

Текущее значение длины тормозного пути швартуемого судна может быть рассчитано с использованием уравнения его движения:

$$dv/ds = f(v, C_1, C_2, C_3, \dots), \quad (9)$$

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 швартовочной операции).

Текущее значение длины тормозного пути швартуемого судна в процессе его сближения с судном, стоящим на якоре, определяется интегрированием уравнения движения швартуемого судна (9) в пределах от  $v = v_n$  до  $v = v_{st}$ , т.е.

$$S_T = \int_{v_n}^{v_{st}} f(v, C_1, C_2, C_3, \dots) dv \quad (10)$$

При этом текущие значения параметров уравнения движения швартуемого судна (9)  $C_1, C_2, C_3, \dots$  в процессе выполнения швартовной операции может непрерывно идентифицироваться с использованием метода, описанного в работе (Юдин, 2007), (Юдин, 2009).

Наличие полученных указанным способом данных позволяет осуществлять сближение швартуемого судна с судном, стоящим на якоре, в три этапа.

*1-й этап* – выход швартуемого судна в первую заданную точку  $P_1$ . Текущее положение первой заданной точки  $P_1(X_{OP1}, Y_{OP1})$  на текущем положении линии, проходящей через текущее положение точек  $A'_n(X_{A'n}, Y_{A'n})$  и  $B'_n(X_{B'n}, Y_{B'n})$ , определяется величиной отрезка  $P_1P_2$ . Его длина равна расстоянию, проходимому швартуемым судном при снижении его текущей скорости  $v$  до значения, равного скорости течения  $v_{st}$ , в момент выхода швартуемого судна на траверз судна, стоящего на якоре, т.е. в момент, когда центр тяжести швартуемого судна будет находиться в точке  $P_2$ . Управление швартуемым судном во время сближения с судном, стоящим на якоре, осуществляется по величинам поперечных отклонений носовой  $d_A$  и кормовой  $d_B$  точек швартуемого судна от текущего положения траектории сближения, проходящей через текущее положение центра тяжести швартуемого судна  $G(X_{OG}, Y_{OG})$  и текущего положения первой заданной точки  $P_1(X_{OP1}, Y_{OP1})$ .

Возникающие поперечные смещения вырабатывают сигнал на отклонение рулевого органа, например руля швартуемого судна, по закону:

$$\alpha_r = -k_A \times d_A + k_B \times d_B, \quad (11)$$

где  $k_A, k_B$  – коэффициенты усиления по поперечным смещениям носовой и кормовой точек швартуемого судна от текущего положения траектории сближения. Это положительные величины, причём  $k_A$  больше  $k_B$ . Угол перекадки руля  $\alpha_r$  считается положительным при его перекадке в сторону правого борта швартуемого судна.

Окончание 1-го этапа сближения швартуемого судна с судном, стоящим на якоре, совпадает с моментом выхода швартуемого судна в первую заданную точку, т.е. в момент, когда центр тяжести швартуемого судна будет находиться в точке  $P_1$ .

*2-й этап* – выход швартуемого судна во вторую заданную точку  $P_2$ . Текущее положение второй заданной точки  $P_2(X_{OP2}, Y_{OP2})$  на текущем положении линии, проходящей через точки  $A'_n(X_{A'n}, Y_{A'n})$  и  $B'_n(X_{B'n}, Y_{B'n})$ , определяется заданным расстоянием  $m$  между центрами тяжести швартуемого судна и судна, стоящего на якоре, в конечной стадии швартовки. Управление швартуемым судном во время сближения с судном, стоящим на якоре, осуществляется по величинам поперечных отклонений носовой  $d_A$  и кормовой  $d_B$  точек швартуемого судна от

текущего положения траектории сближения, в качестве которой используется текущее положение линии, проходящей через точки  $A'_n(X_{A'n}, Y_{A'n})$  и  $B'_n(X_{B'n}, Y_{B'n})$ . Окончание 2-го этапа сближения швартуемого судна с судном, стоящим на якоре, совпадает с моментом выхода швартуемого судна во вторую заданную точку, т.е. в момент, когда центр тяжести швартуемого судна будет находиться в точке  $P_2$ .

*3-й этап.* После выхода швартуемого судна в точку  $P_2$  осуществляется дальнейшее сближение швартуемых судов до непосредственного контакта «борт к борту».

С этой целью заданное текущее положение траектории сближения швартуемых судов, т.е. линия  $A'_nB'_n$ , постепенно смещается параллельно ДП судна, стоящего на якоре, в сторону данного судна со скоростью не больше допустимого значения скорости поперечного движения швартуемого судна в направлении судна партнёра  $v_d$ . Скорость  $v_d$  определяется исходя из безопасности швартовной операции, а именно из условия безопасного гашения поперечной скорости движения швартуемого судна в момент непосредственного контакта швартуемых судов средствами кранцевой защиты борта судна, стоящего на якоре. Параллельное смещение линии  $A'_nB'_n$  в сторону судна, стоящего на якоре, обусловлено смещением точек  $A'_n$  и  $B'_n$ , текущее положение которых рассчитывается непрерывно в зависимости от значения расстояния  $h$  между бортами швартуемых судов. Постепенное уменьшение значения  $h$  в соответствии с законом

$$dh/dt = f(v_d, h, h_0, \dots)$$

приводит к изменению значения задаваемого расчётным способом расстояния между ДП швартуемых судов  $h_0 = h + 0,5 \times (B_n + B)$ , что, в свою очередь, изменяет координаты точек  $A'_n$  и  $B'_n$ , и в конечном итоге линия  $A'_nB'_n$  смещается в сторону судна, стоящего на якоре, оставаясь параллельной его ДП.

Смещение линии  $A'_nB'_n$  от исходного положения в сторону судна, стоящего на якоре, образует смещение  $d_A, d_B$  носовой  $A$  и кормовой  $B$  точек швартуемого судна соответственно. Формируется сигнал управления

$$\alpha = -k_A \times d_A + k_B \times d_B,$$

и ДП швартуемого судна приводится к новому положению линии  $A'_nB'_n$  до их полного совпадения. Далее процесс смещения линии  $A'_nB'_n$  по указанному алгоритму в сторону судна, стоящего на якоре, будет повторяться многократно, также многократно будут образовываться смещения носовой  $d_A$  и кормовой  $d_B$  точек швартуемого судна относительно текущего положения линии  $A'_nB'_n$ . Смещения носовой  $A$  и кормовой  $B$  точек швартуемого судна относительно текущего положения линии  $A'_nB'_n$  будет приводить к формированию управляющего сигнала средства управления швартуемым судном. Работа средства

управления вернёт ДП швартуемого судна на линию, совпадающую с текущим положением линии  $A'_n B'_n$ .

Смещение линии  $A'_n B'_n$  в сторону судна, стоящего на якоре, будет происходить до тех пор, пока расстояние  $h_0$  между ДП швартуемых судов не будет равно значению, определяемому из выражения  $h_0 = 0,5 \times (B_n + B)$ , т.е. в этот момент расстояние между бортами швартуемых судов будет равно нулю:  $h = 0$ . Указанный момент в предлагаемом способе управления судном при выполнении им швартовной операции к борту судна, стоящего на якоре, считается моментом окончания 3-го, последнего этапа швартовной операции.

Управление судном, осуществляющим сложное маневрирование во время выполнения швартовной операции к борту судна, стоящего на якоре, сопряжено с достаточно большим риском аварийного происшествия или, в худшем случае, аварии. Вышеизложенный способ направлен на обеспечение безопасности выполнения швартовной операции к борту судна, стоящего на якоре, посредством постоянного контроля положения швартуемого судна относительно корпуса швартуемого судна, что позволяет в значительной степени повысить эффективность выполнения работ, связанных с необходимостью применения данного метода швартовки.

### **Литература**

1. Юдин Ю.И. Синтез моделей механизма предвидения для экспертных систем, обеспечивающих безопасную эксплуатацию судна. Мурманск, Изд-во МГТУ, 2007. 198 с.

2. Юдин, Ю.И., Пашенцев С.В., Мартюк Г.И., Юдин А.Ю.. Теоретические основы безопасных способов маневрирования при выполнении точечной швартовки. Мурманск, Изд-во МГТУ, 2009. 152 с.

## ОШИБКИ СРАВНЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИ РАЗРЕШЕНИИ ПРОБЛЕМНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИТУАЦИЙ

Смирнов А. Ж. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТМуС)

**Abstract** the article is devoted to the issues of the prevention (warning) of errors comparison of the results in resolution of problem situations navigation

Одной из наиболее значимых проблем в организации ходовой вахты при заданном уровне безопасности мореплавания является поддержание рациональности в действиях вахтенного помощника капитана или капитана в случае разрешения проблемной навигационной ситуации [3]. Проблемную навигационную ситуацию в общем виде можно описать с помощью математической структуры, которая включает основные элементы навигационного пространства и связи между этими элементами. В рамках такого подхода структуру проблемной навигационной ситуации можно представить так:

$$W = (\Lambda, V, G, H, R, Y, Q), \quad (\text{Формула 1})$$

где

- -  $\Lambda$  – множество детерминированных и случайных факторов, определяющих безопасное состояние мореплавания;
- -  $V$  - множество управлений, используемых лицом, принимающим решения (ЛПР);
- -  $G$  - множество результатов, получаемых в процессе несения ходовой вахты;
- -  $H$  – множество моделей (отображений) навигационных процессов адекватных  $\Lambda, V, G$ ; -  $R$  – глобальная цель разрешения проблемной навигационной ситуации;
- -  $Y$  – множество операторов соответствия;
- -  $Q$  – множество критериев эффективности.

Пусть в модели проблемной навигационной ситуации (Формула 1) заданы компоненты множества  $\Lambda$ , определено множество управлений  $V$ , принята модель  $H$ , а так же задан критерий эффективности  $Q$ . Если критерий эффективности  $Q$ , принят априорно, не приводит к выбору «худших» или «лучших» управлений из множества  $V$ , то при анализе деятельности лица принимающего решение (ЛПР) следует использовать составные критерии и решающие правила определенные, например, на множестве  $G - P_G$ .

В целом модель проблемной навигационной ситуации (Формула 1) может быть успешно разрешена ЛПР с привлечением навигационной информации, цели  $R$  судовой операции, состава множеств  $V$  и  $\Lambda$ . Такие



данные позволяют ЛПР выбрать характеристики оператора соответствия  $Y$ , в функции от полученного или возможного результата  $G$ . Характеристики оператора соответствия (результат разрешения) можно получить в рамках отображения, записанного так:

$$H: V \times \Lambda \rightarrow Y(G), \quad (\text{Формула 2})$$

где  $Y(G)$  – результат, получаемый от разрешения проблемной навигационной ситуации.

Пусть в выражениях (Формула 1) и (Формула 2) множество факторов, формирующих состояние безопасности мореплавания, обладает свойствами [1]:

$$\Lambda = \Lambda_1 \cup \Lambda_2 \text{ и } \Lambda_1 \cap \Lambda_2 = \emptyset, \text{ а } \Lambda_1 \neq \emptyset \quad \Lambda_2 \neq \emptyset \quad (\text{Формула 3})$$

где

- $\Lambda_1$  - множество детерминированных факторов, определяющих эффективную реализацию логической программы плавания судна;
- $\Lambda_2$  - множество случайных, «не желательных» и даже опасных факторов, влияющих на состояние безопасности судна.

При выполнении условий (Формула 3) оператор соответствия  $Y$  способен обеспечить получения результата в двух вариантах разрешения проблемной навигационной ситуации, заданной структурой (Формула 1). Первый результат можно представить как отображение вида:

$$H_1: V \times \Lambda_1 \rightarrow Y_1(G) \rightarrow \max_{v_1 \in V_1} \quad (\text{Формула 4})$$

а получение второго результата фиксировать отображением записанным так:

$$H_2: V \times \Lambda_2 \rightarrow Y_2(G) \rightarrow \min_{v_1 \in V_1} \quad (\text{Формула 5})$$

где  $V_1, V_2 \subset V$  и  $V_1 \cap V_2 = \emptyset$ .

Очевидно, что первый результат  $Y_1(G)$  целиком и полностью будет определять эффективность управления судном по логически заданной программе плавания, а второй результат  $Y_2(G)$  будет определять эффективность управления навигационными рисками, которое реализуется, например, в рамках концепции формальной оценки безопасности (ФОБ).

Пусть далее результаты (Формула 4) или (Формула 5) с учетом использования ЛПР структуры предпочтения, отвечающей его наилучшему намерению, и выбора оптимальных управлений процесс разрешения последовательности проблемных ситуаций (21) характеризуется максимально-минимальным результатом  $Y^*(G)$ .

$$H: V \times \Lambda \rightarrow Y^*(G) \rightarrow \max_{v_1 \in V_1} \min_{v_2 \in V_2} \quad (\text{Формула 6})$$

отвечающим процессу эффективной эксплуатации судна при минимальных производственных потерях от сопутствующих эксплуатации рисков [2].

Для оценки вероятности появления ошибок при выборе результатов  $Y_1(G)$  и  $Y_2(G)$  по известной последовательности максимально-минимального результата (Формула б) с известными ошибками ЛПР, допустим, что эта выборка определена на  $z$ -мерном пространстве  $L_z$  с функцией распределения вида:

$$F_z(X, \varepsilon) = \prod_{k=1}^z F^{(k)}(X, \varepsilon).$$

При этом известна совокупность  $z$  независимых случайных величин  $X(\varepsilon) = (X_1(\varepsilon), X_2(\varepsilon), \dots, X_z(\varepsilon))$ , зависящих от случайного параметра  $\varepsilon$ , который может принимать лишь два значения – 0 или 1 с вероятностями, равными  $P(\varepsilon = s) = P(s)$  ( $s = 0, 1$ ). Кроме того, пусть далее случайные величины  $X_k(s)$  ( $k = 1, 2, \dots, z$ ) являются ошибками выбора ЛПР результатов  $Y_1(G)$  и  $Y_2(G)$ . Тогда задача оценки качества выбора результатов  $Y_1(G)$  и  $Y_2(G)$  по данным последовательности максимально-минимального результата  $Y^*(G)$  будет состоять в том, чтобы по его последовательности представленной так  $X = (X_1, X_2, \dots, X_z)$  найти значения параметра  $\varepsilon$  и определить номер класса  $Y_1(G)$  или  $Y_2(G)$ , к которому принадлежит ошибка выбора ЛПР.

Для оценки надежности выбора результатов  $Y_1(G)$  и  $Y_2(G)$  введем еще несколько допущений. Пусть  $Q(F_z)$  – вероятность ошибки классификации байесова решающего правила, оперирующего с двумя классами  $Y_1(G)$  и  $Y_2(G)$ , при априорных вероятностях равных  $\rho(s) = 0,5$ . Классификации подлежит наблюдаемая выборка вида (б), состоящая из  $z$  независимых ошибок:

$$X(s) = (X_1(s), X_2(s), \dots, X_z(s)), \quad (\text{Формула 7})$$

причем каждая ошибка обладает функцией распределения вида  $F^{(k)}(X, s)$ .

Тогда отношение правдоподобия для одномерной случайной величины  $X_k(s)$  из (Формула 7) с учетом значения параметра  $\varepsilon$  можно записать так:

$$V^{(k)}(X) = dF^{(k)}(X, 1) / dF^{(k)}(X, 0).$$

В свою очередь, полученное отношение правдоподобия позволяет составить следующую индикаторную функцию:

$$Y_k(s) = \begin{cases} 1 & \text{при } V^{(k)}(X) \geq 1; \\ 0 & \text{при } V^{(k)}(X) < 0, \end{cases}$$

где  $Y_k(s)$  является бинарной проекцией фактора  $X_k(s)$ .

Используя полученную бинарную проекцию фактора  $Y_k(s)$ , можно найти различающий интервал фактора  $X_k(s)$ , который в данном случае будет равен величине

$$\xi_k = \alpha_k(1) - \alpha_k(0),$$

где

$$\alpha_k(s) = P(Y_k(s)=1) = \int dF^{(k)}(X, s), V^{(k)}(X) \geq 1.$$

Пусть далее определена функция распределения в виде

$$G_z(Y, s) = \prod_{k=1}^z G^{(k)}(Y_k, s)$$

бинарных проекций  $Y(s) = (Y_1(s), Y_2(s), \dots, Y_z(s))$  совокупности  $z$  независимых случайных величин  $X(s) = (X_1(s), X_2(s), \dots, X_z(s))$ .

Тогда функцию распределения одномерной бинарной проекции можно записать как склейку вида

$$G^{(k)}(Y, s) = P(Y_k(s) < 1) = \begin{cases} 0 & \text{при } Y \leq 0; \\ 1 - \alpha_k(s) & \text{при } 0 < Y \leq 1; \\ 1 & \text{при } Y > 1. \end{cases}$$

Если далее принять, что выбор результата в классах  $Y_1(G)$  и  $Y_2(G)$  реализуется в соответствии с байесовым решающим правилом, то будет выполняться условие

$$Q(F_z) \leq Q(G_z),$$

где  $Q(G_z)$  – вероятность погрешности классификации бинарных проекций

$$Y(s) = (Y_1(s), Y_2(s), \dots, Y_z(s)).$$

Погрешность классификации бинарных проекций можно найти так:

$$Q(G_z) = \int W_z^N(Y) dG_z(Y, 0), \quad (\text{Формула 8})$$

где интегрирование ведется по всему  $z$ -мерному пространству,  $N \in [0, 1]$ ;  $W_z^N(Y)$  – отношение правдоподобия, определяемое выражением

$$W_z(Y) = dG_z(Y, 1) / dG_z(Y, 0).$$

Вычисляя интеграл из правой части (Формула 8), найдем

$$Q(F_z) \leq \prod_{z=1}^z [\alpha_z^{1-N}(0) \alpha_z^N(1) + (1 - \alpha_z(0))^{1-N} (1 - \alpha_z(1))^N] \quad (\text{Формула 9})$$

и, полагая в (2.9)  $N = 0,5$ , а также учитывая, что

$$[\alpha_z(0) \alpha_z(1)]^{1/2} + [(1 - \alpha_z(0)) (1 - \alpha_z(1))]^{1/2} \leq (1 - \xi_z^2)^{1/2},$$

окончательно получим

$$Q(F_z) \leq \left( \prod_{z=1}^z (1 - \xi_z^2) \right)^{1/2}.$$

Таким образом, оценка (Формула 9) показывает, что погрешность, возникающая при выборе результатов (Формула 4) или (Формула 5) и формировании последовательности максимально-минимального значения

$Y^*(G)$ , зависит от величины разрешающего интервала, определенного в пространстве  $L_z$ , причем по заданной величине погрешности

$$Q(F_z) = q$$

всегда можно рассчитать значение интервала  $\xi_z$ , которое необходимо задавать при разбиении результатов (Формула 4) и (Формула 5).

В свою очередь, если результаты (Формула 4) и (Формула 5), превышают или равны различающему интервалу, то это обстоятельство будет гарантировать то, что погрешности выбора в последовательности максимально-минимального результата  $Y^*(G)$  не будут превышать заданный уровень  $q$ . Таким образом, основным источником ошибок сравнения результатов при разрешении «человеческим элементом» проблемных навигационных ситуаций является их не различимость, которая в определенном смысле определяется как индивидуальными качествами, так и качествами, зависящими от производственного опыта этого элемента.

#### **Литература.**

1. Меньшиков В. И. Неопределенность в текущем месте судна. Мурманск, 1994. – 130 с. – (Ком. Рос. Федерации по рыболовству. МГА РФ)
2. Меньшиков В. И. Метрологическая надежность навигации с учетом неполноты информации: Автореф.... Д-ра техн. наук. – СПб., 1995. – 40 с.
3. Смирнов, А. Ж. Разрешение проблемных ситуаций с минимизацией ошибок сравнения результатов управления состоянием безопасности судна / Смирнов, А. Ж., Сиротюк А. А., Меньшиков В. И. // Вестн. МГТУ: Труды Мурман. Гос. техн. Ун-т – 2011. – Т 14. № 3 - С. 481 - 483.

## ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МНОГОТАКТНЫХ ПОГРУЗОЧНЫХ ПОРТОВЫХ СИСТЕМ

Прохоренков А. М., Истратов Р. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ)

**Abstract.** In work reloading processes in transport knot are considered as objects of the modelling, allowing to solve optimum control problems various variants of an overload of cargoes. The casual character of processes proceeding in infrastructures of transport knot, allows to consider their models as likelihood and to carry them to models of mass service.

Особенностью перегрузочных процессов в порту является их непрерывное развитие, обусловленное как изменением потребностей в переработке тех или иных грузов, так и постоянно изменяющейся обстановкой внутри порта и в обслуживаемых им регионах. Это вызывает необходимость максимальной формализации способов принятия решений как по оперативному – диспетчерскому управлению перегрузочными процессами, так и при их модернизации и реорганизации.

Транспортный комплекс Мурманской области представлен предприятиями и организациями железнодорожного, морского, автомобильного и воздушного транспорта. Наряду с существующим транспортным комплексом предполагается развитие МТУ, которое предусматривает строительство перегрузочных комплексов и развитие транспортной инфраструктуры на Восточном и Западном берегах Кольского залива. Особое значение имеет строительство железнодорожной инфраструктуры. Основа для развития МТУ - уникальное географическое положение терминалов порта Мурманска который расположен на берегу Кольского залива:

- порт имеет свободный выход в открытый океан с относительно низкой интенсивностью судоходства и располагается близко к международным морским трассам;
- порт является незамерзающим, глубоководным, защищенным от штормов, круглогодичным портом – в отличие от многих мировых портов, потенциальных конкурентов МТУ;
- порт экономически независим от других стран ввиду отсутствия необходимости прохождения через их территориальные воды;
- близость зоны к европейскому и американскому рынкам;
- возможность использования международных транспортных коридоров Севморпуть, Транссиб и Север – Юг;
- свободные, неосвоенные территории на западном берегу Кольского

- залива, где планируется строительство новых терминалов и причалов;
- освоение Штокмановского газо-конденсатного месторождения в Баренцевом море, с транспортировкой газа в посёлок Териберка, где планируется строительство завода по производству сжиженного природного газа. а также строительство в бухте Териберка порта-хаба для работы с судами-газовозами;
- надежные транспортные связи порта Мурманск с промышленно-развитыми регионами России.

Применительно к перегрузочным процессам в порту, представление модели объекта исследования в виде графа и аналог его, - матричной модели, позволяет с различных сторон взглянуть на задачу оптимизации различных по содержанию вариантов перегрузки грузов в транспортном узле.

Составим граф-модель транспортного узла. В каждом транспортном узле существуют такие подсистемы, как причалы, терминалы, грузовые фронты железной дороги и автотранспортной дороги. Для составления граф - модели представим эти подсистемы пунктами погрузки-разгрузки с вершинами графа:  $K = \{K_1, K_2, \dots, K_N\}$  ( $N = 1 \dots 17$ ) и множество дуг  $E = \{E_{12}, E_{21}, \dots, E_{17}, E_{71}\}$  – направление перевозки грузов. Граф-модель  $V(K, E)$  перегрузочных процессов МТУ изображена на рис. 1, где приняты следующие обозначения:

$K_1, K_7, K_{10}$  - пункты железной дороги;  $K_2 - K_5$  - терминалы Западного берега;

$K_8$  - терминал в Териберке;  $K_{11} - K_{16}, K_{18}$  – терминалы Восточного берега;

$K_6, K_{17}$  – площадки для автотранспорта;  $K_9$  – аэропорт.

Граф  $V$  является ориентированным, так как все дуги имеют направленность. По теории графов его можно представить аналогично в виде матрицы перемещения.

$M = \|m_{ij}\|$ , где  $i$  - строки, представляющие вершины графа, а  $j$  - столбцы (по одному на каждую дугу). Элементы матрицы  $m_{ij}$  определяются следующим образом:

$$m_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i \text{ и } j \text{ являются вершинами графа;} \\ -1, & \text{если } i \text{ и } j \text{ являются терминалами;} \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Строки матрицы, представленной в докладе, обозначают направления перевозки грузов в транспортном узле. Множество  $E$  является вариантами перегрузочных процессов, для которых характерно определенное и конечное местоположение груза. Известны количество

приходящих судов, вагонов в порт и время их прибытия, а наличие свободных перегрузочных машин, складов является случайным. Для каждого момента времени  $t$  вероятность любого состояния системы в будущем зависит только от ее состояния в настоящем. Состояния системы связаны между собой связями (переходами из  $i$ -го состояния в  $j$ -е состояние). Каждый переход характеризуется вероятностью перехода  $P_{ij}$ . Вероятность  $P_{ij}$  показывает, как часто после попадания в  $i$ -е состояние осуществляется затем переход в  $j$ -е состояние. Таким образом, под состоянием системы управления будем понимать пребывание грузопотока в одной из вершин графа. Перемещение грузопотока из одного пункта в другой представляет собой изменение состояния системы, то есть на графе это перемещение грузов из  $K_i$  в  $K_j$ .

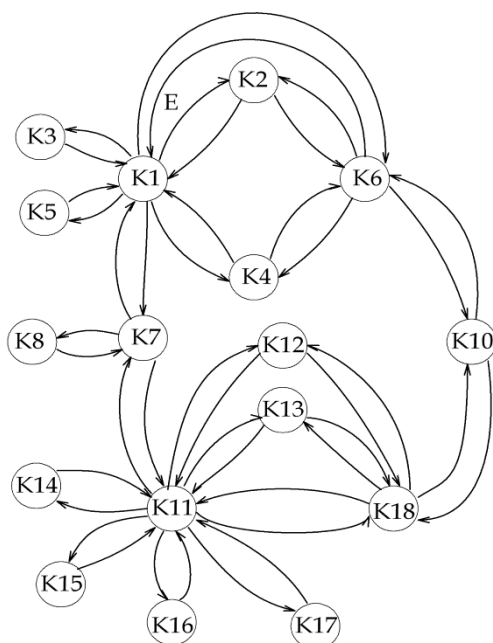


Рис. 1. Граф-модель перегрузочных процессов транспортного узла

Вероятность  $i$ -го состояния системы обозначим  $P_i$ , условную вероятность перехода из  $i$ -го состояния в  $j$ -е состояние – как  $p_{ij}$  ( $\sum_{i=q}^N p_{ij} = 1$ ).

Данная цепь является управляемой цепью Маркова. Тогда вероятность  $j$ -го состояния системы можно вычислить по формуле:

$$P_j = p_{ij}P_i, \quad i, j = 1, N, \quad (1)$$

Вероятности перехода  $p_{ij}$  могут быть представлены матрицей вероятностей перехода:

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1N} \\ p_{21} & p_{2N} & \dots & p_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{N1} & p_{N2} & \dots & p_{NN} \end{bmatrix},$$

где:  $p_{ij}$  – вероятность перехода за один шаг из состояния  $i$  в состояние  $j$ ;  $p_{ii}$  – вероятность задержки системы в состоянии  $i$ .

### Моделирование перегрузочных процессов в среде Matlab

Для моделирования полученной граф - модели перегрузочных процессов МТУ предлагается использовать пакет Simulink программы Matlab. Simulink - это интерактивная среда для моделирования и анализа широкого класса динамических систем с помощью блок-диаграмм, которые могут быть объединены в составные блоки, что позволяет использовать иерархическое представление структуры модели, тем самым обеспечивая упрощенный взгляд на компоненты и подсистемы.

На рис. 2 представлена модель перегрузочных процессов транспортного узла, которая состоит из трех подмоделей, реализованных в качестве отдельных блоков way 1, way 2 и way 3 (элементы Subsystem). С помощью ключей можно выбирать необходимый путь перегрузочных процессов. Блоки сложения суммируют расходы на перегрузочные процессы с учетом коэффициента транзита.

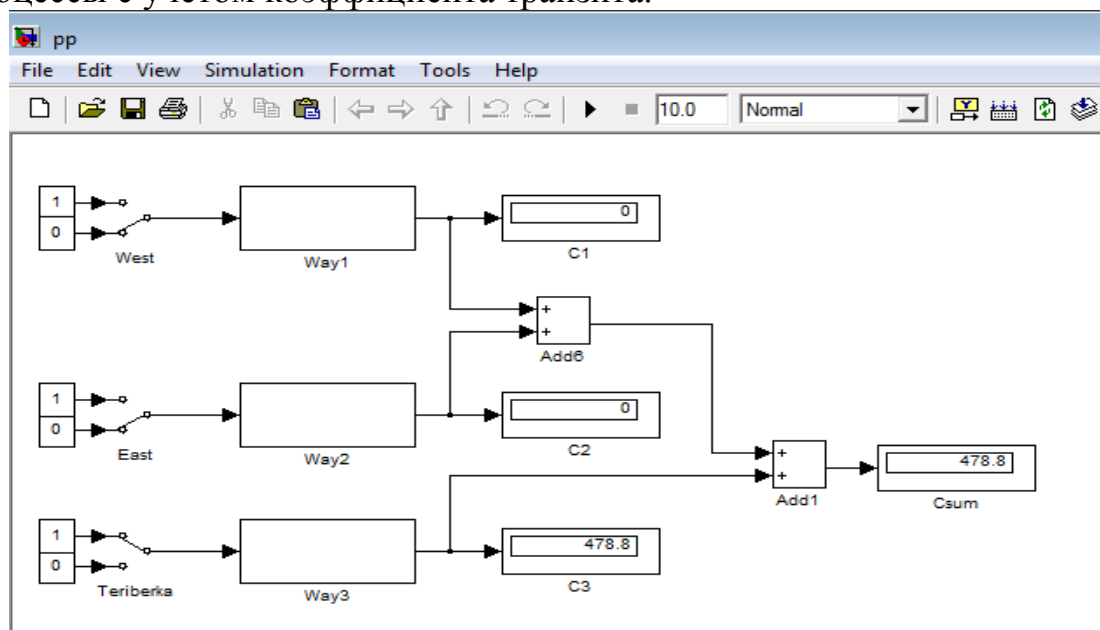


Рис. 2. Граф-модель перегрузочных процессов транспортного узла

В докладе представлены подсистемы остальных пунктов погрузки/выгрузки, которые построены аналогичным образом. В качестве входного и выходного сигналов служат In1 и Out1 соответственно, если блок участвует в перегрузочном процессе, то  $In1 = 1$  и  $Out1$  – это значение устанавливается переключением ключа перед блоком.

В докладе представлены результаты моделирования перегрузочных процессов для различных грузопотоков.



### **Заключение**

Рассмотренные в докладе подходы к разработке математической модели транспортного узла в виде граф - модели и её аналога - матричной модели позволяют решать задачу оптимизации различных по содержанию вариантов перегрузки грузов в транспортном узле. Используя разработанную в пакете Simulink модель, можно оценить затраты на перегрузочные процессы различными транспортными средствами и методами. С этой точки зрения можно оптимизировать процесс перегрузки грузов по экономическому критерию – суммарному комплексному расходу перемещения грузопотока.

## УПРАВЛЕНИЕ ИНФРАСТРУКТУРАМИ ПОРТА В СОСТАВЕ ТРАНСПОРТНОГО УЗЛА

Прохоренков А. М., Истратов Р. А. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ*)

**Abstract.** In work results which have been received at a substantiation of structure and structure of the hardware-software means necessary for construction of the coordinating information control system in transport knot are presented.

Порт Мурманск является важнейшим транспортным узлом на Севере России. В состав Мурманского морского торгового порта (ММТП) входят терминалы генеральных грузов, угольные, контейнерные терминалы, терминалы перегрузки апатита, минеральных удобрений и наливных грузов. ОАО «ММТП» является основным звеном Мурманского транспортного узла (МТУ), программа развития которого является составной частью федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России» и 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).

Несмотря на ввод в эксплуатацию новых портовых перегрузочных комплексов, потребность России в перегрузочных мощностях удовлетворяется отечественными портами не полностью, а по переработке внешнеторговых грузов, - менее семидесяти процентов. В этой связи, реальным направлением повышения эффективности работы транспортных узлов является оптимизация управления перегрузочными процессами порта, его инфраструктурой на основе применения современных информационных и компьютерных технологий.

Особенностью перегрузочных процессов в порту является их непрерывное развитие, обусловленное как изменением потребностей в переработке тех или иных грузов, так и постоянно изменяющейся обстановкой внутри порта и в обслуживаемых им регионах. Это вызывает необходимость максимальной формализации способов принятия решений как по оперативному – диспетчерскому управлению перегрузочными процессами, так и при их модернизации и реорганизации.

Кроме предприятий, принимающих непосредственное участие в процессе перевозки и обработки грузов к основным субъектам, функционирующим в транспортном пространстве, относятся организации политической, финансовой и социальной инфраструктур: законодательные и исполнительные органы Мурманской области; государственные контролирующие органы (ГКО) - транспортная инспекция, таможенный комитет, пограничная и налоговая службы; организации экономической и

социальной инфраструктуры; организации финансовой инфраструктуры (кредитные организации, страховые компании); предприятия – субъекты перевозок; поставщики услуг телекоммуникационной среды, провайдеры доступа в Интернет.

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.

Для организации взаимодействия указанной группы пользователей необходимо обоснование возможности технологического обеспечения решения следующих задач:

- - создания центра интеграции информационных систем (ИС) на базе координационного центра;
- - организации связи существующих ИС с координационным центром для создания совместных сервисов, синхронизации работы приложений, передачи транзакций;
- - взаимодействия ИС внутри логистического процесса для передачи информации, сопровождающей грузопоток;
- - осуществления функционирования ИС с банковскими системами и финансовыми институтами для регулирования финансовых потоков.

Для решения отмеченных выше задач необходимо теоретическое обоснование возможности формализации процессов взаимодействия ИС участников процессов перевозки и обработки грузов с контрагентами, государственными контролирующими органами, решение которых актуально для организации сетевого взаимодействия, поскольку отсутствует структура взаимосвязи ИС. Наряду с этим необходимо обоснование структуры и аппаратно-программной реализации координирующей системы управления инфраструктурами транспортного узла.

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.

Для организации взаимодействия указанной группы пользователей необходимо обоснование возможности технологического обеспечения решения следующих задач:

- создания центра интеграции информационных систем (ИС) на базе координационного центра;

- организации связи существующих ИС с координационным центром для создания совместных сервисов, синхронизации работы приложений, передачи транзакций;
- взаимодействия ИС внутри логистического процесса для передачи информации, сопровождающей грузопоток;
- осуществления функционирования ИС с банковскими системами и финансовыми институтами для регулирования финансовых потоков.

Для решения отмеченных выше задач необходимо теоретическое обоснование возможности формализации процессов взаимодействия ИС участников процессов перевозки и обработки грузов с контрагентами, государственными контролирующими органами, решение которых актуально для организации сетевого взаимодействия, поскольку отсутствует структура взаимосвязи ИС. Наряду с этим необходимо обоснование структуры и аппаратно-программной реализации координирующей системы управления инфраструктурами транспортного узла.

Для руководства работами в координирующей информационной системе управления транспортным узлом, с учетом технологии выполнения работ, численности работающего персонала, необходимо организовать специальные системы связи, сигнализации и передачи данных.

Состав аппаратно-программных средств, необходимых для построения координирующей информационной системы управления МТУ представлен на рис. 1. Особенностью построения координирующей информационной системы является то, что в каждом терминале МТУ должна использоваться своя аппаратура, состоящая из контроллеров, оснащённых необходимым набором модулей входов/выходов и станции распределённого ввода/вывода, которая реализует алгоритмы функционирования конкретных технологических процессов. К примеру, на перегрузочных терминалах сыпучих грузов конвейерного типа используются контроллеры и станции, которые соединены между собой по интерфейсу Industrial Ethernet. Процессорные модули и интерфейсные модули подключаются к коммутаторам с помощью патч-кордов. Для подключения системы управления погрузочными машинами поставляется точка доступа для установки на галерею транспортеров, вдоль которых движется погрузочная машина, и клиентский модуль подключения, который подключает шину погрузочной машины по беспроводному каналу Industrial Ethernet IEEE 802.11/g.

Для работы беспроводных связей поставлены соответствующие антенны, соединительные кабели и блоки питания. Если подключить точку

доступа по витой паре к коммутатору, то это позволит получать всю информацию, доступную на панели оператора в кабине погрузочной машины, любому из устанавливаемых ПЛК и пересылать туда необходимую информацию без проводов, минуя кабельный барабан.

Всё оборудование должно быть оснащено внешними модулями памяти, которые позволяют менять активное коммутационное оборудование в случае отказа без переконфигурирования. Антенны, точки доступа и кабели, используемые для прокладки на открытом воздухе, имеют расширенный температурный диапазон и предназначены для наружной эксплуатации. Для контроля количества груза, отгружаемого на склад, на транспортёрах должны быть установлены конвейерные весы с точностью измерения  $\pm 1\%$ . Весы состоят из двух роликовых опор, датчика скорости и блока измерения веса в отдельном подвесном шкафу, устанавливаемом в непосредственной близости от измерительных опор. Блок измерения подключен к микропроцессорной системе по протоколу RS-485, что позволяет оперативно передавать информацию в разрабатываемую координирующую ИС.

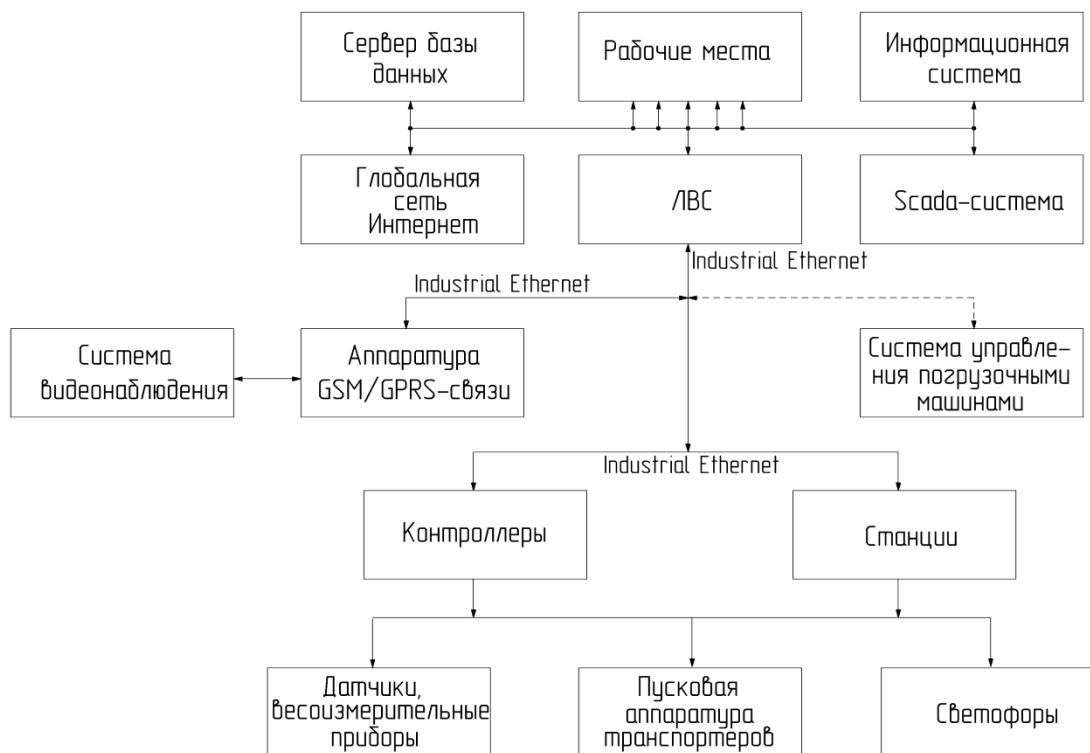


Рис.1. Аппаратно-программные средства координирующей информационной системы

Внедрение координирующей 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. 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.

## ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ КОРАБЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ, ИХ ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ И ВЕРОЯТНОСТЬ СТРАХОВЫХ РИСКОВ

Власов А.Б., Буев С.А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ЭОС МГТУ)

**Abstract.** The authors present the calculation of electrical equipment reliability using the data of IR-thermography diagnostic of various vessels in different dates. The indicators of ships operation efficiency and safety essentially depend on reliability. Application of technical diagnostic's systems allows preventing or substantially reducing the number of ship equipment failures, forced stop at sea, and therefore the number of insurance cases.

### Введение

Безопасная эксплуатация водного транспорта обеспечивается безотказной работой судового оборудования. Безотказность характеризует способность объекта (изделия, системы) сохранять работоспособность в течение определенного времени (наработки) при нормальных условиях эксплуатации. Количественными показателями безотказности являются вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов и др. [1].

Тепловизионная диагностика была разработана для системного сопровождения объектов энергетики и доказала свою эффективность [3]. Указанная диагностики может применяться на морских судах при условии, что результаты диагностики будут удовлетворять требованиям Российского морского регистра судоходства для освидетельствования судов в эксплуатации и страховых компаний для принятия морских судов на страхование, оценки риска морского страхования.

Несмотря на широкое распространение тепловизоров в электроэнергетике, проблемами остаются оценка достаточности тепловизионного метода, как средства определения эксплуатационных параметров надежности электрооборудования, применимость методов статистической обработки данных, полученных с помощью тепловизионного контроля изделий в процессе их эксплуатации [3].

### 1.1. Статистические методы определения эксплуатационных показателей надежности электрооборудования морских судов по данным тепловизионной диагностики

Статистический параметр потока повреждений  $\omega^*(\tau)$  («точечная оценка» параметра) рассчитывается по соотношению [2]:

$$\omega^*(\tau) = n_o(\tau) / N\Delta(\tau), \text{ год}^{-1} \quad (1)$$

где  $n_o(\tau)$  – количество повреждений, накопленных с момента предыдущих испытаний;

$\Delta(\tau)$  – время, прошедшее между испытаниями, год;

$N$  – общее количество элементов (контактных соединений), находящихся под наблюдением на судне.

Статистическая вероятность появления повреждения  $Q^*$  определяется выражением:

$$Q^*(\tau, \tau + \Delta\tau) = n_o(\tau + \Delta\tau) / N \quad (2)$$

где  $n_o(\tau + \Delta\tau)$  – число повреждений, наблюдаемых в интервале  $(0, \tau + \Delta\tau)$

Статистическая вероятность безотказной работы  $R^*(\tau)$  рассчитывается как

$$R^*(\tau, \tau + \Delta\tau) = 1 - Q^*(\tau, \tau + \Delta\tau) \quad (3)$$

В таблице 1 приведены статистические данные, полученные в процессе проведения тепловизионной диагностики контактных соединений на различных морских судах.

Таблица 1

Сведения по контактными соединениям на обследованных судах

Параметр	Объект		
	I	II	III
Уровень напряжения, В	380	380	380
Общее количество КС на ГРЩ	402	400	430
Верхняя граница вероятности повреждений $Q_v$	0,007462	0,0175	0,004651
Нижняя граница вероятности безотказной работы $R_n$	0,992537	0,9825	0,995349
Средний параметр потока повреждений $\omega_{ср}, \text{год}^{-1}$	0,022	0,023	0,007

I – транспортно-буксирное судно «ДЕСНА», ООО «Газфлот»;

II – самоходный плавучий кран «СПК 395», ЗАО «Мурманская судоремонтная компания»;

III – рыболовецкий траулер «Альферас», ЗАО «Мурмансельдь-2».

На рис. 1 приведена зависимость вероятности безотказной работы  $R^*(\tau)$  контактных соединений на объекте I.



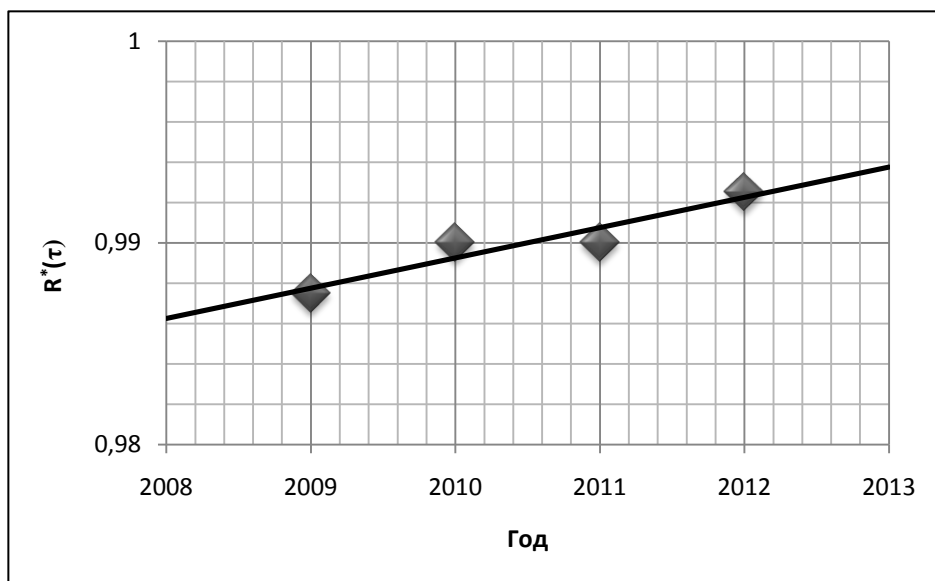


Рис. 1. График  $R^*(\tau)$  контактных соединений «СПК 395»

Выбор величины доверительной вероятности зависит от вида изделия, его

Рассчитаем вероятности безотказной работы  $R^*(\tau) = 0,995349$  при точечной вероятности повреждения  $Q^*(\tau) = 0,004651$ . Для крайних пределов вероятности повреждения получаем:  $Q_{в}^* = 0,014$ ;  $R_{н}^* = 0,986$ ;  $Q_{н}^* = 0,001$ ;  $R_{в}^* = 0,999$ . В итоге имеем:  $P\{0,986 < R^*(2012;1) < 0,999\} \geq 0,95$ .

В результате выполненных расчетов и анализа данных можно сделать некоторые выводы. Данные тепловизионной диагностики требуют тщательной обработки для сравнения данных по надежности, полученных в разное время или с разных объектов. При исследовании надёжности элементов электрических систем кораблей вызывает затруднение совместная обработка всех накопленных статистических данных об их эксплуатации, т. к. определить идентичность условий и режимов работы распределительных устройств путем поверхностного анализа не всегда возможно. Ввиду этого, прежде чем приступить к совместной обработке информации, необходимо определить случайным или неслучайным является расхождение между статистическими данными. Неслучайность расхождения статистики свидетельствует о наличии существенных различий в условиях или режимах эксплуатации морского оборудования, и, следовательно, последние обладают различными характеристиками надежности.

### 1.2. Вероятность возникновения страховых рисков.

При отказах электрооборудования морского судна появляется возможность возникновения страхового случая по всем рискам страхования (пожар, столкновение с другим судном, штормовое повреждение и т.д.).

По статистике в 18 % случаев причиной возникновения пожара на корабле являлся выход из строя электрооборудования [4].

По данным Центрального союза морских страховщиков (CEFOR) средняя величина страховой выплаты по риску пожар за первую половину 2012 года составила 4,5 млн. долларов США.

При повышении вероятности безотказной работы электрооборудования страховой риск уменьшается.

По данным статистики на объекте I (транспортно-буксирное судно «Десна») при применении метода тепловизионной диагностики вероятность безотказной работы  $R^*(\tau)$  повысилась с 0,982587 в 2009 году до 0,992537 в 2012 году. При этом риск возникновения пожара  $P(\text{пож})$  в среднем уменьшился на 9%.

$$P_{2012}(\text{пож}) = (1 - R^*_{2012}) \cdot P_{\text{ср}}(\text{пож}) / (1 - R^*_{2009}) = 9\%$$

### **Заключение**

Экономический эффект от внедрения метода тепловизионной диагностики для компаний, эксплуатирующих морские суда, обеспечивается за счет уменьшения эксплуатационных затрат, убытков от простоя судна в связи с ремонтом, уменьшения страховой премии. Обзорные сведения, связанные с экономическим эффектом от применения тепловизионной техники в различных отраслях народного хозяйства представлены в [3].

Применение систем технической диагностики позволяет устанавливать оптимальные сроки выполнения планово-предупредительного ТО и ремонта, предотвращать или существенно сокращать число отказов судового оборудования и вынужденных остановок в море, сокращать время поиска неисправностей. Расчеты показывают: при применении метода  $R^*(\tau) = 0,995347$ , при точной вероятности повреждения  $Q^*(\tau) = 0,004651$ .

Экономический эффект при избегании ремонтных работ складывается из стоимости простоя судна и стоимости выполнения ремонта и в среднем для рыболовецкого судна достигает до 3 млн. рублей в год.

По отношению к морскому страхованию предотвращение возможных страховых случаев, вызванных выходом из строя электрооборудования и возникновением пожаров, является важной задачей, которую способна решать тепловизионная диагностика.

Выявление дефектов электрооборудования на ранней стадии развития является одним из элементов противопожарной профилактики.

Наличие у судовладельца отчета о проведенной тепловизионной диагностике электрооборудования является документом, который принимается Регистром Судоходства и страховыми организациями, как подтверждение технической исправности судна.

### **Литература**

1. Рябинин, И. А. Надежность, живучесть и безопасность корабельных электроэнергетических систем / И. А. Рябинин, Ю. М.

Парфенов. – СПб.: Изд-во Военно-морской академии им. Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова, 1997. – 431.

2. Власов, А.Б. Модели и методы термографической диагностики объектов энергетики / А. Б. Власов. – М.: Колос, 2006. – 280 с.

3. Власов, А. Б. Система сопровождения оборудования по техническому состоянию (тепловизионная диагностика) / А. Б. Власов, А. В. Джура // Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования / Петербургский энергетический ин-т повышения квалификации рук. работников и специалистов. – 2002. – Вып. 20. – С. 294–301.

4. Подобед, В.А. Анализ пожаров на судах рыбопромыслового флота Северного бассейна / В. А. Подобед, А. А. Панкратов // Вестник МГТУ. – 2011. – том. 14. – № 4. – С. 728-732

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛОВ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ

Гайнуллин Т. Т., Бурков Р. А., Баева Л. С. (*г. Мурманск, МГТУ, Кафедра ТМис*)

Shape memory alloys (SMAs) are metals that "remember" their original shapes. SMAs are useful for such things as actuators which are materials that change shape, stiffness, position, natural frequency, and other mechanical characteristics in response to temperature or electromagnetic fields. The potential uses for SMAs especially as actuators have broadened the spectrum of many scientific fields. The study of the history and development of SMAs can provide an insight into a material involved in cutting-edge technology. The diverse applications for these metals have made them increasingly important and visible to the world.[4, стр.1]

Эффект памяти формы в металлах является одним из самых значительных достижений материаловедения и в настоящее время интенсивно исследуется и в ряде случаев успешно применяется на практике. Сам эффект(далее-"ЭПФ") заключается в возврате к первоначальной форме при нагреве, которое наблюдается у некоторых сплавов после предварительной деформации. К таким сплавам относятся: никелид титана Ti-Ni(получил наибольшее распространение, зарубежом чаще применяется название "нитинол"), Au-Cd(один из "пионеров" данной области, получен в 1951 г. в Иллинойском университете), Cu-Zn-Al, Cu-Al-Ni, Fe-Mn-Si и т.д.

Исследованиями последних десятилетий установлено, что существует обширный класс материалов(сплавы на основе никелида титана, латуни и бронзы сложного состава и др.), у которых элементарный акт пластичности осуществляется за счет обратимого мартенситного превращения, упругого двойникования и ряда других процессов, коренным образом изменяющих закономерности неупругого деформирования. У этих сплавов, в частности, может наблюдаться полная или частичная обратимость неупругой деформации, называемая ЭПФ.

С практической точки зрения ЭПФ интересен тем, что открывает широкие перспективы применения в технике, позволяя создавать элементы и устройства с принципиально новыми функциональными свойствами. Также следует отметить существование такого эффекта как "обратимая память формы"(у таких сплавов в процессе термоциклирования в ненагруженном состоянии через интервалы прямого и обратного мартенситных превращений при охлаждении деформация накапливается, а при нагреве восстанавливается). Данный эффект резко расширяет возможности применения таких сплавов в приборах и конструкциях многократного циклического действия.

Существует широкий спектр применения сплавов с ЭПФ, приведём лишь некоторые из них:

- Фильтр тромбов, разработанный М.Симоном и описанный в "Радиологии", выпуске от 1989 года. Сущность метода заключается во введении в вену охлажденной "сетки", которая затем при нагреве позволяет "отлавливать" сгустки крови(тромбы).[5, стр.100]
- Аппараты, применяемые в ортодонтической коррекции(проволока (ортодонтическая дуга) для исправления зубного ряда.).
- Муфты наподобие разработанных "Raychem Corporation". Позволяют производить безсварные соединения, в том числе топливопроводов авиакосмических аппаратов, автотранспорта и т.д. Нашли широкое применение ввиду простоты самого процесса и качества получаемого соединения.
- Чувствительные термомеханические датчики(сплав Cu-Zn-Al применяется в некоторых предохранительных клапанах, которые при пожаре перекрывают поток горючих/токсичных жидкостей или газов). Одна из таких систем разработана и применяется на практике Beta Phase Inc.(так называемое " Proportional Control"). Основное достоинство- скорость срабатывания. Применяется в том числе в душевых насадках(после достижения определенной температуры поток также перекрывается).
- Муфты истребителей F-14(с конца 1960-х).[3, стр.6] На данный момент случаев поломок не зарегистрировано(установлено по некоторым данным более 100 тыс. нитиноловых втулок).
- Пинцет для удаления посторонних предметов NASA.
- Оправа для очков. Линзы не выскальзывают при охлаждении. Оправа не растягивается при протирке линз и длительном использовании. Используется эффект сверхупругости.
- Приводы робототехники и микроманипуляторы для имитации движений человеческих мышц.[2, стр.156]
- Стоматологические импланты.
- Элементы контрольно-исполнительных механизмов в системах обеспечения безопасности различных технологических процессов и функционирования зданий и промышленных помещений(расцепители токовых сетей, противопожарные сигнальные системы и т.д.).
- Силовые элементы устройств герметизации и уплотнения.

- Элементы противоударных и вибропоглощающих систем на автотранспорте и в виброустановках.
- Самописцы фирмы «Фокусу Боро»(Япония). Входной сигнал самописца преобразуется в электрический ток, которым нагревается проволока из никелида титана. За счет удлинения и сокращения проволоки приводится в движение перо самописца. С 1972 года изготовлено несколько миллионов таких узлов. Так как механизм привода очень прост, поломки случаются крайне редко.
- Чувствительный клапан комнатного кондиционера. Регулирует направление ветра в продувочном отверстии кондиционера, предназначенного для охлаждения и отопления.
- На данный момент наиболее перспективными областями разработок и применения сплавов с ЭПФ являются:
  - Тепловые двигатели, использующие низкотемпературные источники тепла.
  - Герметизация и соединение различных деталей(некоторые примеры описаны выше).
  - Космическая техника(саморазвертывающиеся антенны).
  - Медицина. Разрабатываются методы лечения сколиоза (деформации позвоночника) с помощью стержня из нитинола. Разработан ряд новых хирургических приспособлений для соединения и сращивания отломков костей, протезирования и пломбирования зубов.

Смена типа кристаллической решетки при мартенситном превращении, кроме обратимого изменения формы, должна вызывать и изменения всех других свойств, которые определяются строением решетки. Очевидно, что наряду с необычным механическим поведением сплавы с памятью» должны отличаться и особым комплексом обратимо меняющихся физических свойств. Для управления ими достаточно незначительно изменить температуру или приложить небольшую внешнюю нагрузку. Практическая задача состоит в том, чтобы найти сплавы, где нужные свойства будут существенно меняться. Так, экспериментально наблюдали, что при нагружении нитинола выше некоторой величины электрическое сопротивление его скачком увеличивается на десятки процентов.

Нахождение новых и исследование уже открытых сплавов с ЭПФ будет приводить к ещё большему их распространению в производстве и упрощению ряда устройств за счет введения этих сплавов в их состав взамен целых блоков, выполняющих ту же функцию.

### **Литература**

1. Borden Tom. "Shape-memory alloys: forming a tight fit.", "Mechanical Engineering", Oct. 1991.
2. Rogers Craig. "Intelligent materials". "Scientific American", Sept. 1995.
3. Kauffman George, Isaac Mayo. "Memory Metal". "Chem. Matters" Oct. 1993.
4. Richard Lin. "Shape memory alloys and their applications". Jan. 1996
5. M. Simon. "Radiology", Vol. 172, 1989.
6. Лихачев В. А., Кузьмин С. Л., Каменцева З. П. "Эффект памяти формы". Ленинград: Изд-во ЛГУ, 1987.
7. Шишкин С. В., Махутов Н. А. "Расчёт и проектирование силовых конструкций на сплавах с эффектом памяти формы". Ижевск: Научно-издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика», 2007.

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Бурков Р. А., Гайнуллин Т. Т., Баева Л. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТМвС)

**Abstract.** Improvement of diagnostic methods of ship internal combustion engines is extremely important for water transport, especially in the northern regions of the operation of vessels and machinery far from repair facilities.

Совершенствование методов диагностики судовых двигателей внутреннего сгорания чрезвычайно актуально для водного транспорта, особенно в условиях северных регионов при эксплуатации судов и механизмов на значительном удалении от ремонтных баз, где отказы и нарушения работоспособности двигателей могут привести к длительным простоям судна. Кроме того, важно отметить, что двигатели судов флота рыбной промышленности работают в зонах с изменяющимися метеорологическими условиями, на топливах с различными физико-химическими характеристиками, в широком диапазоне скоростных и нагрузочных режимах. С течением времени неизбежно ухудшается техническое состояние их основных элементов, к которым относятся: топливный насос высокого давления (ТНВД), цилиндропоршневая группа (ЦПГ), агрегаты наддува, выпускная система и т. д. Ухудшение технического состояния дизеля влечет за собой изменение значений регистрируемых параметров и их выход за пределы принятых уставок. Таким образом, зачастую суть диагностирования и выявления дефектов судовых двигателей внутреннего сгорания (СДВС) сводится к сравнению измеряемых параметров с заводскими паспортными данными.

Следует учитывать и тот факт, что в последние годы стабилизация максимального водоизмещения судов внутреннего и смешанного река - море плавания (5000 - 6000 р.т.) и максимальной мощности их судовой энергетической установки (СЭУ) (не более 3000 кВт) сопровождается повышением степени форсированности современных судовых четырехтактных дизелей как по частоте вращения коленчатого вала (до 750 - 1500 об/мин), так и по среднему эффективному давлению (до 2,0 - 2,5 МПа), что приводит к уменьшению их массогабаритных показателей и росту виброактивности. Поэтому проблема обеспечения безотказности СЭУ становится всё более актуальной по мере поступления на флот современных форсированных, а следовательно, и более виброактивных отечественных и импортных судовых дизелей.

Как правило, для осуществления процесса управления и диагностики СДВС используются одни и те же модели, методы и технологии оценки технического состояния (Рис. 1), которые при постановке диагноза опираются на различные диагностические параметры. Но их реализация выражается в совершенно различных аппаратных средствах. Объединение





### Рисунок 1. Классификация методов диагностики

аппаратной среды управления и диагностирования позволит сделать еще один шаг вперед в сфере оптимизации и совершенствования эксплуатации СДВС.

К одной из наиболее ответственных областей автоматизации на флоте относятся автоматизированные системы управления судовыми энергетическими установками, объединяющие системы управления главными и вспомогательными механизмами судна.

Интенсивное развитие микропроцессорных систем позволило децентрализовать процесс управления и расширить области применения локальных систем управления с сохранением «интеллектуального» уровня, доступного ранее только компьютерам центрального поста управления. Основным направлением исследований в этой области является создание способа оптимизации управления технологическими процессами энергетических установок, который обеспечивал бы получение технического результата, состоящего в улучшении эксплуатационных характеристик оборудования, а также уменьшение числа обслуживающего персонала при высокой надежности функционирования. В настоящее время существует множество средств, методов и систем получения информации о техническом состоянии судовых двигателей внутреннего сгорания путём контроля и диагностики. Вместе с тем необходимы совершенствование и разработка новых технологий и способов эффективного технического обслуживания и ремонта по текущему состоянию судового двигателя.

Судовой двигатель внутреннего сгорания является нелинейным нестационарным стохастическим объектом. Многие процессы, проходящие в нем, не поддаются математическому анализу и описанию, носят случайный характер, поэтому даже самые совершенные системы управления не способны полностью оптимизировать работу двигателя или добиться высокой точности и экономичности одновременно.

С другой стороны, СДВС в процессе эксплуатации могут подвергаться воздействиям вибрации, ударных нагрузок, влаги, соли, изменениям температуры окружающей среды в широком диапазоне и т. д. Такие воздействия ускоряют процесс деградации деталей и узлов СДВС и уменьшают их надежность. В результате параметры объекта существенно изменяются. Система управления получает лишь ограниченное количество данных о состоянии объекта управления, не анализируя их, поэтому просто не способна адекватно реагировать на все вышеперечисленные изменения, бесконечно корректируя свой алгоритм, внося поправочные коэффициенты и т. д. Надежность работы двигателя падает, что недопустимо во время автономного плавания судов.

Системы управления не способны заблаговременно выявить предаварийную ситуацию, предупредить о ней, рассчитать время до

аварии, найти причину, приводящую к поломке, либо скорректировать работу двигателя для минимизации или исключения аварийной ситуации.

В ряде случаев необходим постоянный контроль состояния работы СДВС со стороны вахтенной службы, оперативный перевод двигателя в другой режим работы либо полный его останов при возникновении какой-либо неисправности. Все это не позволяет исключить человеческий фактор из возможных причин аварий на судах.

В настоящее время все, даже новейшие системы в сфере управления СДВС, в том числе на базе нечетких нейронных сетей (ННС), не используют диагностику объекта в должной мере и, как следствие, не способны выявлять, устранять и прогнозировать ресурс, дефекты и неисправности ОУ. Такие системы могут лишь автоматически защищать двигатели от аварий путем перевода в режим с меньшей нагрузкой или прекращения их работы при превышении каким-либо из параметров критического значения. Это является существенным недостатком, т. к. потенциал современных систем управления СДВС на базе ННС не используется в полной мере, а диагностика осуществляется другими отдельными программными и аппаратными средствами. Отметим, что поставленная задача выполнима для данных систем, благодаря чему одна система сможет объединить в себе вышеперечисленные качества.

#### **Литература.**

1. Безюков, О. К. Безразмерные комплексы для оценки виброактивности судовых дизелей / О. К. Безюков, О. В. Афанасьева // Эксплуатация морского транспорта. – 2008. – № 4 (54). – С. 56–60.
2. Безюков, О. К. Критерии подобия для анализа вибраций ДВС : тр. Всерос. конгресса двигателестроителей / О. К. Безюков, О. В. Афанасьева // Двигателестроение. – 2003. – № 2 – С. 27–28.
3. Васькевич, Ф. А. Повышение эффективности эксплуатации главных судовых дизелей методами регулирования и диагностики топливной аппаратуры : дис. ... д-ра техн. наук : 05.08.05 / Васькевич Федор Афанасьевич. – СПб., 2006. – 234 с.
4. Гура, Г. С. Карты условий трения в трибологии / Г. С. Гура // Мир транспорта. – 2010. – № 2. – С. 34–43.
5. Зеббар, Дж. Методология определения теплового состояния деталей цилиндропоршневой группы судовых дизелей / Дж. Зеббар // Вестник АГТУ. – 2005. – № 2. – С. 30–36.
6. Мамонтов, В. А. Методика оценки долговечности коленчатого вала судового ДВС по реальному профилю микронеровностей его поверхностей / В. А. Мамонтов, О. Н. Синельщикова // Вестник АГТУ. – 2008. – № 5. – С. 50–54.
7. Перекрестов, А. П. Использование карт оценки и оптимизации трибологических процессов цилиндропоршневой группы судовых дизелей / А. П. Перекрестов, И. Н. Гужвенко, М. А. Саидов // Вестник АГТУ. Сер. Морская техника и технология. – 2011. – № 1. – С. 132–136.

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

**Бурков Р. А., Гайнуллин Т. Т., Баева Л. С.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТМис)

**Abstract.** In this paper provides a classification of methods of nondestructive testing, depending on the physical phenomena of the provisions in their base.

Одним из основных показателей уровня развития промышленности является качество выпускаемой продукции. Понятие качества очень обширно и отличается для каждого конкретного изделия и материала, а кроме того постоянно находится в непрерывном развитии. Качеству продукции можно дать следующее общее определение – это «совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением»[2]. В это понятие входят самые различные параметры, которые необходимо контролировать. Это и химический состав, и геометрические параметры, и физико-механические характеристики, и многие другие свойства контролируемого объекта. Важную роль в решении задачи обеспечения выпуска качественной продукции играют методы и средства контроля качества. Современные методы контроля качества материалов и изделий подразделяются на два больших класса – разрушающие и неразрушающие методы контроля. Обнаружение и поиск дефектов являются процессами определения технического состояния объекта и объединяются термином «диагностирование».

Решение задачи обеспечения контроля качества всего объема выпускаемой продукции возможно только при условии применения методов и средств неразрушающего контроля и диагностики (НК и Д).

Классификация методов НК в зависимости от физических явлений, положенных в их основу приведена в Таб. 1, 2.

Таблица 1. Классификация методов неразрушающего контроля  
Классификация методов неразрушающего контроля

Вид контроля	по характеру взаимодействия физических полей с контролируемым объектом			по способу получения первичной информации
	1	2	3	
Магнитный	Магнитный		Коэрцитивной силы Намагниченности Остаточной индукции Магнитной проницаемости Напряженности Эффекта Баркгаузена	Магнитопорошковый Индукционный Феррозондовый Эффект Холла Магнитографический Пондеромоторный Магниторезисторный

## Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4
Электрически й	Электрический Трибоэлектрический Термоэлектрический	Электропотенциальны й Емкостный	Электростатический порошковый Электропараметрическ ий Электроискровой Рекомбинационного излучения Экзоэлектронной эмиссии Шумовой Контактной разности потенциалов Трансформаторный Параметрический
Вихретоковы й	Прошедшего излучения Отраженного излучения	Амплитудный Фазовый Частотный Спектральный Многочастотный	Детекторный (диодный) Болометрический Термисторный Интерференционный Голографический Жидких кристаллов Термобумаг Термолюминофоров Фотоуправляемых полупроводниковых пластин Калориметрический Пирометрический Жидких кристаллов Термокрасок Термобумаг Термолюминофоров Термозависимых параметров Оптический интерференционный Калориметрический Интерференционный Нефелометрический Голографический Рефрактометрический Рефлексометрический Визуально-оптический
Радиоволнов ый	Прошедшего излучения Отраженного излучения Рассеянного излучения Резонансный	Амплитудный Фазовый Частотный Временной Поляризационный Геометрический	
Тепловой	Тепловой контактный Конвективный Собственного излучения	Термометрический Теплометрический	
Оптический	Прошедшего излучения Отраженного излучения Рассеянного излучения Индукцированного излучения	Амплитудный Фазовый Частотный Временной Поляризационный Геометрический Спектральный	

Радиационный	Прошедшего излучения Рассеянного излучения Активационного анализа Характеристического излучения Автоэмиссионный	Плотности потока энергии Спектральный	Сцинтилляционный Ионизационный Вторичных электронов Радиографический Радиоскопический
Акустический	Прошедшего излучения Отраженного излучения (эхо-метод) Резонансный Импедансный Свободных колебаний Акустико-эмиссионный	Амплитудный Фазовый Частотный Временной Спектральный	Пьезоэлектрический Электромагнитно-акустический Микрофонный Порошковый

Таблица 2. Классификация методов неразрушающего контроля  
Классификация методов контроля проникающими веществами (капиллярных и течеискания)

по характеру взаимодействия веществ с контролируемым объектом	по первичному информационному параметру	по способу получения первичной информации
1	2	3
Молекулярный	Жидкостный Газовый	Яркостный (ахроматический) Цветной (хроматический) Люминесцентный Люминесцентно-цветной Фильтрующихся частиц Масс-спектрометрический Пузырьковый Манометрический Галогенный Радиоактивный Катарометрический Высокочастотного разряда Химический Остаточных устойчивых деформаций Акустический

Все эти методы базируются не на разрушающем взаимодействии проникающих полей, излучений и веществ с контролируемым объектом, позволяющим получить информацию о его качестве.

Методы средства НК не являются универсальными, каждый имеет свою область наиболее эффективного применения. Большинство их решают довольно узкий круг дефектоскопических задач: обеспечивают контроль изделий из определенного материала, рассчитаны на поиск дефектов определенного типа, предназначены для контроля конструкций определенной формы и размеров. Поэтому достижение высокого качества продукции возможно только при условии комплексного применения наиболее эффективных методов НК, базирующихся на различных по физической природе методах исследования. Только разные по принципу взаимодействия с веществом методы контроля могут исключить недостатки исследования, взаимно дополнить друг друга и обеспечить получения необходимой информации о качестве изделия. Кроме того, при выборе методов и средств контроля качества необходимо также учитывать требования, предъявляемые к ним, в серийном производстве и при отработке технологии изготовления деталей и узлов. При серийном производстве требуются методы, обладающие достаточной чувствительностью для выявления только для недопустимых дефектов, в соответствии с техническими условиями на материал, ранее выявленных, классифицированных и заэталонированных. Они должны быть доступны, просты и высокопроизводительны. В процессе отработки технологии требуются методы, в некоторых случаях даже комплекты методов, позволяющие получить максимально полную информацию о состоянии внутренней структуры материала, о любых отклонениях от расчетных параметров деталей, с целью определения причины их возникновения и степень влияния на физико-механические свойства материалов. Здесь применяются наиболее передовые, различной сложности методы, а в особых случаях необходимо разрабатывать новые, позволяющие решать поставленные задачи.

#### **Литература.**

1. Брук, М. В. Неразрушающий контроль в судостроении и судоремонте / М. В. Брук, Н. К. Лопырев. – М. : Транспорт, 1973. – 160 с.
2. Технология неразрушающего контроля деталей и узлов летательных аппаратов : учеб. пособие / В. В. Воробей [и др.]. – М. : Изд-во МАИ, 1996.
3. Измерения. Контроль. Качество. Неразрушающий контроль. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 709 с. – (Серия "Сборник государственных стандартов").
4. Кондратьев, Н. Н. Отказы и дефекты судовых дизелей / Н. Н. Кондратьев. – М. : Транспорт, 1985. – 152 с.
5. Приборы неразрушающего контроля толщины в машиностроении / Е. А. Гусев [и др.]. – М. : Машиностроение, 1993. – 144 с.

## О ЗАДАЧАХ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАКИДНОГО НЕВОДА

Недоступ А. А., Ражев А. О., Соколова Е. В. (г. Калининград, КГТУ, кафедра промышленного рыболовства)

**Abstract.** The article provides a method for calculating the geometrical and force characteristics of beach seine based on the discrete model 3D. Considered only hydrostatic and hydrodynamic forces.

Основными задачами исследования закидного неводного лова являются определение формы замета, формы невода в процессе сплывания, усилий в урезах, выбор оснастки невода и оптимального режима работы тони [1-3]. Многие из этих задач не могут быть решены в натурных опытах ввиду сложности их постановки и того, что трудно выделить исследуемое явление в чистом виде. Исследования закидных неводов в натурных условиях сопряжено с большими экономическими затратами, поэтому целесообразно проводить исследования с помощью физических моделей или математических моделей. Экспериментальные исследования с физическими моделями закидных неводов основаны на теории физического моделирования орудий и процессов рыболовства [4]. При этом следует отметить, что достаточно сложным остается выбор экспериментальной установки, как правило это полигон. На сегодняшний день методика математического моделирования динамических процессов закидных неводов отсутствует в связи со сложностью описываемого процесса - выборки закидного невода. Однако простая схематизация закидного невода позволила вывести ряд формул по расчету его геометрических и силовых характеристик для некоторых положений невода [1,5]. Метод механической имитации не может достоверно смоделировать и показать динамические процессы, происходящие при работе с закидным неводом. В настоящее время широко используется дискретная модель сети [6-13]. При этом главными задачами механики закидного невода остаются определение его геометрических и силовых характеристик. В дискретной модели применены следующие упрощения: массы ниток и узлов сосредоточены в узлах (для сети закидного невода); силы, действующие на узлы и нитки, приложены к узлам; нитка считается абсолютно эластичной, при ее изгибе силы трения и поверхностного натяжения не учитываются. В настоящей статье рассматриваются только гидростатические и гидродинамические силы.

Пусть в системе находятся  $m$  ниток, связанных между собой в  $n$  узлах. Состоянием системы назовем вектор  $S = (\bar{X}_1, \dots, \bar{X}_n, T_1, \dots, T_m)$  размерностью  $3n+m$ . Здесь  $X$  - координаты узлов, а  $T$  - силы натяжений в нитках сетного полотна закидного невода (сети). Применительно к статической задаче с течением времени система переходит в одно из



разрешенных состояний  $S_R$ . Если не учитывать коллизии (столкновения элементов системы, например перекручивание ниток), то разрешенное состояние единственно и является установившемся  $S_0$ .

Для КВИ в установившемся состоянии выполняются два условия:

1. Для каждого узла

$$\left| \overline{Fe} + \sum_{i=1}^k \frac{\overline{D}}{|\overline{D}|} T_i \right| \leq \varepsilon_F,$$

(Формула 1)

2. Для каждой нитки

$$L_0(1 + TK_E) + \varepsilon_X \geq |\overline{D}|.$$

(Формула 2)

Здесь  $\overline{Fe}$  - внешняя сила, приложенная к узлу,  $T_i$  - сила натяжения от  $i$ -ой смежной узлу нитки,  $k$  - количество смежных узлу ниток,  $L_0$  - длина прямой нитки (без деформации),  $\overline{D} = \overline{X}_2 - \overline{X}_1$  - смещение противоположного конца нитки,  $\varepsilon_X$  и  $\varepsilon_F$  - заданные максимальные погрешности перемещений и сил. Первое условие вытекает из второго закона Ньютона, по которому равнодействующая сил, приложенная к каждому узлу  $\overline{F} = 0$ . Второе условие накладывает ограничение на длину нитки (ячей). Алгоритм является итерационным и состоит из двух вложенных циклов. Во внутреннем цикле осуществляется выполнение условия (Формула 2), во внешнем цикле - условия (Формула 1). На этапе инициализации задается начальное состояние (координаты)  $S$ . В этом состоянии все натяжения равны нулю. В начале каждого внешнего цикла осуществляется расчет внешних сил для всех узлов для текущих координат. Далее, если условие (Формула 1) не выполнено, выполняется внутренний цикл, состоящий из двух этапов: предсказания и коррекции перемещения. На этапе предсказания перемещения (изменения координат) для каждого узла с учетом текущих значений внешних и внутренних сил вычисляется перемещение

$$\overline{S} = \overline{Fe} + \overline{Fi} \frac{t}{m},$$

(Формула 3)

где  $m$  - масса элементов, приходящаяся на узел,  $t$  - параметр шага, имеющий размерность  $c^2$ .

На этапе коррекции перемещения вычисляется невязка перемещения:

$$\Delta L = \frac{L(\overline{X}) - L_0(1 + TK_E)}{\max(n_1, n_2)},$$

(Формула 4)

где  $L(\bar{X})$  - вычисленная по координатам узлов длина элемента,  $n_1$  и  $n_2$  - количество присоединенных к смежным узлам элементов. Параметры  $n_1$  и  $n_2$  необходимы для обеспечения сходимости алгоритма

$$L(\bar{X}) = |(\bar{X}_2 + \bar{S}_2) - (\bar{X}_1 + \bar{S}_1)|.$$

(Формула 5)

Так как нитка препятствует только растяжению, а силы сжатия и изгиба не учитываются, то при  $\Delta L < 0$  примем  $\Delta L = 0$ . Невязка перемещения пропорциональна уходу длины нитки. Чтобы восстановить длину необходимо изменить внутренние силы смежных узлов  $\bar{F}_{i_1}$  и  $\bar{F}_{i_2}$

$$\bar{F}_i = \bar{S} \frac{m}{t} - \bar{F}_e.$$

(Формула 6)

Введем понятие невязки внутренней силы  $\Delta F$ . Силы  $\bar{F}_{i_1}$  и  $\bar{F}_{i_2}$  изменяются на значение этой невязки в направлении вдоль нитки (ячей) к ее центру по следующим формулам

$$\bar{F}_{i_{i+1}} = \bar{F}_{i_i} + \frac{\bar{D}}{|D|} \Delta F,$$

$$\bar{F}_{i_{2i+1}} = \bar{F}_{i_{2i}} - \frac{\bar{D}}{|D|} \Delta F.$$

(Формула 7)

Невязка внутренней силы вычисляется с учетом (Формула 6):

$$\Delta F = \frac{\Delta L}{\left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right) t}.$$

(Формула 8)

Одновременно с коррекцией внутренних сил корректируется и сила натяжения ячей

$$T_{i+1} = T_i + \Delta F.$$

(Формула 9)

После выполнения условия (Формула 2) для всех ячеек выполняется этап перемещения

$$\bar{X}_{i+1} = \bar{X}_i + \bar{S}.$$

(Формула 10)

Здесь  $X_1$  и  $X_2$  - координаты концов нитки (узлов),  $L$  - размер ячей,  $G$  - вес нитки ячей в воде,  $R_x$ ,  $R_y$  и  $R_z$  - проекции гидродинамических сил на оси координат. Вес отрезка веревки в воде

$$G = \frac{\pi(\rho - \rho_w)gLd^2}{4}.$$

(Формула 11)

Смещение второго конца нитки ячей относительно первого в векторной форме

$$\bar{D} = \bar{X}_2 - \bar{X}_1$$

(Формула 12)

Длина нитки ячеи

$$L = |\bar{D}| = \sqrt{D_x^2 + D_y^2 + D_z^2},$$

(Формула 13)

где  $D_x$ ,  $D_y$  и  $D_z$  - проекции смещения на оси координат.

Проекции гидродинамических сил определяются по формулам [6]

$$R_x = \frac{1}{2} \left( \frac{c_{90}}{2} (1 - D_x^2) + 1 - D_x^2 + c_0 D_x^2 \right) dL \rho_w v^2,$$

$$R_y = \frac{1}{2} c_{90} \frac{D_x D_y^2}{\sqrt{1 - D_z^2}} dL \rho_w v^2,$$

$$R_z = \frac{1}{2} c_{90} \frac{D_x D_z^2}{\sqrt{1 - D_y^2}} dL \rho_w v^2,$$

(Формула 14)

где  $d$  - диаметр нитки,  $v$  - скорость потока воды,  $\rho_w$  - плотность воды,  $c_0$  и  $c_{90}$  - гидродинамические коэффициенты, для ускорения вычислений они не вычисляются, а принимаются константными  $c_0=0,04$  и  $c_{90}=1,3$ .

На основании вышеприведенного алгоритма (см. рисунок) осуществляется расчет силовых и геометрических характеристик закидного невода.

Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 11-08-00096-а.

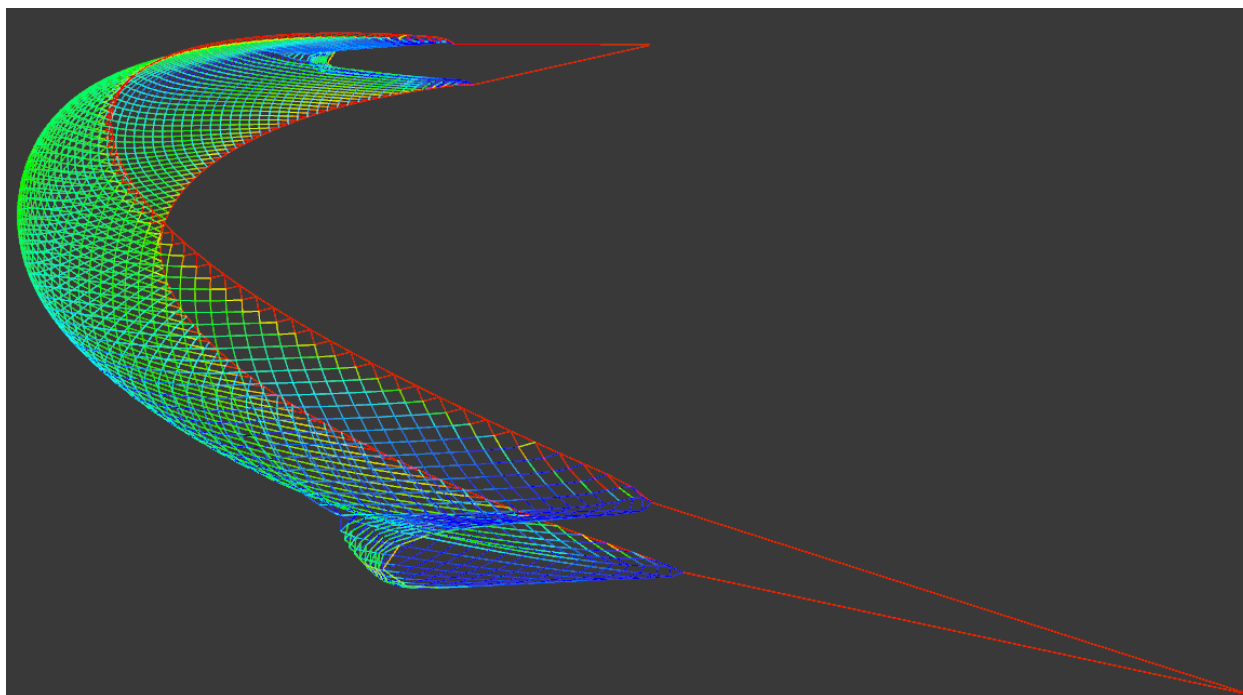


Рисунок. Математическое моделирование закидного невода (без мешка)

### **Литература**

1. Баранов Ф.И. Теория и расчет орудий рыболовства. М. – Пищепромиздат. – 1948. – 436 с.
2. Войниканис-Мирский В.Н. Техника промышленного рыболовства. М. – Легкая и пищевая промышленность. – 1983. – 488 с.
3. Новожилов Е.П., Чурунов В.Н. Направление и методы совершенствования речного закидного неводного лова/ Известия КГТУ. – 2012. - №24. – С. 184-192.
4. Недоступ А.А. Физическое моделирование гидродинамических процессов движения орудий рыболовства// Вестник томского государственного университета. Математика и механика. Томск. №. 3(19). 2012.
5. Баранов Ю.Б. Метод расчета элементов механизации перекидного облова озер.- М., 1985. – 85 с.
6. Недоступ А.А. Обоснование метода расчета сетных орудий рыболовства на основании дискретной модели//Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники российской федерации Фридмана Александра Львовича и 95-летию со дня основания кафедры промышленного рыболовства. Калининград. Издательство ФГОУ ВПО «КГТУ». 2010. - С. 266-275.
7. Недоступ А.А. Дискретная модель рыболовной сети. Известия КГТУ. №18. - 2010. - С. 255-261.

## ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЯ ПЕРЕДАЧИ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ МЕЖДУ БАРАБАНОМ ФРИКЦИОННОГО ТИПА И КВИ В СТАТИКЕ

Недоступ А. А., Наумов В. А., Орлов Е. К., Дегутис А. В.

(г. Калининград, КГТУ, кафедра промышленного рыболовства, кафедра водных ресурсов и водопользования)

**Abstract.** The article outlines the rationale conditions of transfer payload between the drum and the friction type cordage products in statics.

Фрикционное взаимодействие орудия рыболовства с тяговым барабаном промышленного механизма фрикционного типа (МФТ) включает в себя определение статического коэффициента трения, условия передачи полезной нагрузки, тяги и др.

Рассмотрим схему взаимодействия канатно-веревочных изделий (КВИ) и поверхность барабана фрикционного типа (см. рис. 1).

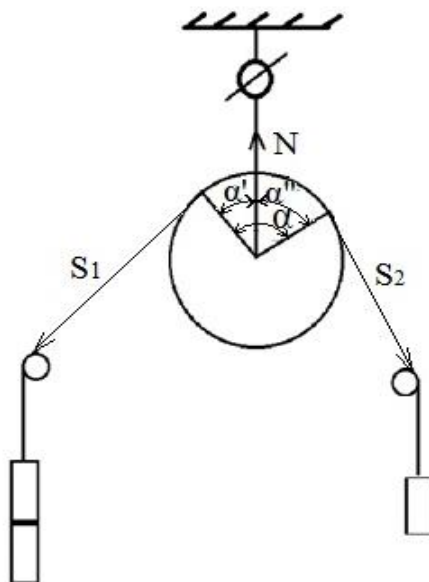


Рис. 1. Схема взаимодействия КВИ и поверхности барабана фрикционного типа

К барабану приложен момент  $M_c$ , натяжение сбегающей ветви  $S_2$  и натяжение набегающей ветви  $S_1$ . Полагаем вращение барабана равномерным. Между поверхностью барабана фрикционного типа и КВИ действует сила трения  $F_{тр}$ .

Окружная сила  $F_t$  [1]

$$F_t = \frac{2}{D} M_c,$$

(Формула 1)

где  $D$  - диаметр барабана.

Возможны два варианта нагружения КВИ (пробуксовка барабана не рассматривается в настоящей статье):

- первый вариант,  $F_{mp} < F_t$ ; происходит проскальзывание КВИ по поверхности барабана;

- второй вариант,  $F_{mp} \geq F_t$ ; происходит сцепление между КВИ и поверхностью барабана, при этом

$$S_1 - S_2 = F_t.$$

(Формула 2)

Таким образом, условие передачи полезной нагрузки барабана фрикционного типа при действии момента  $M_c$  (без скольжения)

$$F_{mp} \geq F_t.$$

(Формула 3)

Рассмотрим нормальную нагрузку на поверхности барабана фрикционного типа [2]

$$N = 2,778 S_2 \mu_{cm} \alpha,$$

(Формула 4)

где  $\alpha$  - угол дуги охвата;  $\mu_{cm}$  - статический коэффициент трения [3], определяемый по формуле

$$\mu_{cm} = 0,6 \sqrt{\frac{S_1 / S_2 - 1}{\alpha}}.$$

(Формула 5)

Отметим, что в общем случае, для ременной передачи, когда ветви не параллельны, используют теорему косинусов [1], тогда

$$N = \sqrt{S_1^2 + S_2^2 - 2S_1S_2 \cos \alpha},$$

(Формула 6)

но при сравнении расчетных значений  $N$ , подсчитанных по формуле (6) с экспериментальными получили ошибки более 20% [2]. Таким образом, формулу (6) использовать для расчета  $N$  нельзя. Тогда в соответствии с экспериментальными данными [2] определим нормальную нагрузку  $N$ , учитывая функциональную зависимость

$$N = k \alpha \sqrt{S_1^2 + S_2^2 - 2S_1S_2 \cos \alpha},$$

(Формула 7)

где  $k(\alpha)$  - поправочный коэффициент, зависящий от значения угла охвата  $\alpha$  (для диапазона  $60^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ )

$$k \alpha = 0,67 + 0,105 \alpha.$$

(Формула 8)

На рис. 2 изображены экспериментальные данные и аппроксимирующая прямая  $k(\alpha)$ .

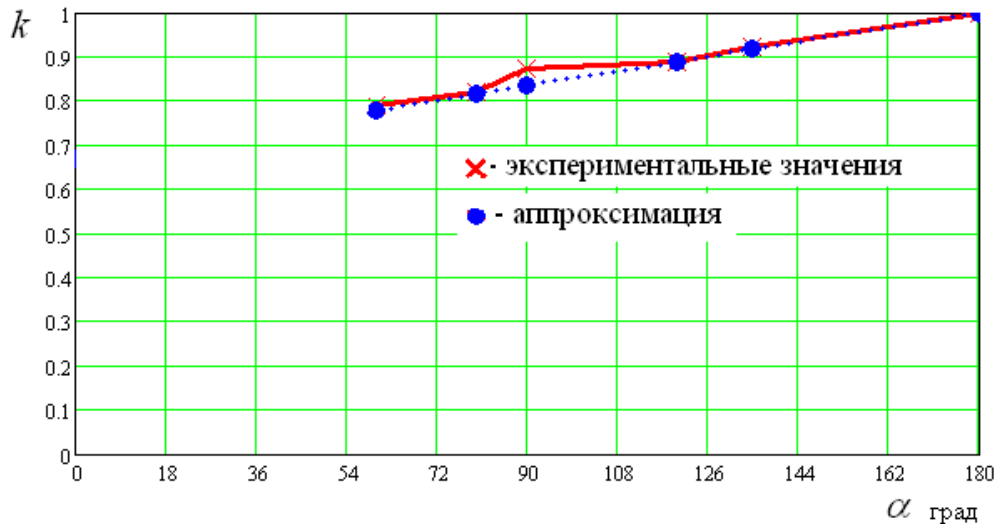


Рис. 2. Экспериментальные данные и аппроксимирующая прямая  $k(\alpha)$

Таким образом, по заданным величинам  $S_2$ ,  $D$  и  $M_c$  можно определить наименьшие значения  $\mu_{cm}$ ,  $\alpha$ ,  $N$ , которые обеспечивают передачу полезной нагрузки без скольжения между равномерно вращающимся барабаном фрикционного типа и КВИ. Для этого нужно решить систему уравнений

$$\left. \begin{aligned} N &= 2,778S_2\mu_{cm}\alpha \\ N &= 0,67 + 0,105\alpha \sqrt{S_1^2 + S_2^2 - 2S_1S_2\cos\alpha} \\ \mu_{cm} &= 0,6\sqrt{\frac{S_1/S_2 - 1}{\alpha}} \\ F_t &= \frac{2}{D}M_c \\ F_t &= S_1 - S_2 \end{aligned} \right\},$$

(Формула 9)

при этом необходимо учитывать, что величина момент  $M_c$  определяется, главным образом, характеристиками электродвигателя и редуктора.

Для примера при  $S_2=500$  Н,  $D=200$  мм и  $M_c=53$  Нм по (9) определим условия передачи полезной нагрузки без скольжения, найдем значения:  $N$ ,  $\mu_{cm}$ ,  $\alpha$ ,  $S_1$  и  $F_t$ . Найденные величины  $\mu_{cm}=0,398$ ,  $\alpha=138^\circ$ ,  $N=1,3$  кН ( $S_1=1,03$  кН;  $F_t=500$  Н) обеспечивают сцепление и передачу полезной нагрузки без скольжения. По значению  $\mu_{cm}$  подбирают материал поверхности барабана в сочетании с известным материалом КВИ.

Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 11-08-00096-а.

### Литература

1. Гуревич Ю.Е., Косов М.Г., Схиртладзе А.Г. Детали машин и основы конструирования: учебник. М. - Издательский центр «Академия». - 2012. - 592 с.

2. Орлов Е.К., Недоступ А.А. Результаты экспериментального исследования нормальной нагрузки при фрикционном взаимодействии орудия рыболовства с тяговым барабаном промышленного механизма. Рыбное хозяйство. №5. - 2012. - С. 97-101.

3. Недоступ А.А., Орлов Е.К. Исследование статического коэффициента трения рыболовных канатно-веревочных изделий на барабане механизма фрикционного типа. Трение и износ. 2010. - Том 31. - №4. - С. 403-411.



## **АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВНЕШНЕЙ 12-МИЛЬНОЙ ГРАНИЦЫ В ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ВОДАХ МОРЕЙ АРКТИКИ И СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.**

**Санаев А.И.** (г. Мурманск, МГТУ), **Кнышев А.И.** (г. Мурманск, С-П.УМиО)

### **Аннотация**

Решена мировая проблема аналитического расчёта внешней границы территориальных вод. Рассматриваются морские карты в проекции подобной проекции Меркатора, но в национальной морской геодезической системе данного государства. Поставлен конкретный вопрос об использовании морских карт, в проекции подобной проекции Меркатора, в национальной геодезической системе данного государства для нанесения внешней границы территориальных вод. Произведён аналитический расчёт внешней границы территориальных вод для морской карты №12000. Учтены всеобщие морские законы, существующие на данный момент. Показаны некоторые промахи, которые были встречены на данной карте. Следует отметить, что на побережье моря, на уресе осушки частей приливном море следует на современном уровне техники создать геодезические центры и береговые небольшие геодезические трёхгранные знаки, и просто геодезические центры на уресе воды. Определить их с помощью СНС «Глонасс» для эллипсоида вращения ПЗ-90 и дать список координат, от которых будут рассчитаны внешние границы 12-мильной зоны.

Для сравнения и контроля произвести измерения по СНС «Навстар-GPS» с использованием ВГС-84. проанализировать и дать Извещения мореплавателям.

### **Решение:**

Практически аналитически решена поставленная задача и дан банк данных о координатах внешней 12-мильной границы на морской карт №12000 Российской Федерации. Дан список береговых геодезических знаков и исходные линии, от которых произведёны координаты 12-мильной границы зоны. На основе аналитического решения о внешней границе на морской карте №12000, кафедра судовождения МГТУ может продолжить расчёт внешней 12-мильной зоны на морских картах всего побережья Северного Ледовитого океана и его островов, а также для северной части Тихого океана Российской Федерации.

Использованы существующие всемирные морские законы и часть технической литературы:

1. Женевская конвенция о территориальном море и прилегающей зоне 1958 года.

2. Конвенция ООН по морскому праву 30 апреля 1982 года и 10 декабря 1984 года.

3. Законодательные акты и распоряжения государственных органов СССР по вопросам

4. мореплавания. Приложение к выпуску 1 Извещений мореплавателям. Министерство

5. обороны Союза ССР. ГУНиО. 1986 г.

6. 4.Постановление Правительства Российской Федерации 1369. О формировании банка данных о внешней границе исключительной экономической зоне Российской Федерации.

7. Москва. 16 марта 2000 г. №230. Председатель Правительства Российской Федерации

8. В. Путин

9. 5.Ольховский В.Е. «Навигация и промысловая навигация». – М: Пищевая пром-сть, 1979. – 544 с.

10. 6.Санаев А. И. Современное обеспечение безопасного плавания в территориальных водах морских государств. Применение на морских навигационных картах проекции типа Меркатора и геодезической системы данного государства. Наука и образование – материалы междунар. науч.-техн. конф. (2-6 апреля 2012г.) Мурманск: МГТУ, 2012 г

Взяты формулы письменного счисления, которые используются при ведении письменной прокладки на мелкомасштабных морских картах. Приведён пример аналитического расчёта внешней 12-мильной границы на морской карте №12000, масштаба 1:200 000, печати 1990 г.

$$1. \quad P_{ш} = 0,2^0 \cdot \text{Cos}.$$

$$2. \quad \varphi_3 = \varphi_1 + P_{ш}$$

$$3. \quad O_{тш} = 0,2^0 \cdot \text{Sin}A$$

$$4. \quad P_{д} = 0,2^0 \cdot \text{Sin}A / \text{Cos}\varphi_c$$

$$5. \quad \lambda_3 = \lambda_1 + P_{д}$$

$$6. \quad \text{Tg}K = O_{тш} / P_{ш} = P_{ш} / \text{Cos}K = O_{тш} / \text{Sin}K$$

$$7. \quad S = (P_{ш}^2 + O_{тш}^2)^{1/2}$$

Полностью техническая литература приведена в конце доклада.

Очень кратко попытаюсь рассмотреть создание карт, которое началось с 6-1 века до нашей эры в Греции. Форма Земли богословами принималась за плоскость и в течении свыше 1500 лет эта форма Земли и использовалась.. Торговые пути расширялись и совершенствовались и нужны были карты. Европа торговала с Китаем, был по Земле шелковый

путь, был путь «из варяг в греки» север торговал пушниной с югом, тоже нужны были карты или словесные описания пути. Везде нужны были карты. Нужны были различные карты для завоевателей, когда происходили войны. Такие карты создавались. Надо вспомнить завоевателей. 1. Александра Македонского, 2. Чингис-Хана, 3. Хан-Батыя, 4. Тамерлана, а также купцов и других исследователей. Всем им были нужны, хотя бы приблизительные карты и какие-то посты на путях следования войск и торговых караванов, чтобы управлять завоёванными странами и вести торговлю.

В 1569 году была создана карта всего Мира и океанов в проекции Меркатора. Меркатор, зная математическую формулу сферы, очень мудро спроектировал на горизонтальную плоскость и получил проекцию Меркатора, которая существует до сих пор. Были приняты географические координаты Земли и созданы математические формулы к ним.

Гений Ньютон, который в 1687 году открыл закон Всемирного тяготения математически доказал, что форма Земли близка к эллипсу вращения. Учёные всего Мира только через 113 лет подошли к этому. В 1800 году астроном из Франции произвел градусные измерения меридиана Парижа, градусные измерения в Аргентине и в Финляндии и чётко доказал учёным всего мира, что Ньютон был прав. Форма Земли близка к форме эллипса вращения и дал параметры эллипса вращения. Размеры большой и малой полуоси эллипса и его сжатие. Градусные измерения проводились и раньше арабами, а затем в древнем Египте. После 1800 года началась эпоха изучения эллипсов вращения Земли, их сейчас принято 20 вариантов. Морские страны, которые выпускают свои навигационные карты в проекции, подобной проекции Меркатора, располагают так свой эллипс вращения, чтобы его поверхность хорошо подходила к своей территории, и принимают свои геодезические прямоугольные координаты страны. На этой основе выпускают и морские навигационные карты, но используются приведённые географические координаты. Каждая морская страна имеет свою национальную геодезическую систему. Имеют свою сферу с радиусом, равным половине большой полуоси своего эллипса вращения и получают свои национальные морские карты в проекции подобной проекции Меркатора, где координаты имеют свою геодезическую национальную систему. Координаты на национальных морских картах приведённые к данной сфере. Таких систем во всём Мире примерно 170 вариантов. Учёные всего Мира через организацию ООН могут договориться и принять три геодезические системы для морских карт для пояса Земли от  $80^0$  северной широты до  $80^0$  южной широты, где морские карты будут охватывать ледяную часть поверхности Антарктиды. Надо просто для морских карт рассмотреть площади морских государств и площади океанов и создать для морских карт три независимых от государств, три геодезических систем. Океанами пользуются все страны

Земли при равных условиях. Геодезические системы Тихого, Атлантического и Индийского океанов. Площадь нашей планеты составляет 501,1 3. миллионов квадратных километров. Площадь океанов имеет площадь примерно 361,1 миллионов квадратных километров. Согласно площадям океанов сделать независимые от сильных государств, три геодезические системы. Это есть перспектива морских навигационных карт всего Мира. Тогда все навигационные карты океанов будут находиться в одинаковых условиях. Это первый шаг для всеобщей формы Земли и для дальнейшего изучения формы Земли для морских карт. Такие системы могут быть подобны американским системам «ВГС-72» и «ВГС-84», которые приняты с позиции силы. На этом пока и остановлюсь. Спутниковые геоцентрические прямоугольные координаты в двух системах координат рассматривать не буду.

#### Решение.

Пока существуют морские навигационные карты, и Россия выпускает эти карты на своей геодезической системе, на эллипсе вращения ПЗ-90 необходимо проделать громадную работу на своём морском побережье от Кольского полуострова до Владивостока.

Установить на урзе воды, вблизи опубликованных береговых пунктов, трехгранные пирамиды из красных пластмассовых труб высотой до 2 метров. Заложить геодезические центры и определить координаты для морской карты по СНС «Глонасс» для эллипсоида ПЗ-90. На осушках, где указана осушка между знаками в самый большой отлив, установить геодезические центры на глубину метра и более и определить морские координаты. Эти координаты занести в банк данных о береговых пунктах, от которых будут рассчитана граница 12-мильной зоны. Это надо сделать по всему побережью морской границы от Кольского полуострова до Владивостока. То же самое необходимо сделать на островах северного Ледовитого океана и Тихого океана. Работа большая и нужная и она может быть выполнена Военной гидрографической службой. Кроме того эту работу в Арктике может выполнить и Гидрографическое унитарное Предприятием из Санкт-Петербурга и её гидрографические базы в Арктике.

Решение возникшей проблемы. Вариант №1 для навигации навигационной карты №12000.

Так как в официальном документе не было координат северного мыса острова Большой Айнов и берегового пункта Поганьнаволоок. Пришлось после проработки внешней 12-мильной границы аналитически, графически снять с морской карты координаты этих пунктов.

А. Аналитически рассчитать точку пересечения 12-мильной зоны от северного мыса острова Большой Айнов, координаты которого были сняты графически с карты №12000 и мыса Немецкий, координаты которого взяты из официального пособия. Решение приводится ниже.

Б. Так как в официальном пособии были даны береговые координаты пункта №8, полуостров Рыбачий, мыс Цыпнаволок и береговой пункт №9, остров Кильдин, северо-западный берег, то после решения определения координат внешней границы от этих береговых пунктов и расчёта расстояния между ними было установлено, что линия от мыса №8 до мыса №9 не может служить исходной линией для расчёта координат границы, так как расстояние между ними равно 27,5465 миль. Это расстояние не должно быть более 24 миль. Поэтому с карты №12000 графически сняты координаты берегового пункта Поганьнаволок и от него методом подбора рассчитаны координаты нескольких точек на границе. Решение данных проблем приводится ниже.

Необходимо, графически снять с карты №12000 северную оконечность острова Большой Айнов, так координаты северной оконечности острова не даны в 4. официальном пособии. Широта северной оконечности острова

$$, \varphi_{1a} = 69^{\circ}50,9'N (69,848333^{\circ}) \quad \lambda_{1a} = 31^{\circ}35,4' (31,59^{\circ})$$

Взяв координаты из официального пособия мыса Немецкий, береговой пункт

$$, \varphi_2 = 69^{\circ}57,2' (69,953333^{\circ}) \quad \lambda_2 = 31^{\circ}56,7' (31,945^{\circ})$$

можем рассчитать точку пересечения 12-мильной зоны от этих береговых пунктов.

1.  $A_{1-2} = 49,281563^{\circ}$
2.  $A_{2-1} = 229,281563^{\circ}$
3.  $S_{1-2} = (P_{ш}^2 + O_{тш}^2)^{1/2} = 0,16095842^{\circ}$
4.  $S/2 = 0,08047921^{\circ}$
5.  $У_{гол В} = 66,271949$
6.  $A_{2-1} = 229,281563 + 66,271949 = 295,55351$  на точку на границе от пункта №2. (точка пересечения)
7.  $A_{1-2} = 49,281563 - 66,271949 = 343,00961$  на точку на границе от пункта №1

Расчёт широты и долготы точки пересечения от мыса Немецкий.

$$P_{ш} = 0,2 \cdot \cos 295,55351 = 0,08627077$$

$$, \varphi_{1a} = 69,953333 + 0,08627077 = 70,039604 (70^{\circ}02,3762')$$

$$, \varphi_{1a} = 70^{\circ}02,3762'$$

$$P_{д} = 0,2 \cdot \sin 295,55351 / \cos 69,99647 = -0,527471$$

$$, \varphi_c = 69,99647$$

$$P_{д} = 0,2 \cdot \sin 295,55351 / \cos 69,99647 = -0,52747197$$

$$, \lambda_{1a} = 31,945 - 0,52747197 = 31,417528^{\circ} (31^{\circ}25,05168')$$

Расчет точки пересечения от северной оконечности острова большой Айнов.

$$P_{ш} = 0,2 \cdot \cos 343,00961 = 0,19127076$$

,  $\varphi_{1a} = 69,848333 + 0,19127076 = 70,039604 (70^{\circ}02,3762')$ . Широты одинаковы

$$\varphi_c = 69,94397$$

$$P_d = 0,2 \cdot \sin 343,00961 / \cos 69,943261 = -0,17041597$$

$$\lambda_{1a} = 31,59 - 0,17041597 = 31,419584 (31^{\circ}25,17504')$$

Расхождение в долготах точки пересечения появилось потому, что долготы с изменением широты на морской карте изменяются неравномерно. Для расчёта долготы бралась средняя широта между береговым пунктом и границей, а не приведённая, но величина не соответствия долгот примерно  $0,12'$ , берём среднее значение долготы для внешней границы,

$$\lambda_{1a. \text{ ср.}} = 31,418556^{\circ} (31^{\circ}25,11336')$$

Дальнейшее решение в данном районе.

Расчёт направления северная оконечность остров Б.Айнов - мыс Немецкий.

Решаем плоский треугольник на карте №12000, где указаны расстояния  $0,2^{\circ}$ . из вершины опускаем перпендикуляр на основание треугольника. Получаем два прямоугольных треугольника. Определяем базовые углы, они равны между собой и рассчитываем истинные пеленги на точку пересечения. Имея два пеленга и расстояние, дважды определяем координаты точки пересечения и их сравниваем.

Расчёт координат от берегового мыса Немецкий после определения точки пересечения 12-мильной границы. Надо начинать от начального направления на точку пересечения. Далее это направление изменять на 20 градусов. Решив прямоугольный плоский треугольник, где угол при вершине треугольника равен 10 градусов, гипотенуза 12 морских миль, находим катет.

$\Delta S = 12 \cdot \sin 10 = 2,084$  мили. Расстояние S между точками на границе будет равно 4,168 мили.

При расчёте от исходной линии, где расстояние будет больше 12 миль, максимально 24 мили, берём координаты средней точки.  $\varphi_c = (\varphi_1 + \varphi_2) / 2$ ,

$\lambda_c = (\lambda_1 + \lambda_2) / 2$  К направлению локсодромии  $A_{1-2}$  добавим или вычтем 90 градусов и получим направление на точку границы. Производим расчёт координат этой точки. Расстояние между соседними точками будет не более 12 миль

Практический пример аналитического расчёта внешней 12-мильной границы на морской карте №12 000, масштаба 1 : 200 000, печати 1990 г. Иногда, для уточнения нужно взять морскую карту масштаба 1:100 000.

Координаты береговых пунктов даются в градусной мере с точностью до шестого знака после запятой. На морской карте отмечаются

береговые пункты. Графически имеются направления исходных линий и расстояния между береговыми пунктами для контроля. Конечные координаты внешней 12-мильной границы записываются в градусах и минутах с точностью до четвёртого знака после запятой.

Координаты взяты из законодательных актов СССР для морских карт для своей геодезической системы в проекции подобной проекции Меркатора.

	Широта сев.	Долгота вост.
1. Пограничный буй №415. (30,8208333 <sup>0</sup> )	69°47'41" (69,7947222 <sup>0</sup> )	30°49'15"
2. м. немецкий (31,945000 <sup>0</sup> )	69°57,2' (69,953333 <sup>0</sup> )	31°56,7'

Расчёт локсодромического направления  $A_{1-2}$  от буя к мысу немецкий и обратно  $A_{2-1}$

$$\begin{aligned} \operatorname{Tg} A_{1-2} &= \operatorname{РД}^0 \cdot 0,017453292 / \ln \operatorname{Tg}(45 + \varphi_2/2) - \ln \operatorname{Tg}(45 + \varphi_1/2) = \\ &= 1,124167 \cdot 0,017453292 / \\ &= [\ln \operatorname{Tg}(45 + 69,953333/2) + \ln \operatorname{Tg}(45 + 69,747222/2)] = 20,598292 \\ A_{1-2} &= 87,220603^0. \\ A_{2-1} &= 87,220603 + 180 = 267,2206^0 \end{aligned}$$

Граница от мыса немецкий.

$$\begin{aligned} A_{2-1} &= 267,2206^0 \\ \operatorname{Рш} &= 0,2^0 \cdot \operatorname{Cos} 267,2206 = -0,009698131. \\ \varphi_1 &= 69,533333 - 0,009698131 = 69,943635^0 \quad (69^0 56,6181' \text{ сев.}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \operatorname{Рш}/2 &= -0,004890657^0. \\ \varphi_{\text{ср}} &= 69,948484^0. \\ \operatorname{Рд} &= 0,2^0 \cdot \operatorname{Sin} 267,2206 / \operatorname{Cos} 69,948485^0 = -0,5826339. \end{aligned}$$

,  $\lambda_1 = 31,945^0 - 0,5826339 = 31,362336$  (31°21,7420' вост.)  
Координаты первой точки на границе  $\varphi_1$  и  $\lambda_1$ .

Для простоты расчёта координат границы от мыса немецкий берём направление на точку на окружности равное  $280^0$  и определяем координаты границы. Далее это направление будем изменять на  $20^0$  до нуля градусов.

6. Направление от мыса на вторую точку на границе  $A_{H-2} = 280^0$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{ш}} &= 0,2 \cdot \cos 280 = 0,034729634 \\
 ,\varphi_2 &= 69,953333 + 0,034739634 = 69,988063 \text{ (} 69^0 59,2838' \text{)} \\
 P_{\text{ш}} / 2 &= 0,017364817 \\
 ,\varphi_c &= 69,953333 + 0,017364817 = 69,970698 \\
 P_{\text{д}} &= 0,2 \cdot \sin 280 / \cos 69,970698 = -0,57506909 \\
 ,\lambda_2 &= 31,945 - 0,57506909 = 31,369931 \text{ (} 31^0 22,1959' \text{)}
 \end{aligned}$$

Направление на третью точку  $A_{H-3} = 300^0$ .

$$\begin{aligned}
 P_{\text{ш}} &= 0,2 \cdot \cos 300 = 0,1 \\
 P_{\text{ш}} / 2 &= 0,05 \\
 ,\varphi_3 &= 69,953333 + 0,1 = 70,053333 \text{ (} 70^0 03,2000' \text{)} \\
 ,\varphi_c &= 69,953333 + 0,05 = 70,053333 \\
 P_{\text{д}} &= 0,2 \cdot \sin 300 / \cos 70,053333 = -0,50649877 \\
 ,\lambda_3 &= 31,945 - 0,50649877 = 31,438501 \text{ (} 31^0 26,31006' \text{)}
 \end{aligned}$$

Направление на четвёртую точку  $A_{H-4} = 320$ .

$$\begin{aligned}
 P_{\text{ш}} &= 0,2 \cdot \cos 320 = 0,1532089. \\
 P_{\text{ш}} / 2 &= 0,07660445 \\
 ,\varphi_4 &= 69,953333 + 0,1532089 = 70,106542 \text{ (} 70^0 06,3925' \text{)} \\
 ,\varphi_c &= 69,953333 + 0,07660445 = 70,029938. \\
 P_{\text{д}} &= 0,2 \cdot \sin 320 / \cos 70,029938 = -0,37641748 \\
 ,\lambda_4 &= 31,945 - 0,37641748 = 31,568583^0 \text{ (} 31^0 34,1150' \text{)}
 \end{aligned}$$

Направление на пятую точку  $A_{H-5} = 340$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{ш}} &= 0,2 \cdot \cos 340 = 0,18793853 \\
 P_{\text{ш}} / 2 &= 0,0939692365 \\
 ,\varphi_5 &= 69,953333 + 0,18793853 = 70,141272 \text{ (} 70^0 08,4763' \text{)} \\
 ,\varphi_c &= 69,953333 + 0,093969365 = 70,047302 \\
 P_{\text{д}} &= 0,2 \cdot \sin 340 / \cos 70,047302 = - 2,004547 \\
 ,\lambda_5 &= 31,945 - 0,2004547 = 31,744545^0 \text{ (} 31^0 44,6727' \text{)}
 \end{aligned}$$

Направление на шестую точку  $A_{H-6} = 00^0$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{ш}} &= 0,2 \\
 ,\varphi_6 &= 70,153333 \text{ (} 70^0 09,20000' \text{)} \\
 P_{\text{д}} &= 0,0 \\
 ,\lambda_6 &= 31,945 \text{ (} 31^0 56,7 \text{)}
 \end{aligned}$$



Расчёт от островка к юго-востоку от мыса Кекурский. Так как широта мыса Немецкий и данного островка одинаковы, то локсодромическое направление от мыса Немецкий на островок равно  $90^{\circ}$ . Расстояние между этими пунктами очень мало, поэтому направление на граничную точку №7  $A_{0-7} = 00^{\circ}$

3. Широта сев. =  $69^{\circ}57,2' = 69,953333^{\circ}$ . Долгота вост. =  $31^{\circ}57,2' = 31,953333^{\circ}$

$$R_{\text{ш}} = 0,2 \cdot \cos 0 = 0,2.$$

$$\varphi_7 = 69,953333 + 0,2 = 70,153333 \text{ (} 70^{\circ}09,2' \text{)} \text{ решено повторно}$$

$$R_{\text{д}} = 0,0^{\circ}$$

$$\lambda_7 = 31,953333 + 0,0 = 31,953333 \text{ (} 31^{\circ}57,2' \text{)}$$

7.

Расчет локсодромического направления от берегового пункта №3 до пункта №4 мыс Кекуровский.

Пункт №3 широта =  $69,953333$ , долгота =  $31,953333$

$$\text{Tg} A_{3-4} = 0,105 \cdot 0,017453292 / [\ln \text{Tg}(45 + 69,945/2) - \ln \text{Tg}(45 + 69,953333/2)] = -4,3211402/$$

$A_{3-4} = -76,969966$  - в четвертном счёте  $+180 = 103,03003^{\circ}$  в круговом счёте.

Второе направление на внешнюю границу равно  $103,03003 - 90 = 13,03003$ .

Расстояние между пунктом №3 и пунктом №4 меньше 6 миль, поэтому производим расчёт от пункта №3 по первому направлению  $A_{3-7} = 0,0^{\circ}$ . Это точка 7 и даны координаты.

Расчёт по второму направлению  $A_{3-9} = 13,03003$  от п. №3

$$R_{\text{ш}} = 0,2 \cdot \cos 13,03003 = 0,1948502$$

$$R_{\text{ш}}/2 = 0,0974251$$

$$\varphi_8 = 69,953333 + 0,1948502 = 70,148183$$

$$\varphi_{\text{с}} = 69,953444 + 0,0974251 = 70,050758$$

$$R_{\text{д}} = 0,2 \cdot \sin 13,03003 / \cos 70,050758 = 0,13216293$$

$$\lambda_8 = 31,953333 + 0,13216293 = 32,085496 \text{ (} 32^{\circ}05,1298' \text{)}$$

Расчёт внешней границы от пункта №3 от начала исходной линии  $A_{3-4} = 103,03003$

Пункт №3. широта сев. =  $69,953333^{\circ}$  Долгота вост. =  $31,953333^{\circ}$

Направление  $A_{3-8} = 0,0^{\circ}$

$$\varphi_8 = 69,945 + 0,2 = 70,145 \text{ (} 70^{\circ}08,7' \text{)}$$

$$\lambda_8 = 32,058333 + 0,0 = 32,058333 \quad (32^{\circ}03,5')$$

Пункт тот же №3, начало направления исходной линии от этого пункта.

$A_{4-9} = 13,03003$  начало исходной линии. Направление на границу.

$$R_{\text{ш}} = 0,2 \cdot \cos 13,03003 = 0,19485041.$$

$$R_{\text{ш}}/2 = 0,0974251$$

$\varphi_9 = 69,953333 + 0,19485041 = 70,148183 \quad (70^{\circ}08,9098')$  . точка ниже точки от т.№3.

$$\varphi_c = 69,953333 + 0,0974251 = 70,050758$$

$$R_{\text{д}} = 0,2 \cdot \sin 13,03003 / \cos 70,050758 = 0,13216293.$$

$$\lambda_9 = 31,9533333 + 0,13216293 = 32,085496 \quad (32^{\circ}05,1298')$$

Уточним координаты внешней границы от пунктов №4 и №5

$$4., \varphi_4 = 69,945 \quad \lambda_4 = 32,0583333$$

$$5., \varphi_5 = 69,94 \quad \lambda_5 = 32,09$$

$$R_{\text{ш}} = 0,3' \quad R_{\text{д}} = 2,9' \quad \varphi_c = 69,9425 \quad \text{Отш} = 2,9 \cdot \cos 69,9425 = 0,99459275$$

$$S = (0,3^2 + 0,99459275^2)^{1/2} = 1,039', \text{ расстояние очень мало} \quad A_{4-5} = 119,6639^{\circ}$$

От пункта №4 рассчитываем направление на внешнюю границу по направлению  $A_{5-гп} = 0,0$

$$R_{\text{ш}} = 0,2 \quad \varphi_{9a} = 70,145 \quad (70^{\circ}08,7')$$

$$R_{\text{д}} = 0,0 \quad \lambda_{9a} = 32^{\circ}03,5 + 00 = 32^{\circ}03,5'$$

Пункт №5 берём направление  $A_{5-гп} = 0.0^{\circ}$

$$R_{\text{ш}} = 0,2 \quad \varphi_{10} = 70,14 \quad (70^{\circ}08,4')$$

$$R_{\text{д}} = 0,0 \quad \lambda_{10} = 32,09 \quad (32^{\circ}05,4')$$

Эти координаты заносим в список внешней 12-мильной границы России.

Расчёт от исходной линии пунктов №5 - №6.

8.

$$\text{Пункт №5. } \varphi_5 = 69,94 \quad \lambda_5 = 32,09$$

$$\text{Пункт №6 } \varphi_6 = 69,77 \quad \lambda_6 = 32,956667$$

Направление исходной линии  $A_{5-6} = 119,6639^{\circ}$

$$\text{Tg} A_{5-6} = [\ln \text{Tg}(45 + 69,77/2) - \ln \text{Tg}(45 + 69,94/2)] = -1,7557566$$

$A_{5-6} = -60,336101$  - четвертной счёт. В круговом счёте  $A_{5-6} = 119,6639^0$

Расчёт расстояния между пунктами №5 и №6

$R_{ш} = 0,17$        $R_{д} = 0,8666667$        $\varphi_c = 69,855$       Отш =  $0,866667 \cdot \cos 69,855 = 0,29847764$

$S_{5-6} = (0,17^2 + 0,29847764^2)^{1/2} = 0,34399509 \cdot 60 = 20,609701'$  (морских миль) Следовательно, надо взять три промежуточные точки между пунктами 5 и 6 на равном расстоянии друг от друга и от них рассчитать границу 12-мильной зоны по направлению от этих промежуточных точек  $A_{0-гp} = 29,6639^0$

Первая точка пункта №5

$\varphi_5 = 69,94$        $\lambda_5 = 32,09$        $A_{11-гp} = 29,6639$

$R_{ш} = 0,2 \cdot \cos 29,6639 = 0,1737887$

$\varphi_{11} = 69,94 + 0,1737887 = 70,113789$  ( $70^0 06,2734'$ )

$\varphi_c = 70,026894$

$R_{д} = 0,2 \cdot \sin 29,6639 / \cos 70,026894 = 0,2897785$

$\lambda_{11} = 32,09 + 0,2897785 = 32,379779$  ( $32^0 22,7867'$ )

Промежуточная точка  $5_a$

$\varphi_{5a} = 69,8975$        $\lambda_{5a} = 32,306667$        $A_{12-гp} = 29,6639$

$R_{ш} = 0,2 \cdot \cos 29,6639 = 0,1737887$

$\varphi_{12} = 69,8975 + 0,1737887 = 70,071289$  ( $70^0 04,2773'$ )

$\varphi_c = 69,984394$

$R_{д} = 0,2 \cdot \sin 29,6639 / \cos 69,984394 = 0,28918835$

$\lambda_{12} = 32,306667 + 0,2897785 = 32,595855$  ( $32^0 35,7513'$ )

Промежуточная точка  $5_b$

$\varphi_{5b} = 69,855$        $\lambda_{5b} = 32,523333$        $A_{13-гp} = 29,6639$

$R_{ш} = 0,2 \cdot \cos 29,6639 = 0,1737887$

$\varphi_{13} = 69,855 + 0,1737887 = 70,028789$  ( $70^0 01,7273'$ )

$\varphi_c = 69,941894$

$R_{д} = 0,2 \cdot \sin 29,6639 / \cos 69,941894 = 0,28860077$

$\lambda_{13} = 32,523333 + 0,28860077 = 32,84934$  ( $32^0 48,716'$ )

Промежуточная точка  $5_b$

$\varphi_{5b} = 69,8125$        $\lambda_{5b} = 32,74$        $A_{14-гp} = 29,6639$

$R_{ш} = 0,2 \cdot \cos 29,6639 = 0,1737887$

$$, \varphi_{14} = 69,8125 + 0,1737887 = 69,986289 \quad (69^{\circ}59,1773')$$

$$, \varphi_c = 69,899324$$

$$Рд = 0,2 \cdot \sin 29,6639 / \cos 69,899324 = 0,28801477$$

$$, \lambda_{14} = 32,74 + 0,28801477 = 33,028015 \quad (33^{\circ}01,6809')$$

Береговой пункт №6.

9.

,  $\varphi_6 = 69,77$        $\lambda_6 = 32,956667$ . Возьмём направление  $A_{15-гp} = 0,0$ . Эта точка на границе должна быть чуть-чуть севернее, чем при направлении  $29,6639^{\circ}$ .

$$, \varphi_{15} = 69,77 + 0,2 = 69,97 \quad (69^{\circ}58,2')$$

$$, \lambda_{15} = 32,956667 + 0,0 = 32,956667 \quad (32^{\circ}57,4)$$

Пункт прежний №6, а направление исходной линии 5-6  $A_{5-6} = 119,6639^{\circ}$ . Направление на границу от исходной линии  $A_{6-гp} = 29,6639$ . Для анализа на карте.

$$Рш = 0,2 \cdot \cos 29,6639 = 0,1737887$$

$$, \varphi_{16} = 69,77 + 0,1737887 = 69,943789 \quad (69^{\circ}56,6273')$$

$$, \varphi_c = 69,856894$$

$$Рд = 0,2 \cdot \cos 29,6639 / \cos 69,856894 = 0,28743321$$

$$, \lambda_{16} = 32,956667 + 0,28743321 = 33,2441 \quad (33^{\circ}14,646')$$

Береговой пункт №7 у мыса Лауш..

$$, \varphi_7 = 69^{\circ}44,5' \quad (69,741667^{\circ}) \quad \lambda_7 = 33^{\circ}04,8' \quad (33,08^{\circ})$$

Расстояния между пунктами №6 и №7 и между №7 и №8 меньше 6 миль.

Берём направление от пункта №7 на внешнюю границу  $A_{7-гp} = 0,0^{\circ}$

$$, \varphi_{17} = 69,741667 + 0,2 = 69,941667 \quad (69^{\circ}56,5')$$

$$, \lambda_{17} = 33,09 + 0,0 = 33,08 \quad (33^{\circ}04,8')$$

От пункта №7 до пункта №8 расчёт от линии наибольшего отлива. Необходимо на урезе воды заложить геодезический центр и определить координаты по СНС «Глонасс»

Полуостров Рыбачий мыс Цыпнаволок пункт №8. Расчёт ведётся по окружности от направления  $0,0^{\circ}$  до направления на пункт №9 остров Кильдин, северо-западный берег.

$$, \varphi_8 = 69^{\circ}42,9' \quad (69,715) \quad \lambda_8 = 33^{\circ}01,8' \quad (33,013167)$$

$$A_{8-гp} = 0,0^{\circ}$$

$$Рш = 0,2$$

$$, \varphi_{18} = 69,715 + 0,2 = 69,915 \quad (69^{\circ}54,9')$$

$$, \lambda_{18} = 33,013167 + 0,0 = 33,013167 \quad (33^{\circ}01,8')$$

$$A_{8-гp} = 20^0$$

$$P_{ш} = 0,2 \cdot \cos 20 = 0,18393853$$

$$, \varphi_{19} = 69,715 + 0,18393853 = 69,902939 \text{ (} 69^0 54,1763 \text{' )}$$

$$, \varphi_c = 69,808970$$

$$P_{д} = 0,2 \cdot \sin 20 / \cos 69,80897 = 0,1989481$$

$$, \lambda_{19} = 33,013167 + 0,1989481 = 33,212115 \text{ (} 33^0 12,7269 \text{' )}$$

$$A_{8-гp} = 40^0$$

$$P_{ш} = 0,2 \cdot \cos 40 = 0,1532089$$

$$, \varphi_{20} = 69,715 + 0,1532089 = 69,868209 \text{ (} 69^0 52,0925 \text{' )}$$

$$, \varphi_c = 69,791605$$

$$P_{д} = 0,2 \cdot \cos 40 / \cos 69,791605 = 0,37216049$$

$$, \lambda_{20} = 33,013167 + 0,37216049 = 33,385328 \text{ (} 33^0 23,1197 \text{' )}$$

$$A_{8-гp} = 60^0$$

$$P_{ш} = 0,2 \cdot \cos 60 = 0,1$$

$$, \varphi_{21} = 69,715 + 0,1 = 69,815 \text{ (} 69^0 48,9 \text{' )}$$

10.

$$, \varphi_c = 69,765$$

$$P_{д} = 0,2 \cdot \sin 60 / \cos 69,765 = 0,50077882$$

$$, \lambda_{21} = 33,013167 + 0,5007788 = 33,513946 \text{ (} 33^0 30,8368 \text{' )}$$

$$A_{8-гp} = 80^0$$

$$P_{ш} = 0,2 \cdot \cos 80 = 0,03472934$$

$$, \varphi_{22} = 69,715 + 0,03472934 = 69,74973 \text{ (} 69^0 44,9838 \text{' )}$$

$$, \varphi_c = 69,732365$$

$$P_{д} = 0,2 \cdot \sin 80 / \cos 69,732365 = 0,56858619$$

$$, \lambda_{22} = 33,013167 + 0,56858619 = 33,581753 \text{ (} 33^0 34,9052 \text{' )}$$

$$A_{8-гp} = 100^0$$

$$P_{ш} = 0,2 \cdot \cos 100 = -0,034729634$$

$$, \varphi_{23} = 69,715 - 0,034729634 = 69,68027 \text{ (} 69^0 40,8162 \text{' )}$$

$$, \varphi_c = 69,697635$$

$$P_{д} = 0,2 \cdot \sin 100 / \cos 69,697635 = 0,567654448$$

$$, \lambda_{23} = 33,013167 + 0,567654448 = 33,580821 \text{ (} 33^0 34,8493 \text{' )}$$

$$A_{8-гp} = 120^{\circ}$$

$$P_{ш} = 0,2 \cdot \cos 120 = -0,1$$

$$, \varphi_{24} = 69,715 - 0,1 = 69,615 \quad (69^{\circ}36,9')$$

$$, \varphi_c = 69,665$$

$$P_d = 0,2 \cdot \sin 120 / \cos 69,665 = 0,4984197$$

$$, \lambda_{24} = 33,013167 + 0,4984197 = 33,511586 \quad (33^{\circ}30,6952')$$

Для дальнейшего решения, возникшей проблемы внешней 12-мильной границы на карте №12000 сделаем расчёт для линии мыс Цыпнаволок и Кильдин северо-западный берег.

$$A_{8-гp} = 136,86243^{\circ}$$

$$P_{ш} = 0,2 \cdot \cos 136,86243 = -0,14594282$$

$$, \varphi_{25} = 69,715 - 0,14594282 = 69,568057 \quad (69^{\circ}34,1434')$$

$$, \varphi_c = 69,64203$$

$$P_d = 0,2 \cdot \sin 136,86243 / \cos 69,64203 = 0,39309173$$

$$, \lambda_{25} = 33,013167 + 0,39309173 = 33,406259 \quad (33^{\circ}24,3755')$$

Расчёт границы от берегового пункта №9, северо-западный берег острова Кильдин. Расчёт сделаем для границы, начиная с №26 от направления  $316,86243^{\circ}$ , направление на п. №8, а далее 320, 340 и  $00^{\circ}$ .

$$, п. №9 \quad \varphi_9 = 69,38^{\circ} \quad \lambda_9 = 34,03^{\circ} \quad A_{9-гp} = 316,86243^{\circ}$$

$$P_{ш} = 0,2 \cdot \cos 316,86243 = 0,145942892$$

$$, \varphi_{27} = 69,38 + 0,14594282 = 69,525895 \quad (69^{\circ}31,5534')$$

$$, \varphi_c = 69,452948^{\circ}$$

$$P_d = 0,2 \cdot \sin 316,86243 = -0,38962863$$

$$, \lambda_{27} = 34,03 - 0,38962863 = 33,640371 \quad (33^{\circ}38,4227')$$

$$P_{ш} = 0,2 \cdot \cos 340 = 0,18793853 \quad A_{9-гp} = 340^{\circ}$$

11.

$$, \varphi_{28} = 69,38 + 0,18793853 = 69,567939 \quad (69^{\circ}34,0763')$$

$$, \varphi = 69,473969$$

$$P_d = 0,2 \cdot \sin 340 / \cos 69,473969 = -0,19508731$$

$$, \lambda_{28} = 34,03 - 0,19508732 = 33,834913 \quad (33^{\circ}50,0948')$$

$$A_{9-гp} = 00^{\circ}$$

$$P_{ш} = 0,2$$

$$, \varphi_{28} = 69,38 + 0,2 = 69,58 \quad (69^{\circ}34,8')$$

$$, \lambda_{28} = 34,03 + 00 = 34,03 \quad (34^{\circ}01,8')$$

Нужно определить точку уреза воды между пунктами №8 и №9.

Приблизительный расчёт внешней 12-мильной границы территориальных вод Федерации России на морской карте №12000 .

В официальном документе даны координаты береговых пунктов №8, полуостров Рыбачий, мыс Цыпнаволоок и координаты пункта №9, остров Кильдин, северо-западный берег. Расстояние между этими береговыми пунктами по локсодромии по морской карте равно  $S_{лок} = 27,545$  миль. Это больше 24 миль, поэтому, согласно морским всемирным законам линия между пунктами №8 и №9 не может быть исходной. От неё нельзя вести расчёт внешней 12-мильной границы территориальных вод. Был произведён аналитический расчёт внешней 12-мильной границы от пункта №8, указаны точки на границе №24 и №25. От береговой точки №9 были рассчитаны точки на границе №27 и №28. Далее сняли с карты №12000 графически координаты мыса Поганьяволоок

$$, \varphi_{п} = 69^{\circ}25,5' (69,425^{\circ}) \quad \lambda_{п} = 33^{\circ}25,5' (33,425^{\circ})$$

Вариант 1.

Рассчитаем с этой точки Поганьяволоок направление на точку на границе №24 и по этому направлению рассчитаем границу 12-мильной зоны. Проверяем координаты и оставляем ту, которая находится дальше от береговой черты побережья. Запишем повторно координаты точки №24 на границе.  $, \varphi_{24} = 69,615^{\circ} (69^{\circ}36,9')$   $\lambda_{24} = 33,511586^{\circ} (33^{\circ}30,7')$

$$\text{Направление от Поганьяволоок на точку №24 } A_{п-24} = 9,0592151^{\circ}$$

$$R_{ш} = 0,2 \cdot \cos 9,0592151 = 0,19750523$$

$$, \varphi_{24a} = 69,425 + 0,19750523 = 69,622505^{\circ} (69^{\circ}37,4')$$

$$, \varphi_{с} = 69,523755$$

$$R_{д} = 0,2 \cdot \sin 9,0592151 / \cos 69,523755 = 0,090020919$$

$$, \lambda_{24a} = 33,425 + 0,090020919 = 33,515021^{\circ} (33^{\circ}30,9')$$

Точка №24а дальше от береговой черты, чем точка №24.

Принимаем №24а.

$$\text{Направление от Поганьяволоок на точку №25. } A_{п-25} = 357,39102^{\circ}$$

$$R_{ш} = 0,2 \cdot \cos 357,39102 = 0,19979269$$

$$, \varphi_{25a} = 69,425 + 0,19979269 = 69,624793 (69^{\circ}37,5')$$

$$, \varphi_{с} = 69,524895$$

$$R_{д} = 0,2 \cdot \sin 357,39102 / \cos 69,524895 = -0,0260261a$$

$$, \lambda_{25a} = 33,425 - 0,02602619 = 33,398974 (33^{\circ}23,9')$$

Точка №25а дальше от береговой черты, чем точка №25.

Принимаем №25а.

$$\text{Направление от Поганьяволоок на точку №27 } A_{п-27} = 36,811872$$

$$R_{ш} = 0,2 \cdot \cos 36,811872 = 0,16012145$$

$$, \varphi_{27a} = 69,425 + 0,16012145 = 69,585122 (69^{\circ}35,1)$$

$$, \varphi_{с} = 69,50506$$

$$R_d = 0,2 \cdot \sin 36,811872 / \cos 69,50506 = 0,34227214$$

12.

$$\lambda_{27a} = 33,425 + 0,34227214 = 33,767272 (33^{\circ}46,0')$$

Точка №27а дальше от береговой черты, чем точка №27.  
Принимаем точку №27а

$$\text{Направление от Поганьнаволоков на точку №28} \quad A_{п-28} = 45,128146$$

$$R_{ш} = 0,2 \cdot \cos 45,128146 = 0,1411047$$

$$\varphi_{28a} = 69,425 + 0,1411047 = 69,566105 (69,33,97')$$

$$\varphi_c = 69,495555$$

$$R_d = 0,2 \cdot \sin 45,128146 / \cos 69,495555 = 0,404639$$

$$\lambda_{28a} = 33,425 + 0,404639 = 33,82964 (33^{\circ}49,8')$$

Точка №28 дальше от береговой черты, чем точка №28а.  
Принимаем точку №28.

Произведён анализ внешней границы территориальных вод на морской карте №12000, от береговой точки Поганьнаволоков, которая официально не указана в документе.

Продолжаем расчёт дальше для морской карты №12000.

Береговой пункт №9 . Остров Кильдин, северо-западный берег.

$$\varphi_9 = 69^{\circ}22,8' (69,38^{\circ}) \quad \lambda_9 = 34^{\circ}01,8' (34,03^{\circ})$$

Береговой пункт №10. Остров Кильдин, восточная оконечность.

$$\varphi_{10} = 69^{\circ}20,0' (69,333333^{\circ}) \quad \lambda_{10} = 34^{\circ}24,2' (34,403333^{\circ})$$

На линии наибольшего отлива между пунктом №9 и пунктом №10 установить геодезический центр и определить координаты по СНС «Глонасс»

асчёт направления  $A_{9-10}$  и расстояния  $S_{9-10}$  исходной линии.

$$A_{9-10} = -70,476544 + 180 = 109,523346^{\circ}$$

$$S_{9-10} = 8,3788 \text{ миль.}$$

Расчёт границы от от исходной линии  $A_{9-10} = 109,523346$ .

$$\text{Пункт №9. } \varphi_9 = 69,38^{\circ} \quad \lambda_9 = 34,03^{\circ} \quad A_{9-гп} = 19,523346^{\circ}$$

$$R_{ш} = 0,2 \cdot \cos 19,52346 = 0,18850095$$

$$\varphi_{26} = 69,38 + 0,18850095 = 69,568501 (69^{\circ}34,1101')$$

$$\varphi_c = 69,47425$$

$$R_d = 0,2 \cdot \sin 19,52346 / \cos 69,47425 = 0,19062512$$

$$\lambda_{26} = 34,03 + 0,19062512 = 34,220625 (34^{\circ}13,2375;)$$



Пункт №10  $\varphi_{10} = 69,333333$   $\lambda_{10} = 34,403333$   $A_{10-гp} = 19,52346$

$$R_{ш} = 0,2 \cdot \cos 19,52346 = 0,18850095$$

$$\varphi_{27} = 69,333333 + 0,18850095 = 69,521834 (69^{\circ}31,31')$$

$$\varphi_c = 69,427585$$

$$R_d = 0,2 \cdot \sin 19,52346 / \cos 69,427585 = 0,1902114$$

$$\lambda_{27} = 34,403333 + 0,1902114 = 34,593544 (34^{\circ}35,6126')$$

$$A_{10-11} = -75,094447^{\circ} + 180 = 104,90553^{\circ}$$

$S_{10-11} = 18,66067'$ . Это не превышает 24 миль и границу, будем рассчитывать от промежуточных точек исходной линии.

Для анализа возьмём направление  $A_{10-гp} = 0,0^{\circ}$  от точки №10.

$$R_{ш} = 0,2^{\circ}$$

$$\varphi = 69,333333 + 0,2 = 69,533333$$

$$\lambda = 34,403333 + 0,0 = 34,403333. \text{ Это для анализа.}$$

Расчёт от точек исходной линии и направления на точку внешней границы.  $A = 14,90553^{\circ}$ .

$$a, \varphi = 69,313333^{\circ}$$

$$\lambda = 34,90543^{\circ}$$

13.

$$R_{ш} = 0,2 \cdot \cos 14,90553 = 0,19327025$$

$$\varphi_{29} = 69,313333 + 0,19327025 = 69,506603 (69^{\circ}30,3962')$$

$$R_d = 0,2 \cdot \sin 14,90553 / \cos 69,40997 = 0,14628466/$$

$$\lambda_{29} = 34,615833 + 0,14628466 = 34,45,7271'$$

Расчёт от точки б, исходной линии и направления на точку внешней границы  $A=14,90553^{\circ}$

$$b, \varphi = 69,293333^{\circ}$$

$$\lambda = 34,828333^{\circ}$$

$$R_{ш} = 0,2 \cdot \cos 14,90553 = 0,19327025$$

$$\varphi_{30} = 69,293333 + 0,19327020 = 69,486603 (69^{\circ}29,1962')$$

$$\varphi_c = 69,38997$$

$$R_d = 0,2 \cdot \sin 14,90553 / \cos 69,38997 = 0,14614886$$

$$\lambda_{30} = 34,828333 + 0,14614886 = 34,974482 (34^{\circ}58,4689')$$

Расчёт от точки в, исходной линии и направления на точку внешней границы  $A=14,90553^{\circ}$ .

$$в, \varphi = 69,273333$$

$$\lambda = 35,040833$$

$$R_{ш} = 0,2 \cdot \cos 14,90553 = 0,19327025$$

$$\varphi_{31} = 69,273333 + 0,19327025 = 69,466603^{\circ} (69^{\circ}27,9962')$$

$$\varphi_c = 69,369968$$

$$P_d = 0,2 \cdot \sin 14,90553 / \cos 69,369968 = 0,14601335$$

$$\lambda_{31} = 35,040833 + 0,14601335 = 35,186846 (35^0 11 62 108')$$

Расчёт от берегового пункта №11. Мыс к востоку от мыса Териберский.  $A_{11-гp} = 14,90553^0$   
 $\varphi_{11} = 69,253333$   $\lambda_{11} = 35,253333$

$$P_{ш} = 0,2 \cdot \cos 14,90553 = 0,19327025$$

$$\varphi_{32} = 69,253333 + 0,19327025 = 69,466503 (69^0 26,7962')$$

$$\varphi_c = 69,34997$$

$$P_d = 0,2 \cdot \sin 14,90553 / \cos 69,34997 = 0,14587811$$

$$\lambda_{32} = 35,253333 + 0,14587811 = 35,399211 (35^0 23,9527')$$

Анализируя рассчитанные аналитическим способом точки границы 12-мильной зоны Российской Федерации, на морской карте №12000 в проекции, подобной проекции Меркатора и в принятой национальной геодезической системе данного государства, составляем список координат. Указываем начальные параметры, координаты берегового пункта, координаты исходной линии и начальное направление на точку на границе.

Список координат внешней 12-мильной границы для морской карты №12000.

№ п\п. Долгота восточная	Начальные параметры. Направление на границу.	Широта северная
1. 30°49,25'	Буй №415	69°47,6833'
2. 30 06,4288'	сев. Мыс о-ва Б. Айнов. $A_{Б.А.-гp} = 303,95054^0$	69 57,6017
3. 31 12,2826	$A_{Б.А.-гp} = 320^0$	70 00,9252
4 31 25,1134	Точка пересечения сев. Мыса и о-ва Б.Айнов -	70 02,7624
5. 31 26,3101	мыс Немецкий $A_{Н-гp} = 300^0$	70 03,2
6. 31 34,115	320	70 06,3925
7 31 44,6727	340	70 08,4763

8.	000	70 09,2
31 56,7	14.	
9.	Островок к юго-вост.от м. Кекуровский	70 09,2
31 57,2	10. мыс Кекуровский п.№4	
70 08,7	32 03,5	
11.	п.№5. островок к юго-вост. От м.Кекуровский	70 08,4
32 05,4		
12	исходная линия п.№5 – п.№6. первая точка	70 06,2774
32 22,7867		
13	вторая точка	70 04,2773
32 35,7513		
14	третья точка	70 01,7273
32 48,716		
15	береговой пункт №6 островок у м. Локнаволок	69 59,1773
33 01,6809		
16.	островок у мыса Лауш п.№7	69 56,5
33 04,8		
17	п. №8. полуостров Рыбачий м. Цыпнаволок 00 <sup>0</sup>	69 54,9
33 07,9		
18	20 <sup>0</sup>	69 54,1763
33 12,7269		
19	40	69 52,0925
33 23,1197		
20	60	69 48,9
33 30,8368		
21	80	69 44,9838
33 34,9052		
22	100	69 40,8162
33 34,8493		
23	120	69 36,9
33 30,6952		
24	136,86243	69 34,1434
33 24,3755		
Уточняем координаты точек 23 и 24 внешней границы от берегового пункта Поганьнаволок.		
23 <sub>a</sub>	9,0592151	69 37,4
33 30,9		
24 <sub>a</sub>	357,39102	69 37,5
33 23,9		
25	36,811872	69 35,1
33 46,0		
26	п. №9. 00	69 34,8
34 01,8		

27 п №9. исходная линия 9-10. $A_{9-гр} = 19,52346$	69 34,1101
34 13,2375	
28 п. №10. исходная линия 9-10. $A_{10-гр} = 19,52346$	69и31,31
34 35,6126	

,п.№10. Остров Кильдин, восточная оконечность – №11. мыс к востоку от мыса Териберский. Расчёт исходной линии №10-№11  $A_{10-11}$  и расстояния между ними  $S_{10-11}$ .

$$A_{10-11} = 104,90553$$

$S_{10-11} = 18,6607$  миль. Это расстояние делим на четыре, получаем промежуточные точки, от которых рассчитываем внешнюю границу.

29. ,п №10.	$A_{9-гр} = 14,90553$	69 <sup>0</sup> 30,3962'
34,45,72171'		
30. промежуточная точка б.	«	69 29,1962
34 58,4689		
31. промежуточная точка в.	«	69 27,9962
35 11,2108		
32. п.№11	«	69 26 7962
35 23,9527		

Граница на морской карте Федерации России №12000. расчёт сделан в одну руку. Необходимо сделать этот расчёт другому гидрографу. Дана методика расчёта координат границы территориальных вод морских государств, на их морских картах и на их геодезической системе. 12.11. 2012 год. А.Санаев.

Была поставлена конкретная задача - решение практических задач, на выпускаемых морских картах различными государствами в проекции, подобной проекции Меркатора, в национальной геодезической системе. Для решения этой проблемы, были использованы формулы сферической тригонометрии, радиус принятой сферы и приведённые координаты для морских карт. Морские карты охватывают район Земли от 80<sup>0</sup> северной широты, можно считать до 80<sup>0</sup> южной широты. Ледяную территорию Антарктиды можно изображать в виде морских карт. Во всём Мире учёные исследовали и дали 20 эллипсов вращения Земли, для геодезических координат и их параметры половину большой и малой полуоси, сжатие и математическую формулу, принимаемую за форму Земли. Морские страны так ориентируют, принятые эллипсы вращения, что получили для национальных морских карт 170 геодезических систем. Было предложено для рассмотрения геодезической системы для морских карт Атлантического океана, подобной системе ВГС- 84 или для эллипсоида вращения ПЗ-90. Атлантическим океаном пользуются все страны Мира на одинаковых условиях, поэтому геодезическая система

будет не зависима от любой страны. Площадь Атлантического океана 93,4 миллиона км<sup>2</sup>. Самая площадь морской страны - это Россия (СССР – 22,4 миллиона км<sup>2</sup>). Желательно, принять геодезическую систему Тихого океана, Атлантического океана и Индийского океана. Все морские карты выпускать в этих системах, поэтому повысится навигационная безопасность в территориальных и прибрежных водах всех государств.

Начальное направление для координат для морских карт взять направление на точку весеннего равноденствия и можно учесть годовое изменение координат. В астрономии координаты на земле, определённые астрономическим путём приводят к эпохам. Для морских координат можно принимать эпоху с периодом 50-100 лет.

### **Литература**

1. Баранов Ю.К. Использование радиотехнических средств в морской навигации. 3-е изд.
2. перераб., и доп. М.: Транспорт, 1988.- 208 с.
3. Белобров А.П. Гидрографические работы. Л.: Изд. ГУ ВМС 1948.- 368 с.
4. Белобров А.П. Гидрографические работы (дополнительные работы) Л.: Изд. ГУ ВМС 1951. - 208 с..
5. Волосов П.С., Дубинко Ю.С., Мордвинов Б.Г. , Шинков В.Д. Судовые комплексы спутниковой навигации. Л.: Судостроение, 1976.- 248 с.
6. Гордиенко А.И., Дремлюг В.В. Гидрометеорологическое обеспечение судовождения: Учебник для вузов мор., транс. – М.: Транспорт, 1989- 240 с.
7. Данилов В.В., Хренов Л.С., Кожевников Н.П., Кононов Н.С. Геодезия. М.: Недра. 1974. – 414 с.
8. Дьяконов В.Ф. Мореходная астрономия Л.: Морской транспорт, 1963. – 588 с.
9. Диомидов М.Н., Дмитриев А.Н. Покорение глубин. Изд. 4-е, переработанное и дополненное, Л.: Судостроение, 1974. – 324
10. Изотов А.А., Зубинский В.И., Макаренко Н.Л., Микиша А.М. Основы спутниковой геодезии. М.: Недра. 1974. – 318 с.
11. Куликов К.А. Вращение Земли. М.: Недра. 1985. -159 с.
12. Лазарев Г.Е., Самошкин Е.М. Основы высшей геодезии: Учеб. пособие для техникумов. М.: Недра. 1980. – 424 с.
13. Лесков М.М., Баранов Ю.К., Гаврюк М.И. Навигация. М.: Транспорт. 1980. – 344 с.

14. Михлин Б.З. Навигация в магнитном океане. М.: Транспорт. 1986. – 96 с.
15. Ольховский В.Е., Сарлаев В.Я. учёт геометрии земного эллипсоида и геодезической основы морских карт при решении современной навигации: Учеб. пособие по дисциплине «Навигация» для спкц.240200 «Судовождение». – Мурманск. 1997- - 66 с.
16. Ольховский В.Е. Среднеорбитальные спутниковые навигационные системы.: Учеб. пособие для спец. 240200 «Судовождение» и курсов повышения квалификации плавсостава. – Мурманск: Изд. МГТУ, 1998. – 57 с.
17. Ольховский В.Е., Меньшиков В.И., Пасечников М.А. Руководство по использованию судовой спутниковой навигационной аппаратуры RS 5800. МГТУ. Мурманск. 2001.- 45 с.
18. Скубко Р.А., Мордвинов Б.Г. Спутник у штурвала. Л.: Судостроение . 1989. – 208 с.
19. Павлова А.В. Морские навигационные карты. Л.: Изд. Ленинградского университета. 1961.- 180 с.
20. Ухов К.С. Навигация. М.: Морской транспорт. 1952. – 400 с.
21. Шандобылов В.Д., Попеко Г.П., Соломатин Е.П. Кораблевождение. Л.: ГУНиО. 1972. – 646 с.
22. Хойнацкий М.А. Девиация магнитного компаса. Часть 1. М.: ВМС. 1953. 368 с.
- 16.
23. Трегубов В.С. Морские карты и геодезические системы координат при определении места судна с помощью РНС «Лоран-С» Безопасность мореплавания и ведения промысла. Выпуск 4 (97) : М., Транспорт. 1990.
24. Сборник. Международных соглашений и законодательных актов СССР по вопросам мореплавания. Министерство обороны Союза ССР. Гидрографическое управление. 1971.
25. Барсегов Ю.Г., Иванов Г.Г., Имнадзе Л.Б., Колодкин А.Л., Любимов Л.Л., Рыбаков Ю.М.
26. Словарь международного морского права. М.: международные отношения. 1985. – 252 с.
27. Таблица ширины территориальных вод и специальных зон зарубежных государств. Министерство обороны Союза ССР. ГУНиО. 1978. – 52 с.

28. Сборник руководящих документов по рыболовству в 200-мильной экономической зоне Норвегии, 200-мильной рыболовной зоне острова Ян-Майен, районе Шпицберген и Медвежий, смежном участке рыболовства «СССР-Норвегия» и морских районах Баренцева моря, прилегающих к побережью СССР. Всесоюзное рыбопромышленное объединение северного бассейна. Центральное проектно - конструкторное и технологическое бюро ЦПКТБ. Мурманск. 1982.178 с.

**Биоресурсы, устойчивость  
и развитие экосистем  
субарктики**



## МИРОВОЕ РЫБОЛОВСТВО И АКВАКУЛЬТУРА В НОВОМ ТЫСЯЧЕЛЕТИИ

Анохина В. С., Шошина Е. В. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра биологии*)

Shortly data on a condition of the World fish facilities, volumes of fishery and aquaculture in the beginning of the Third millenium are presented

Возможность приобретения продовольствия и обеспеченность населения продуктами питания являются существенными факторами продовольственной безопасности и экономической независимости от ситуаций, складывающихся на мировых рынках сельскохозяйственной продукции. Если учесть, что около 20 % потребностей человечества в животном белке дает сегодня Мировой океан, и при этом себестоимость его в 5 раз ниже, чем себестоимость мяса [1], становится понятным то огромное значение, которое занимает рыбное хозяйство на мировых рынках сельскохозяйственной продукции. Мировое рыбное хозяйство динамично развивается в двух традиционных направлениях: рыболовство и аквакультура. Мировой улов морских живых ресурсов (вместе с продукцией пресноводной и морской аквакультуры) удерживается в пределах 130 -150 млн.т, рис.1. Это существенная величина, однако, рост населения планеты значительно опережает прирост продовольствия. Так, к концу 1995 г. население Земли превышало 5,6 млрд. чел., к 2000 г. оно увеличилось ещё на 7 % и в настоящий период численность жителей планеты превысила 7 млрд. чел. Столь значительный количественный рост населения увеличивает потребление всех категорий пищевых продуктов. К 2030 г. суммарный спрос на рыбохозяйственную продукцию может возрасти до 160 млн.т., а мировое потребление рыбы на душу населения увеличится до 20 -22,5 кг/год против 15,6 в 1996 г.

Ведущей формой рыбной отрасли было и остается рыболовство. В настоящее время ФАО отслеживает данные о 600 видах рыб и водных биоресурсов Мирового океана. По статистике ФАО легальный вылов всех стран в Мировом океане и внутренних водоемах, колеблется, начиная с 1990-х гг., в границах 90 млн. т. [2]. С учётом выброшенного прилова (до 25 % от улова) и нелегального промысла, который по оценке специалистов ЮгНИРО находится в пределах 40 - 50 млн. т [1], реальное изъятие рыбы и нерыбных объектов в Мировом океане приближается к 165 млн. т. Российская добыча водных биоресурсов в 2010 г. составила более 3 млн. т. Таким образом, динамика продукции мирового океанического промысла уже значительно превосходит теоретически рассчитанную экспертную предельную величину в 100-120 млн.т. Не удивительно, что в настоящий период вылов большинства промысловых видов (до 70 %) близок или уже достиг критического уровня, при этом число чрезмерно эксплуатируемых промысловых стад медленно увеличивается. Если в конце тысячелетия оно

составляло 15 - 18 % ([3], то к 2010 г. достигло 25 % [4], [5]. Мировой спрос на рыбопродукцию продолжает неуклонно увеличиваться. Суммарный объём экспорта продукции морского рыболовства и марикультуры в 2008 г. оценивался на уровне 102 млрд. долларов США [4], [6]. Доля развивающихся стран составила около 50 % от стоимости и 60 % от объёма мирового экспорта. За последние тридцать лет европейский импорт вырос с 3 до 11 млн. т, а в стоимостном выражении увеличился в 15 раз. В ЕС уже сейчас потребляют 31 кг рыбы на душу населения в год [6]. Объём внутреннего рыбного рынка стран Таможенного союза составляет 25 млрд. долл. По прогнозам экспертов, он будет стремительно расти, и уже к 2017 г. его объём удвоится – до 50 млрд. долларов США [6].

Давление мирового рынка не улучшает положение в самой рыбной отрасли, которая испытывает большие экономические трудности. Свободных ресурсов практически нет. Все объёмы вылова распределены по странам и производителям, международные зоны свободного рыболовства имеют устойчивую тенденцию к снижению. За ними усиливается контроль со стороны мировых общественных институтов. Дальнейшее увеличение объёмов добычи потребует всё большего увеличения затрат на разведку и освоение промысловых рыбных ресурсов. Несмотря на колоссальные объёмы вылова, экономика отрасли подвержена существенным циклическим колебаниям [7];[5], поэтому рыбное хозяйство в большинстве стран мира находится, как правило, на государственной дотации. Экономический анализ состояния отрасли за последние 30 лет показал, что при номинальном росте цен на водные биоресурсы в три раза, за тот же период тонна водных биоресурсов подешевела примерно на 20% в реальном выражении, т.е. с учетом инфляции, тогда как объём мирового экспорта рыбы за последние десять лет вырос в 2 раза - до 102 млрд. долларов [6]. Несмотря на огромный спрос, статистические данные мирового производства рыбной продукции фиксируют снижение темпа прироста продукции рыболовства с 8,4 % за период 1970–2008 гг. до 6,2 % за период с 2004 по 2008 гг. [8].

Сложившиеся реалии, поставившие Мировое сообщество перед выбором: либо увеличивать дотации на рыболовство, либо искать альтернативные пути и переходить от добычи к разведению, по сути определили направление дальнейшего развития рыбного хозяйства в пользу аквакультуры, ставшей в последние годы одной из самых быстрорастущих отраслей пищевого производства в мире. Тотальный контроль выхода реальной продукции, качества среды обитания гидробионтов и возможности управления ее ведущими параметрами на индустриальных хозяйствах обеспечили реальное преимущество интенсивным методам производства перед традиционным рыболовством.

Мировая аквакультура уже сегодня является существенной дополнительной составляющей производства продуктов питания. Ее

продукция в 2010 г. превысила по стоимости 119 млрд. долл. США. Среднегодовой темп прироста продукции аквакультуры в 2008 г. составлял 8,4 %, а её объём только приближался к 60 млн. т. [4], к настоящему времени эта цифра стала реальностью (рис. 2). С учетом культивируемых водных растений и непищевых продуктов мировой объём производства в секторе аквакультуры в 2010 году составил 79 млн. тонн на сумму 125 млрд. долл. США [9].

Производство общемировой продукции аквакультуры распределено по континентам неравномерно: Китай поставляет 61,5%, прочие страны азиатского континента - 29,5 %, Южная Америка - 2,2%, продукция Северной Америки составляет 1,5 % общемирового производства, Африки - 1,4 % и Океании - 0,3% [4]. По данным ФАО в Европе и Северной Америке с 2003 по 2005 гг. отмечали явное замедление темпа производства в секторе аквакультуры (1,6% и 1,4%, соответственно). В Китае, Азии и Южной Америке отмечали положительную динамику с фиксированным приростом 6%, 11,2% и 7,8 %. Наиболее существенный прирост продукции аквакультуры в численном выражении был отмечен на Африканском континенте (16,2 %). Высокий, по сравнению с индустриально развитыми странами, показатель прироста в Африке объясняется его низкими стартовыми значениями и низким уровнем развития отрасли в предыдущие годы, а также возросшей активностью в этом секторе экономики. На мировом рынке третьего тысячелетия доминируют поставки морских водорослей, карпа и лососевых рыб, хотя в целом спектр выращиваемых видов гидробионтов достаточно широк. В Китае и странах Азии ведущие позиции занимает карп, в Европе и Южной Америке – представители семейства лососевых, на африканском континенте в основном это представители ракообразных и теляпия, в Океании доминирует производство креветок, тогда как в Северной Америке культивируют все перечисленные группы водных организмов [4]. Особенно быстро растёт производство продукции в рыбной отрасли. Так, за период с 2003 по 2008 гг. доля аквакультуры в общемировом производстве рыбы, в том числе на пищевые нужды и для индустриальных целей, увеличилось с 34% до 42 %. К 2010 г. на рынке пищевой рыбной продукции более 47 % всей поставляемой рыбы составляла продукция аквакультуры. Уверенно развиваясь, в перспективе именно аквакультура, и, прежде всего, марикультура, обеспечат потребителей различных стран самой высококачественной и экологически чистой продукцией. С развитием инженерных технологий марикультура продолжает свою экспансию на океанические просторы с тенденцией освобождения прибрежной акватории моря и выхода в 200-мильные экономические зоны, а также открытую часть мирового океана.

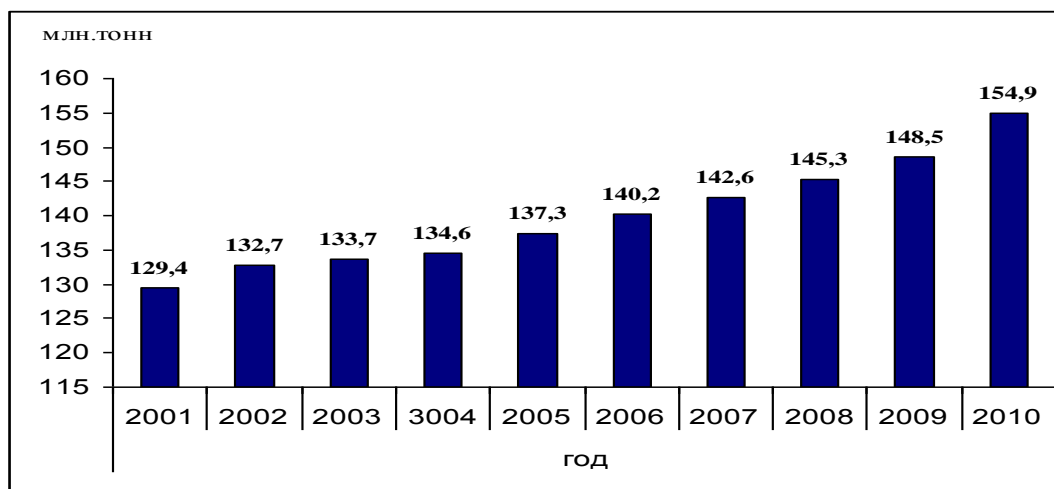


Рис. 1. Рост мировой рыбной продукции в третьем тысячелетии (вылов и аквакультура, www.fao.org).

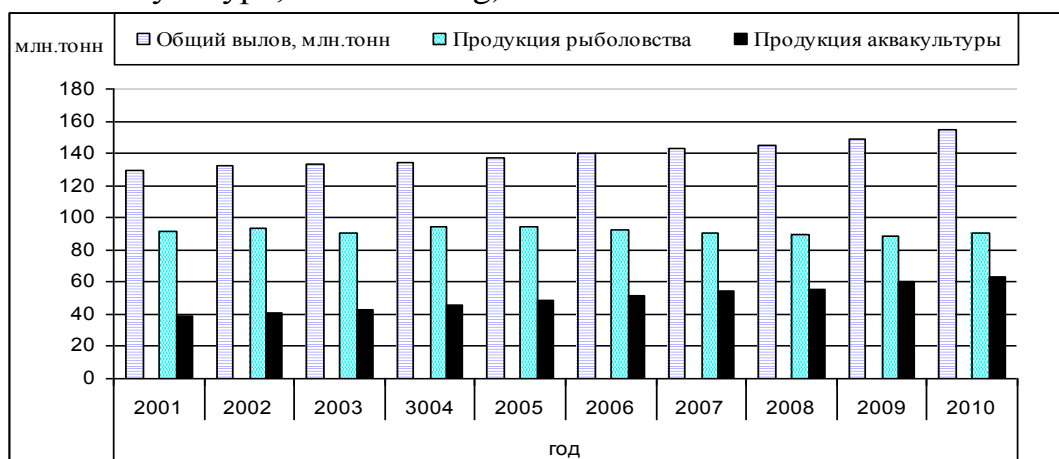


Рис. 2. Мировое производство продукции рыболовства в третьем тысячелетии (общий вылов, продукция рыболовства и аквакультуры www.fao.org).

### Литература.

1. Ребрик, С. Т. Экспедиционный промысел Украины в Мировом океане - реальность и перспективы / С. Т. Ребрик, В. В. Парамонов, И. Г. Тимохин, А. К. Зайцев, Ю. В. Корзун, Н. Н. Кухарев // Основные результаты комплексных исследований в Азово-черноморском бассейне и Мировом океане. / Керчь: Труды ЮГНИРО.-2012.-Т50. - С. 30-45

2. FAO Fisheries Department, Data and Statistic Unit. FISHSTAT Plus: Universal software for fishery statistical time series. – Version v. 2.32, 2009.

3. ФАО, 2000 - <http://faostat.fao.org>.

4. ФАО, 2010-  
[www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en](http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en). FishStat Plus

5. Довбыш, О.Э. Зарубежный опыт развития морской аквакультуры и ее приоритетные задачи в Украине // О.Э. Довбыш, Е.П.

Губанов, В.Н. Туркулова// Рыбное хозяйство Украины. – 2010. – № 5. – С. 6 - 15.

6. Анфёрова, Е. Н. Особенности рыбного хозяйства стран Азиатско-Тихоокеанского региона / Е. Н. Анфёрова. -2012.- 4 стр. <http://www.apesc-center.ru/publications/29/704/print/> .

7. Туркулова, В. Н. Основные результаты многолетней деятельности и перспективы исследований ЮГНИРО в области развития морской аквакультуры Украины / В. Н. Туркулова, А. П. Золотницкий, Л. И. Булли, Н. В. Новоселова, А. А. Солодовников // Основные результаты комплексных исследований в Азово-черноморском бассейне и Мировом океане. / Керчь: Труды ЮГНИРО.- 2012.-Т50, С. 46-80.

8. Hall, S.J., A. Delaporte, M. J. Phillips, M. Beveridge and M. O'Keefe. / Blue Frontiers:Managing the Environmental Costs of Aquaculture.//The WorldFish Center.- 2011.- Penang, Malaysia.

9. ФАО, 2012. Мировой обзор рыболовства и аквакультуры /<http://www.fao.org/docrep/016/i2727r/i2727r01.pdf>

**ЛЕТНИЙ БАКТЕРИОПЛАНКТОН В АРКТИЧЕСКИХ И СУБАРКТИЧЕСКИХ ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ**

**Венгер М. П.** (г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН)

The investigation of distribution of bacterioplankton in the waters of archipelagoes Spitzbergen, Franz Josef Land and Novaya Zemlya was carried out in summer 2009–2010. The total abundance of bacteria changed from 0.1 to  $3.4 \times 10^6$  cell/ml, their biomass varied from 2.5 to 161.5 mg/m<sup>3</sup>. Values of the researched parameters were the greatest in the upper layers of water and decreased in the near bottom layers. The correlation of abundance and biomass of the bacterioplankton community and the bloom of microalgae was revealed.

Бактериальные сообщества высокоширотных архипелагов в силу труднодоступности районов исследования до сих пор остаются малоизученными объектами в водах Арктического Бассейна.

Цель работы заключалась в оценке численности и биомассы бактериопланктона арктических и субарктических прибрежных экосистем в период летнего функционирования пелагических альгоценозов.

Для выполнения поставленной задачи в ходе экспедиции на НИС «Дальние Зеленцы» были отобраны пробы в акватории архипелагов Шпицберген и Земля Франца-Иосифа (август 2009 г.), Новая Земля (август 2010 г.). Для сравнения привлечены данные по прибрежным водам Восточного Мурмана (август 2012 г.). Содержание хлорофилла «а» устанавливали спектрофотометрически (ГОСТ..., 2001), концентрацию растворенного кислорода – методом Винклера (Руководство..., 1993). Основные показатели бактериопланктона определяли с помощью люминесцентной микроскопии с использованием флюорохрома DAPI (Porter, Feig, 1980). Клетки учитывали под микроскопом МИКМЕД-2, при увеличении  $\times 1000$ , всего было проанализировано 92 препарата.

В пелагиали арктических экосистем основным поставщиком растворенного органического вещества, используемого бактериями для энергетического и конструкционного обмена, служат микроальгосообщества. Одними из показателей их активного функционирования являются повышенные концентрации кислорода (от 100 % и выше) и хлорофилла «а» ( $0.3 - 1.7$  мг/м<sup>3</sup> (Савинов, 1987)) в воде.

В период наших исследований во фьордах Шпицбергена относительное содержание кислорода в фотическом слое (0–10 м) составило 104–119 %, в водах ЗФИ – 98–115 %. В заливе Моллера (архипелаг Новая Земля) интенсивные процессы жизнедеятельности микроводорослей были подтверждены высокими концентрациями хлорофилла «а» –  $0.4-1.1$  мг/м<sup>3</sup>.

Полученные результаты были сопоставимы с данными прибрежных районов Восточного Мурмана. Так, в губе Дальнезеленецкой в фотическом слое степень насыщения воды кислородом в августе составляла 99–110 %, концентрация основного фотосинтетического пигмента – 0.9–2.1 мг/м<sup>3</sup>.

В ходе микробиологических исследований определены диапазоны значений общей численности и биомассы бактериопланктона, являющиеся важнейшими показателями состояния морских экосистем. Для акватории архипелага Шпицберген они составляли: 0.1–3.4 × 10<sup>6</sup> кл/мл и 2.5–161.5 мг/м<sup>3</sup> в Ис-фьорде; 0.6–1.9 × 10<sup>6</sup> кл/мл и 28.8–78.1 мг/м<sup>3</sup> в Грен-фьорде. В водах ЗФИ и Новой Земли диапазон этих значений имел вид: 0.3–2.1 × 10<sup>6</sup> кл/мл и 21.1–202.3 мг/м<sup>3</sup>; 0.4–3.3 × 10<sup>6</sup> кл/мл и 19.6–125.7 мг/м<sup>3</sup>, соответственно. Усредненные по районам исследований количественные показатели бактериопланктона представлены в таблице.

Таблица.

Средняя численность (×10<sup>6</sup> кл/мл) и биомасса (мг/м<sup>3</sup>) бактериальных клеток в августе 2009, 2010 и 2012 гг.

Водный слой	Арктическая прибрежная экосистема				Субарктическая прибрежная экосистема
	Архипелаг Шпицберген		Архипелаг Земля Франца-Иосифа	Архипелаг Новая Земля	Побережье Восточного Мурмана
	Ис-фьорд	Грен-фьорд	Бухта Тихая и пролив Британский канал	Залив Моллера	Губа Дальнезеленецкая
Поверхностный	$\frac{1.6 \pm 0.5}{71.9 \pm 22.4}$	$\frac{1.3 \pm 0.2}{56.7 \pm 4.3}$	$\frac{1.2 \pm 0.3}{96.1 \pm 18.9}$	$\frac{1.8 \pm 0.4}{76.1 \pm 12.9}$	$\frac{1.2 \pm 0.1}{86.1 \pm 20.4}$
Фотический (0–10 м)	$\frac{1.3 \pm 0.2}{60.1 \pm 10.5}$	—	$\frac{1.4 \pm 0.2}{104.9 \pm 15.0}$	$\frac{1.4 \pm 0.2}{68.7 \pm 7.7}$	$\frac{1.4 \pm 0.2}{85.3 \pm 10.2}$
Придонный	$\frac{0.4 \pm 0.1^*}{25.4 \pm 7.8}$	$\frac{0.8 \pm 0.1}{43.9 \pm 6.6}$	$\frac{0.5 \pm 0.1^*}{47.3 \pm 10.2}$	$\frac{1.1 \pm 0.2}{64.8 \pm 11.1}$	$\frac{1.3 \pm 0.3}{98.3 \pm 19.6}$

Примечание. В числителе – общая численность, в знаменателе – биомасса; \* – численность бактериальных клеток достоверно отличалась от численности всех исследуемых районов.

Как следует из приведенных результатов, в верхнем водном слое всех исследованных районов средние значения общей численности и биомассы бактериопланктона находились в пределах одного порядка. В придонных слоях обилие бактериальных клеток глубоководных и мелководных станций значительно различались.

Исходя из существующих показателей уровня трофического статуса пелагиали (Заика, 2003), полученные нами данные позволяют охарактеризовать воды арктических и субарктических прибрежных экосистем в исследуемый период как мезотрофные, приближающиеся на некоторых участках к границе евтрофных значений.

Таким образом, впервые в водах арктических архипелагов, современными методами исследования, изучены структурные характеристики летнего бактериопланктона. Показатели его обилия в трех высокоширотных акваториях достоверно не различались между собой ( $p < 0.05$ ) и соответствовали уровню развития бактериоценозов пелагиали Мурманского побережья.

#### **Литература**

1. ГОСТ 17.1.4.02-90. ВОДА. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла «а» // Государственный контроль качества воды. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. С. 551-563.
2. Заика В. Е. О трофическом статусе пелагических экосистем в разных регионах Черного моря // Морской экологический журнал. 2003. Т. II. № 1. С. 5–11.
3. Руководство по химическому анализу морских вод. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 263с.
4. Савинов В.М. Новые данные о первичной продукции Баренцева моря // Комплексные океанологические исследования Баренцева и Белого морей. Апатиты, 1987. С. 66–70.
5. Porter J., Feig Y.S. The use of DAPI for identifying and counting of aquatic microflora // Limnol. Oceanogr. 1980. V. 25. N 5. P. 943–948.



**ВЫРАЩИВАНИЕ МАГОНИИ ПАДУБОЛИСТНОЙ (MAHONIA AGUIFOLIUM) В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ МГТУ****Горбунова С. И.** (*г. Мурманск, ботанический сад МГТУ*)

Куст магонии падуболистной из дендрария Первомайского дома творчества города Мурманска был пересажен на территорию дендрария МГТУ в 1999 году. С этого времени куст растёт здесь. Он не разрастается, цветение наблюдается каждый год, хотя не такое обильное как в других регионах. Это очевидно связано с неплодородной почвой. Образуются зрелые тёмно-синие плоды. Осенью листья растения приобретают бронзово-красную окраску.

С описанием растения можно познакомиться в литературных источниках. Это - вечнозеленый кустарник из семейства барбарисовых до 1 м высоты. Магонии происходят из лесных и горных областей Восточной Азии, Гималаев, а также из Северной и Центральной Америки.

Свое название растение получило в честь Бернарда Магона (Bernard M' Mahon), автора Американского садового календаря, который был опубликован в 1806 году. Магонию называют ландышевым кустарником, падубным виноградом и падуболистным барбарисом за форму и аромат ее цветков, напоминающих ландыши, колючие листочки, напоминающие падуб, и за ягоды, напоминающие темный виноград. Кора на молодых побегах розовато-серая, на старых — буро-серая, с продольными полосками.

Верхушечная цветочная почка яйцевидная, длиной до 1 см, с наружными плёнчатыми, сильно заострёнными чешуями, остающимися 1—2 года на побегах, и внутренними травянистыми и тупыми, опадающими; боковые почки длиной 3—5 мм, с яйцевидными, слабо заострёнными чешуями, продолговато-яйцевидные.

Листья сложные, непарноперистые, длиной до 15—20 см, черешок обычно красноватый; листочки кожистые, сверху тёмно-зелёные, глянцевые, с вдавленной сетью жилок, снизу матовые, бледно-зелёные, по краю выемчато-острозубчатые, длиной 3—9 см, шириной 1,5—2,5 см; боковые неравнобокие, на красноватых черешках длиной 0,5—2 см. Прилистники щетинистые, длиной 2—5 мм.

Цветки в диаметре около 8 мм, собраны в многоцветковые метёлки или кисти в пазухах наружных чешуй верхушечной почки, светло-жёлтые, яркие, нередко с лимонным оттенком. Чашелистиков 9, зеленовато-жёлтых; лепестков и тычинок по 6.

Ягоды продолговато-эллиптические, длиной до 10 мм, шириной 8 мм, синевато-чёрные, с обильным сизым налётом, покрытые пушком, с 2-8 семенами, кисло-сладкие. Семена продолговатые, длиной 4,5 мм, шириной 2,3 мм и толщиной 1,5 мм, каштановые, блестящие. В 1 кг 5 тысяч ягод,

или 100 тысяч семян; вес 1 тысячи семян 7,5—11,5 г. Цветение в апреле — мае. Плоды созревают в августе — сентябре.

Магония падуболистная к почвам неприхотлива, но лучше растет на питательных участках, влаголюбива, теневынослива, но на освещенных местах дает более пышное развитие и обильнее цветет. Темп роста медленный. Годовой прирост составляет 10 см в длину и 10 см в ширину. Диаметр кроны – 1 м. Зиму под пологом снега переносит хорошо, в местах с небольшим или неустойчивым снежным покровом нуждается в укрытии корневой системы и побегов сухим листом, лапником. При оголении низа куст можно омолодить обрезкой. Чтобы растение не потеряло декоративность и вышло к началу вегетационного сезона с зеленой, блестящей листвой, магонию падуболистную надо оберегать от яркого весеннего солнца, создавая искусственные притенки. Ягоды магоний сначала зеленые, но по мере созревания приобретают редкий темно-фиолетовый цвет с сизым налетом и придают растению почти экзотический вид. Кора некоторых видов имеет глубокие трещины и тоже выглядит весьма декоративно.

Ягоды магоний съедобны, они содержат много витамина С и используются для приготовления вина, джемов и киселей. Лучше всего плодоносят растения, высаженные с частичным укрытием. Корни магоний используются в медицине из-за высокого содержания берберина - активного вещества, обладающего антибактериальным эффектом. Некоторые новые исследования показывают также его способность блокировать развитие опухолей. Берберин используется и в пищевой промышленности для производства горьких тоников (Деревья и кустарники СССР, т. 3, 1954).

Семена магонии падуболистной, поступившие из дендрария Архангельского государственного технического университета были высеяны в теплицу под плёнкой 28 августа 2002 года. На следующий год наблюдалась их всхожесть. Всхожесть семян магонии составила 4 %. Полученные растения были отданы для озеленения Мурманска.

В ёмкость с почвой в закрытом грунте 5 декабря 2005 года были высеяны семена магонии, собранные в дендрарии МГТУ в 2005 году. Ёмкость находилась в неотапливаемом помещении до 20 февраля 2006 года (средняя температура почвы за этот период составила 4,7 °С).

Ёмкость была перенесена 21 февраля в другое помещение. Всхожесть семян (40 %) наблюдалась 9 марта (средняя температура почвы в этот период составила 11,6 °С).

Семена магонии в почве Мурманска могут обладать всхожестью, для этого они должны проходить период стратификации.

Семена магонии падуболистной в количестве 131 штуки из Калининграда были высеяны после стратификации 8 июня 2011 года в открытом грунте ботанического сада МГТУ. Взошло 16 семян. Всхожесть

составила 12,2 %. Сеянцы распикированы и оставлены для дальнейшего роста.

Магония падуболистная почти единственный вечнозеленый кустарник для средней полосы, а соответственно и для Мурманска, поэтому представляет большой интерес для озеленителей. Магонию падуболистную хорошо использовать в низких бордюрах. Листья применяют для венков и букетов. Условия города магония переносит хорошо, мирится с уплотнением почвы. Магония живописно смотрится среди камней, на газоне, у стен домов, служит великолепным фоном для многих декоративных растений, в том числе может сочетаться с примулой. Растение может образовывать красивые низкие заросли.

Магония падуболистная размножается осенним посевом в грунт свежесобранных семян или весной после трех-, четырехмесячной стратификации. Период прорастания семян – 390 дней. Стратификация проводится при температуре 0 – 5 °С в течение 3 месяцев с последующим проращиванием при температуре 20 °С. Глубина заделки семян – 1,0 – 1,65 см. Семена магонии могут сохранять всхожесть по литературным данным в течение 12 месяцев, поэтому предпочтительно высевать свежесобранные семена сразу в открытый грунт. Таким образом, они пройдут естественную стратификацию и дадут всхожесть.

Может растение размножаться и укоренением черенков. Саженьцы магонии выращиваются в питомнике 4 - 5 лет. Это растение может использоваться в озеленении Мурманска.

### **Литература.**

1. Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. / Ред. тома С. Я. Соколов. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1954. — Т. III. Покрытосеменные. Семейства Троходендроновые — Розоцветные. — С. 49—50. — 872 с.

2. Всё о декоративных деревьях и кустарниках. — М.: ОЛМА-ПРЕСС Гранд, 2003. — 320 с.: ил. — (Русский Хесайон).

## ПРИМЕНЕНИЕ ОГУРЕЧНОЙ ТРАВЫ В ОЗЕЛЕНЕНИИ МУРМАНСКА

Горбунова С. И. (г. Мурманск, ботанический сад МГТУ)

Огуречная трава, бораго или бурачник лекарственный (*Borago officinalis*) – однолетнее растение семейства бурачниковых (Boraginaceae) в выращивании в Мурманске не применяется, хотя это растение могло бы найти здесь применение, как в озеленении, так и для пищевых целей. В условиях средней полосы оно тоже не нашло широкого применения. В средней полосе такое отношение к растению возможно связано с тем, что оно хорошо осеменяется и может быстро заполнить большие участки, превращаясь в красивоцветущий сорняк. В условиях Мурманска площадей для озеленения достаточно, да и семена из-за короткого лета здесь не образуются. Это растение стало бы радовать мурманчан своей весёлой зеленью и красивыми лазоревыми цветками.



Бурачник лекарственный с календулой и хризантемой в почве ботсада МГТУ 11.10.12

На Руси растение называли огуречник, огуречница, огуречный дух, огуречные душки из-за того, что молодые листья пахнут свежим огурцом.

У бурачника прямые или ветвящиеся стебли высотой 40-80 см. Листья по краю волнистые, мелкозубчатые, очередные, длиной 3-7, шириной 2-5 см, нижние, овальные на черешках, верхние продолговатые, сидячие. Вся надземная часть густо опушена. Очень нарядные небесно-голубые звёздчатые пятичленные цветки на длинных опушённых цветоножках собраны в раскидистое щитковидно-метельчатое соцветие. Плод распадается на 4 продолговатых орешка. Растение издавна выращивают как овощное, оно используется в медицине, ценится как прекрасный медонос (Курганская, 1999).

Семена (вернее, плоды) – крупные орешки, длиной до 5 мм, продолговатой формы, неравнобокие, ребристые, тёмно-серые или тёмно-коричневые. В 1 г содержится 50-55 семян. Всхожесть семян первого класса – 90 %. Годность их сохраняется 4 - 5 лет. Норма высева семян – 3 г/кВ. м. Глубина заделки – 2-3 см.

После посева сухими семенами через 8-15 дней при температуре почвы 3-5 °С появляются всходы (Семена, 2006).

Но огуречную траву называют еще “радость сердца”, “веселие”, “сердечный цветок”. Эти названия ведут начало от древних времен. Римский натуралист Плиний писал, что листья и цветки огуречной травы добавляли в вино для придания ему свойств, “веселящих мужчин и женщин, отгоняющих все печали, скуку и меланхолию”. Во время походов римским солдатам давали есть огуречную траву для возбуждения храбрости. В легионах Цезаря даже пели песню: “Подкрепившись огуречной травой, я всегда иду смело...”

И крестоносцы перед боями пили вино, настоянное на листьях огуречной травы. В ботанической книге XV в. написано, что цветы огуречной травы “применялись всюду, чтобы легко становилось на сердце, исчезали заботы и поднималось состояние духа”. Свежие цветки огуречника кладут в холодные напитки и едят в засахаренном виде. Огуречная трава используется и в медицине: при суставном ревматизме, катарах, кожных болезнях, неврозе сердца и как успокаивающее средство.

Листья и побеги имеют освежающий, немного острый вкус. Нарезанные листья, приправленные уксусом, маслом или только солью, вкусом и запахом напоминают салат из огурцов. Огуречную траву кладут в винегрет, картофель и как начинку в пироги. Когда-то огуречную траву разводили в огородах, а теперь эта культура уже забыта. Огуречная трава хорошо размножается семенами, которые сохраняют всхожесть до восьми лет (Верзилин, 1956).

Размножают бурачник лекарственный семенами, которые можно высевать в открытый грунт в конце апреля или в начале мая, или же осенью под снег. Семена сохраняют всхожесть 2–3 года. Перед посевом их можно замачивать. Норма высева семян – 2 г на 1 кв. м. Глубина заделки – 1–1,5 см. Высевают семена рядами, при расстоянии между ними 25–30 см. Чтобы всходы не прореживать, расстояние между семенами нужно оставлять 8–10 см. Всходы появляются через одну-две недели, иногда немного позже. Через месяц после появления всходов молодые листья уже готовы к употреблению как овощ. Зацветает огуречная трава в июле и цветет до сентября. Семена созревают неравномерно и при созревании легко осыпаются. Растение хорошо размножается самосевом.

В открытом грунте ботанического сада МГТУ высевались семена огуречной травы, собранные в Ленинградской области в 2009 году.

14 июня 2011 года в открытый грунт было высеяно 26 штук семян. Взошло 17 штук. Всхожесть составила 65,4 %. Полученные растения были пересажены на газон у контрольно-пропускного пункта МГТУ. Наблюдалось цветение полученных растений со второй половины августа до заморозков.

Семена этих же растений в количестве 23 штук были высеяны в открытом грунте 6 июня 2012 года. Всхожесть составила 10 штук (48,5 %). Начало цветения растений – 17 августа. Растения цвели до заморозков.

Как показали наблюдения за выращиванием бурачника лекарственного в условиях Мурманска, это растение может быть использовано здесь и для озеленения, и для других целей.

### **Литература**

1. Курганская "Радость сердца", или огуречная трава /С. Курганская // Цветоводство. - 1999. - № 3. - С. 43. – фотография.
2. Семена /сост. Н. А. Петренко, В. В. Перегожина. – М. : АСТ; СПб.: Сова, 2006. – 94, [2] с.: ил. – (Покупай с умом!).
3. 3. Н. М. Верзилин По следам Робинзона. Л.: - Государственное Издательство Детской Литературы Министерства Просвещения РСФСР, - 1956. – 280 с., ил

## ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ЦВЕТОЧНО-ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ, ВЫСЕЯННЫХ В ПОЧВЕ БОТСАДА МГТУ В 2012 ГОДУ

Горбунова С. И. (г. Мурманск, ботанический сад МГТУ)

В ёмкость закрытого грунта были высеяны 19 апреля 2012 года семена растений, представленные в таблице 1

Таблица 1. Всхожесть семян растений в закрытом грунте

№ п/п	Растение	Происхождение семян	Количество высеянных семян, шт.	Всхожесть	
				Шт.	%
1	Инкарвиллея розовая <i>Incarvillea delavayi</i>	ООО Агрофирма «Поиск»	21	1	4,8
2	Люпин низкорослый «Фестиваль синий» <i>Lupinus polyphyllus</i>	ООО Агрофирма «Поиск»	7	2	28,5
3	Люпин низкорослый Фестиваль розовый <i>Lupinus polyphyllus</i>	ООО Агрофирма «Поиск»	7	4	59,1
4	Люпин низкорослый Фестиваль жёлтый <i>Lupinus polyphyllus</i>	ООО Агрофирма «Поиск»	42	6	14,3
5	Примула высокая смесь окрасок <i>Primula elatior</i>	ООО Агрофирма «Поиск»	22	1	4,5
6	Платикодон (колокольчик крупноцветковый) царь колокол белый <i>Platycodon grandiflorus</i>	Агрофирма «Аэлита»	105	-	-
7	Платикодон (колокольчик крупноцветковый) царь колокол голубой <i>Platycodon grandiflorus</i>	Агрофирма «Аэлита»	91	17	18,7
8	Астра альпийская белая <i>Aster alpinus</i>	ООО Агрофирма «Поиск»	27	2	7,4
9	Астра альпийская голубая <i>Aster alpinus</i>	ООО Агрофирма «Поиск»	28	4	14,3

10	Инкарвиллея белая <i>Incarvillea delavayi</i>	ООО Агрофирма «Поиск»	5	-	
11	Астра альпийская фиолетовая <i>Aster alpinus</i>	ООО Агрофирма «Поиск»	90	4	4,4
12	Колокольчик карпатский Микс <i>Campanula carpatica</i>	ООО Агрофирма «Поиск»	0,1 г	21	
13	Аквилегия (водосбор) смесь	ООО Фирма «Марс»	82	26	31, 4
14	Дельфиниум «Голубое кружево»	ООО Фирма «Марс»	85	-	
15	Ранункулус азиатский «смесь окрасок» <i>Ranunculus asiaticus</i>	ООО Агрофирма «Поиск»	20	11	55, 0
16	Гайлардия остистая	ООО Фирма «Марс»	74	2	2,7
17	Нивяник	ООО Фирма «Марс»	256	86	32, 8

Всхожесть семян, представленных в таблице, находится в пределах от 2,7 до 59,1 %, у 2 растений её не наблюдалось, что связано, очевидно, с её потерей. Семена всех высеянных растений прошли срок сохранения, когда всхожесть семян наибольшая.

В открытом грунте высевались семена растений, поступившие из других районов нашей страны и ботанических садов других стран. В таблице 2 представлена всхожесть семян из Петрозаводска.

Таблица 2. Всхожесть семян из Петрозаводска, высеянных 28.05. 2012 в открытом грунте

№ п/ п	Растение	Количество высеянных семян, шт.	Всхожесть	
			Шт.	%
1	2	3	4	5
1	<i>Pyrola minor</i> Грушанка малая	мелкие	0	0
2	<i>Pyrola rotundifolia</i> Грушанка круглолистная	мелкие	0	0
3	<i>Moneses uniflora</i> Одноцветка одноцветковая	мелкие	0	0



4	<i>Dianthus barbatus</i> Гвоздика турецкая	Не подсчитано	масс.	+
5	<i>Knautia arvensis</i> Короставник полевой	23	5	21,8
6	<i>Forsythia ovate</i> Форзизия яйцевидная	29	0	0
7	<i>Actaea rubra</i> Воронец красноплодный	78	0	0
8	<i>Leontodon autumnalis</i> Кульбаба осенняя	108	0	0
9	<i>Leucanthemum maximim</i> Нивяник большой	46	4	8,7
10	<i>Hieracium penduliforme</i> Ястребинка кострищная	174	14	8,0
11	<i>Iris sibirica</i> Ирис сибирский	67	0	0
12	<i>Hieracium pilosella</i> Ястребинка волосистая	137	11	8,0
13	<i>Sisyrinchium angustifolia</i> Голубоглазка узколистная	125	0	0
14	<i>Aquilegia sibirica</i> Аквилегия сибирская	303	30	9,9
15	<i>Gailardia aristata</i> Гайлардия остистая	69	11	15,9
16	<i>Hieracium vulgatum</i> Ястребинка обыкновенная	181	6	3,3
17	<i>Convallaria maialis</i> Ландыш майский	Не подсчитано	0	0
18	<i>Crepis paludosa</i> Скерда болотная	70	0	0
19	<i>Tellima grandiflora</i> Теллима крупноцветковая	Не подсчитано	мас.	+
20	<i>Digitalis ciliate</i> Наперстянка реснитчатая	Не подсчитано	мас.	+

21	<i>Dianthus deltoides</i> Гвоздика травянка	Не подсчитано	мас.	+
22	<i>Saxifraga cotyledon</i> Камнеломка- туполистник	Мелкие	мас.	
23	<i>Sedum acre</i> Седум едкий	Мелкие	мас.	+
24	<i>Coreopsis lanceolata</i> Кореопсис ланцетный	251	мас.	+
25	<i>Silene viscaria</i> Смолёвка обыкновенная	Не подсчитано	мас.	+
26	<i>Allium schoenoprasum</i> Лук шнитт	361	3	0,8
27	<i>Photinia melanocarpa</i> Фотиния черноплодная	25	4	16,0
28	<i>Echinops sphaerocephalus</i> Мордовник шароголовый	44	8	18,2
29	<i>Actaea spicata</i> Воронец колосистый	23	0	0
30	<i>Geum guellyon</i> Гравилат .....	93	0	0
31	<i>Hieracium aurantiacum</i> Ястребинка оранжево- красная	334	9	2,7
32	<i>Chelidonium majus</i> Чистотел обыкновенный	537	мас.	+
33	<i>Erigeron multiradiatus</i> Мелколепестник много-лучевой	Не подсчитано	0	0
34	Ястребинка	Не подсчитано	мас.	+
35	<i>Dracosephalum ruyschiana</i> Змееголовник Рюйша	117	0	0

Всхожесть семян в открытом грунте наблюдалась не у всех высеянных растений из Петрозаводска; у тех, которые дали всхожесть, она небольшая.

Таблица 3 **Всхожесть семян из Гётеборга, высеянных 12 июня 2012 года**

№ п/ п	Растение	Количество высеянных семян, шт.	Всхожесть	
			Шт.	%
1	2	3	4	5
36	<i>Triosteum pinnatifidum</i> Триостренник болотный	20	0	0
37	<i>Primula vialii</i> Примула Виалья	161	3	1,9
38	<i>Colchicum bivonae</i>	10	2	20,0
39	<i>Colchicum burtii</i>	10	3	30,0
40	<i>Aquilegia formosa</i> Аквилегия прекрасная или арктическая	173	0	0
41	<i>Pimpinella rhodanta</i> Бедренец розовоцветный	150	5	3,3
42	<i>Valeriana alpestris</i> Валериана предальпийская	18	4	22,2
43	<i>Primula veris</i> ssp. macrocalyx Примула весенняя	68	0	0
44	<i>Papaver alboroseum</i> Мак бело-розовый	111	0	0
45	<i>Primula muscariaoides</i> Примула мускариоидес	240	0	0
46	<i>Aquilegia dahurica</i> var. <i>dahurica</i> Не Не Не Аквилегия даурская	173	+	массовая
47	<i>Campanula barbata</i> Колокольчик бородатый	190	+	массовая
48	<i>Campanula patula</i> ssp. <i>abiena</i> Колокольчик раскидистый	170	0	0
49	<i>Campanula collina</i>	96	0	0

	Колокольчик холмовой			
50	<i>Campanula betulifolia</i> Колокольчик берёзово-лиственный	323	0	0
51	<i>Vipleurum longicaule</i> var. <i>giraldii</i> He He He Володушка	49	0	0
52	<i>Jiianna grandiflora</i>	10	2	20
53	<i>Veronica kemularia</i> Вероника горечавковая	52	2	3,8
54	<i>Potentilla divina</i> Лапчатка чудесная	24	0	0
55	<i>Minuatria juressii</i> Минуарция	306	0	0
56	<i>Pulsatilla aurea</i> Прострел золотистый	13	0	0
57	<i>Potentilla brachypetala</i> Лапчатка коротколепестная	27	0	0
58	<i>Dicranostigma platycarpum</i> Дикраностигма широко-плодная	213	2	0,9
59	<i>Inula acaulis</i> var. <i>caulencens</i> Девясил бесстебельный	41	0	0
60	<i>Inula orientalis</i> Девясил восточный	62	0	0
61	<i>Allium caesium</i> Лук голубовато-серый	25	0	0
62	<i>Draba smithii</i> Крупка ...	190	0	0
63	<i>Sedum spurium</i> Седум ложный	169	10	5,9
64	<i>Allium macranthum</i> Лук	21	5	23,8

	крупноцветковый			
65	<i>Allium crenulatum</i> Лук ...	30	0	0
66	<i>Allium sciloides</i> Лук ...	12	0	0
67	<i>Allium flavum ssp. flavum</i> Лук	67	4	6,0
68	<i>Allium flavum var. minus</i> Лук...	21	0	0
69	<i>Allium pskemense</i> Лук пскемский	12	1	8,3
70	<i>Allium splendens</i> Лук блестящий	9	0	0
71	<i>Allium siskiyouense</i> Лук ...	12	0	0
72	<i>Potentilla argyrophylla</i> Лапчатка серебристолистная	32	0	0

Всхожесть семян в открытом грунте наблюдалась не у всех высеянных растений из Гётеборга; у тех, которые дали всхожесть, она небольшая.

Таблица 4. Всхожесть семян растений из Исландии, высеянных 30 мая 2012

№ п/п	Растение	Количество высеянных семян, шт.	Всхожесть	
			Шт.	%
73	<i>Arnica chamissonis</i> Арника Шамиссо	33	8	24,2
74	<i>Stachus monieri</i> Чистец болотный	26	0	0
75	<i>Anemone narcissiflora</i> Анемона нарциссоцвет-ковая	21	0	0
76	<i>Gentiana clusii</i> Горечавка Клузи	44	0	0
77	<i>Primula waltonii</i> Примула Вальтони	31	0	0
78	<i>Saxifraga cotyledon</i> Камнеломка ...	250	0	0

79	<i>Saxifraga hirculus</i> Камнеломка болотная	88	0	0
80	<i>Primula macrophylla</i> Примула ....	42	0	0
81	<i>Saxifraga opposifolia</i> Камнеломка	24	0	0
82	<i>Polemonium viscosum</i> Синюха клейкая	28	1	3,6
83	<i>Polemonium rausiflorum</i> Синюха .....	54	1	1,9
85	<i>Gentiana asclepiadea</i> Горечавка ластовневая	34	0	0
86	<i>Gentiana affinis</i> Горечавка ...	52	0	0
87	<i>Allium guaneum</i> Лук голубой	24	0	0
88	<i>Lathurus japonicas</i> Чина японская	17	0	0
89	<i>Saxifraga cespitosa</i> Камнеломка дернистая	239	0	0
90	<i>Pulsatilla rubra</i> Прострел обыкновенный	23	12	52,2
91	<i>Spirae rosthortii</i> Спирея опушённая	67	0	0
92	<i>Pulsatilla violacea</i> Прострел фиолетовый	31	0	0
93	<i>Arabis alpina</i> Арабис альпийский	283	2	0,7
94	<i>Primula poloneura</i> Примула .....	26	3	11,5

Всхожесть семян в открытом грунте наблюдалась не у всех высеянных растений из Исландии; у тех, которые дали всхожесть, она небольшая. Обозначение « масс » означает массовую всхожесть семян, то есть очень много, связанного с невозможностью подсчёта их количества.

В результате проведённых наблюдений за всхожестью семян в условиях Мурманска необходимо принять во внимание, что здесь условия отличаются от условий других районов, и далеко не в лучшую сторону.

Лето здесь намного короче, чем в других районах, солнца недостаточно. Семена поступают часто по условиям хранения и срокам сохранения всхожести просроченные. Хотя растения большинства видов

здесь можно вырастить, если учесть эти факторы и больше внимания уделить технологии выращивания их из рассады или вначале в условиях теплицы, а затем высадки их в открытый грунт.

## ПОВЕДЕНИЕ КОЛЬЧАТОЙ НЕРПЫ (*PUSA HISPIDA*) И ГРЕНЛАНДСКОГО ТЮЛЕНЯ (*PAGOPHILUS GROENLANDICUS*) В УСЛОВИЯХ НЕВОЛИ

Желудкова А. И. (г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН)

Ethogram made for *Pusa hispida* (Schreber, 1775) and *Pagophilus groenlandicus* (Erxleben, 1777). Element behavior sort on II and III structural level behavior. II structural level behavior is pose and expressive movements. III structural level behavior is stereotyped trajectory movements. This ethogram is open and possible add-ins in the next study.

При оценке состояния животного в условиях неволи необходимо выделять составные элементы его поведения – позы, движения. Установлены следующие структурные уровни поведения: 1) элементарный двигательный акт (ЭДА); 2) поза или выразительное движение; 3) последовательность – цепь поведения, состоящая из единиц 2-го уровня; 4) ансамбль или тип активности, фазы годового цикла (Панов, 1978).

Целью данной работы было выделение поз, выразительных движений и стереотипных траекторий движения у кольчатой нерпы Кнопа и гренландского тюленя Персик в условиях неволи.

В период с 18.09 - 09.11.2012 проводились исследования поведения самки кольчатой нерпы (*Pusa hispida* Schreber, 1775) по кличке Кнопа и самца гренландского тюленя (*Pagophilus groenlandicus* Erxleben, 1777) по кличке Персик. На данный момент тюлени содержащиеся в стационарном бассейне в Мурманском океанариуме. Данные особи были отловлены в Белом море в марте 2007 и 2010 г.г. соответственно. В ходе работы, для регистрации поведения животных производилась фото и видеосъёмка. В качестве оборудования использовались видеокамера HD 170 1080 P Drift Innovation, 5 MP, цифровой фотоаппарат Sony 14,1 MP, zoom x4. Наблюдения велись с помощью метода отдельных поведенческих срезов «ОП» и метод сплошного протоколирования «СП». Наблюдения осуществлялись до и после выступлений (кормлений) на 11:00 ч., 15:00 ч. и 17:00 ч., от 2 до 4 раз в неделю. Длительность одного наблюдения составила 21 минуту, общее время наблюдений 24 ч. 13 мин. Данные взяты по 24 дням наблюдений.

В результате наблюдений были составлены этограммы для кольчатой нерпы Кнопа и гренландского тюленя Персик, включающие позы и выразительные движения (второй структурный уровень поведения). Кроме того у Кнопы и Персика выявлены по 4



стереотипные траектории движения (третий структурный уровень поведения). Данные траектории представляют собой ряд последовательных, циклично повторяющихся ЭДА. В работе С.В. Попова, О.Г. Ильиченко (1985) подобные траектории называются навязчивые двигательные стереотипы или НДС. Всего, у кольчатой нерпы Кнопа было выделено 17 (второй структурный уровень) + 4 (третий структурный уровень) элемента поведения. У гренландского тюленя Персик выделено 16 (второй структурный уровень) + 4 (третий структурный уровень) элемента. В литературных источниках имеются данные о построении этограмм у ушастых (сивуч) и настоящих тюленей (серый тюлень, гренландский тюлень, каспийский тюлень): Л.Н. Слатина, Я.И. Близнюк (1982), О.А. Зими́на, В. Л. Мишин (2003 г.), А.М. Клапатюк, И.А.Березина (2006 г.), О.Н. Чечина (2010 г.). В приведённых выше работах были построены этограммы на первом, втором и третьем структурных уровнях поведения. Этограмма в данной работе содержит второй и третий уровни. Возможно расширение этограммы в результате выделения элементов первого структурного уровня поведения. Это не только сделает этограмму более полной, но и даст возможность сравнения с рядом работ, в том числе и вышесказанных.

Таким образом, в результате проведённых работ, для кольчатой нерпы и гренландского тюленя были выделены позы, выразительные движения и стереотипные траектории движения. Создание этограмм, а также описание стереотипных траекторий движения может быть использовано для установления доли структурных уровней поведения в бюджете времени животного, оценке уровня комфортности животного в условиях неволи.

### **Литература**

1. Зими́на, О.А., Мишин В.Л. Применение этограмм при изучении поведения ластоногих // Современные проблемы физиологии и экологии морских животных. - ММБИ КНЦ РАН - Апатиты, 2003. - С. 185-194.
2. Клапатюк А.М., Березина И.А. Применение метода этограмм при изучении поведения представителей семейства настоящие тюлени на примере гренландского тюленя // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 8 – С. 42-42.
3. Панов Е.Н. Механизмы коммуникации у птиц. М.: Наука, 1978. - 304 с.
4. Попов С.В., Ильиченко О.Г. Навязчивые двигательные стереотипы у млекопитающих в условиях зоопарка // В сб. «Сохраним диких животных», Алма-Ата, Кайнар, 1985, с. 26 – 31.
5. Слатина Л. Н., Близнюк Я. И. Этограмма северного морского котика. // Изучение, охр. и рац. использ. морск. млек. Тез.

докл. 8 Всесоюз. совещ. Астрахань, 5-8 октября 1982 г. Астрахань, 1982. - С. 327-329.

6. Чечина О.М. Динамика развития игрового манипулирования у детёнышей сивуча в онтогенезе / О.М. Чечина // Учёные записи Таврического национального университета им. Вернадского Серия «Биология и химия». - 2010. – Т. 23 (62), №3. – С.188 – 193.

**ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА СОДЕРЖАНИЕ СВОБОДНОГО ПРОЛИНА В БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *FUCUS VESICULOSUS* В ПРИРОДЕ И В ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

**Клиндух М. П.** (г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН)

Thesis contains data on dependence of a free proline content from concentration of heavy metals in brown seaweed *Fucus vesiculosus* and influence of the raised concentration of lead in water on this species of seaweed experimentally.

В связи с интенсивным развитием промышленной деятельности людей во всём мире возрастает уровень загрязнения окружающей среды тяжёлыми металлами, которые оказывают негативное воздействие на жизнедеятельность живых организмов, в том числе и растений. Среди тяжёлых металлов выделяют элементы, которые необходимы для жизнедеятельности растений (Cu, Fe, Zn, Mn и др.), а также элементы, функциональная роль которых в настоящее время неизвестна (Cd, Hg, Pb и др.) [ссылка #4].

Согласно литературным данным под влиянием повышенных концентраций солей тяжёлых металлов в растениях происходит накопление свободного пролина, который обладает осморегуляторной и протекторной функциями [ссылка #1, 3].

Цель данной работы: выявить зависимость содержания свободного пролина от концентрации тяжёлых металлов в бурой водоросли *Fucus vesiculosus* и исследовать влияние повышенной концентрации свинца в воде на данный вид водорослей экспериментально.

Объектом исследования послужили бурые водоросли Баренцева моря вида *F. vesiculosus* в возрасте 5+ - 7+ лет. Содержание свободного пролина определяли у воздушно-сухих водорослей в разные сезоны года по методу Байтса [ссылка #5].

Данные по содержанию тяжёлых металлов и значение индекса МРІ (Metal Pollution Index) в бурой водоросли *F. vesiculosus* были получены параллельно совместно с Институтом аридных зон ЮНЦ РАН [ссылка #2].

В результате проведённого исследования было определено, что содержание свободного пролина в *F. vesiculosus* в зимний и весенний периоды года не зависит от содержания как отдельно каждого тяжёлого металла (Pb, Cd, Cu, As и Fe) в водоросли, так и от общего их содержания, рассчитанного по международному индексу МРІ. В то время как в летний период наблюдается положительная корреляционная зависимость между содержанием железа и меди в *F. vesiculosus* и содержанием свободного пролина в этой водоросли ( $\alpha=0.05$ ). Также летом выявлена положительная корреляционная зависимость между индексом МРІ и свободным пролином в водоросли.

Помимо данных, полученных у водорослей, обитающих в природной среде, были так же получены данные в ходе эксперимента: влияние повышенных концентраций ионов свинца в морской воде на концентрацию свободного пролина в бурой водоросли *F. vesiculosus*. Для воздействия на водоросли был выбран свинец, как один из самых токсичных тяжёлых металлов для живых организмов [ссылка #4].. В процессе проведения эксперимента наблюдалось резкое повышение содержания пролина через 3 дня после добавления соли свинца в воду, но затем содержание пролина снижалось. В контрольных растениях подобных изменений в содержании пролина не наблюдалось. В целом за время проведения эксперимента содержание свободного пролина в экспериментальных и контрольных образцах, также как и в природе незначительно снизилось (в пределах ошибки метода).

Таким образом, выявлена положительная корреляционная зависимость между содержанием железа, меди, общим содержанием тяжёлых металлов (по индексу MPI) в *F. vesiculosus* и содержанием свободного пролина в этой водоросли ( $\alpha=0.05$ ) в летний период года. Зимой и весной подобной зависимости не наблюдалось.

В результате проведённого эксперимента было определено кратковременное повышение содержания свободного пролина в водоросли *F. vesiculosus* при добавлении ацетата свинца в воду, что, вероятно, свидетельствует не только о защитных свойствах данной аминокислоты, но и о том, что пролин – одно из первых веществ, которое накапливается водорослью, в ответ на повышенные концентрации свинца.

### Литература

1. Кузнецов Вл.В., Шевякова Н.И. Пролин при стрессе: биологическая роль, метаболизм, регуляция // Физиология растений. – 1999. – Том 46, №2. – С. 321-336.
2. Облущинская Е.Д., Алешина Е.Г., член-корреспондент РАН Матишов Д.Г. Сравнительная оценка загрязнения металлами губ и заливов Мурмана по индексу MPI (Metal Pollution Index) // ДАН. – 2013. – Т. 448, № 5. – С. 588-591.
3. Солдатова Н.А., Хрянин В.Н. Влияние солей тяжёлых металлов на уровень пролина у разных сортов конопли посевной // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. – 2008. – № 14. – С. 39-42.
4. Титов А.Ф., Таланова В.В., Казнина Н.М., Лайдинен Г.Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам / отв. ред. Н.Н. Немова. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 172 с.
5. Bates L. S., Waldren S. P., Teare I. D. Rapid Determination of Proline for Water-Stressed Studies // Plant Soil. – 1973. – Vol. 39. – P. 205–207.

## **МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧЕК БЕРЁЗ ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЙ Г.МУРМАНСКА ПРИ ВЫХОДЕ ИЗ ПОКОЯ**

**Ковалева Т. О., Приймак П. Г.** (*г. Мурманск, МГТУ, Ботанический сад*)

Рост — это необратимое увеличение объема, массы растений, сопровождаемое новообразованием элементов структуры организма [1].

Рост органов складывается из двух процессов: деление и растяжение клеток. Меристематическая деятельность древесных растений определяет успешность реализации их жизненной стратегии, адаптации к неблагоприятным факторам среды и состояние фитоценозов в целом. Апикальные меристемы растений в период покоя располагаются в почках, развитие которых связано с функционированием листьев. Измерение размеров клеток на разных стадиях развития органов позволит оценить, какой из двух ростовых процессов вносит больший вклад в линейный рост органов.

Характер изменений органов при выходе почек из покоя для берёз Кольского п-ва изучен недостаточно: подобные исследования датируются 70-80-ми годами XX века [2].

**Цель:** выявить группу факторов, влияющих на размеры почек берёз и характер клеточного роста органов при выходе их из покоя.

### **Задачи:**

- Определить общие причины изменчивости размеров почек;
- Оценить изменение размеров органов почек при выходе из покоя с позиции клеточного роста.

Кроющие чешуи образующие внешние покровы почек располагаются в 2 слоя. Первый наружный – это относительно не большие кроющие чешуи бурого цвета (мертвые) прикрывают нижнюю часть кроющих чешуй (зелёного) второго слоя. Верхняя часть кроющих чешуй второго слоя так же бурая (мёртвая). Под кроющими чешуями между листьями располагаются структуры выполняющие роль прилистников на разных этапах развития побега. В целом весь внутренний объем почки заполнен липидами и смолистой жидкостью с короткоцепочечными жирными кислотами, среди которых преобладают линолевая и леноленовая кислоты [3]. Бурые кроющие чешуи покрыты воскоподобными веществами. Можно предположить, что указанные жирные кислоты окисляются и участвуют в формировании воска кроющих чешуй.

### **Материалы и методы**

Выделены стадии развития (фенофазы): покой, развёртывание почек и линейный рост листьев [4].

- Размеры почек и органов, их составляющих, определялись на укороченных побегах разного возраста с использованием стереоскопического микроскопа «МС – 1» и окуляр-микрометра.

- Размеры клеток определялись окуляр-микрометром, с использованием микроскопа «МИКМЕД-1» после щелочной мацерации тканей.

Статистическая обработка и построение графиков осуществлялось при помощи *MS Excel2007*.

### Результаты и обсуждения

Кроющие чешуи и прилистники, являются метаморфозами листьев и сообщаются с проводящей системой побега. Этим и объясняется увеличение размеров прилистников при разverzании почек и линейном росте листьев (побега) (Рис. 1).

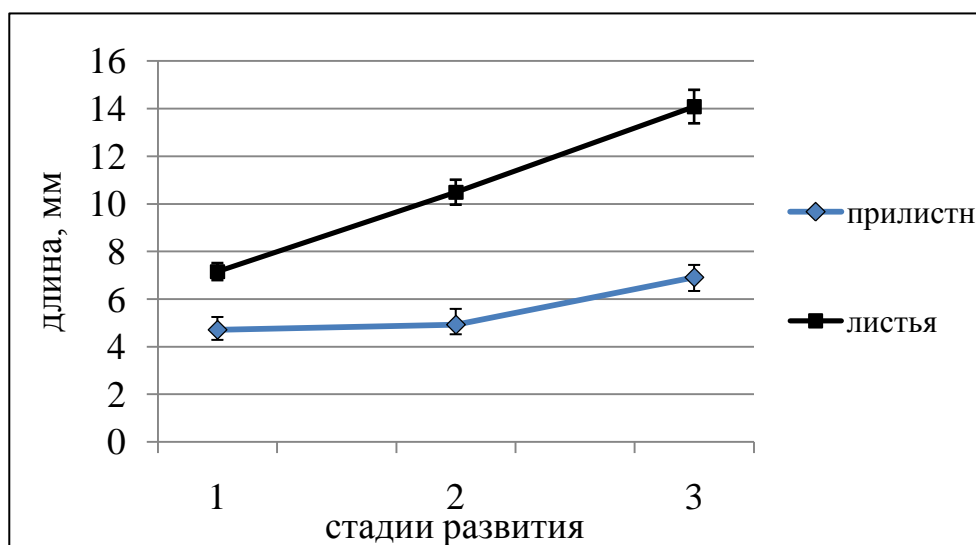


Рис. 1. Линейный рост листьев и прилистников при выходе из покоя почек *Betula sp.* (указаны средние значения и доверительные интервалы).

Размеры почек обусловлены количеством и размером органов в них. Изучение размеров почек в связи с возрастом побегов выявило отсутствие явной связи между этими показателями (Рис. 2).

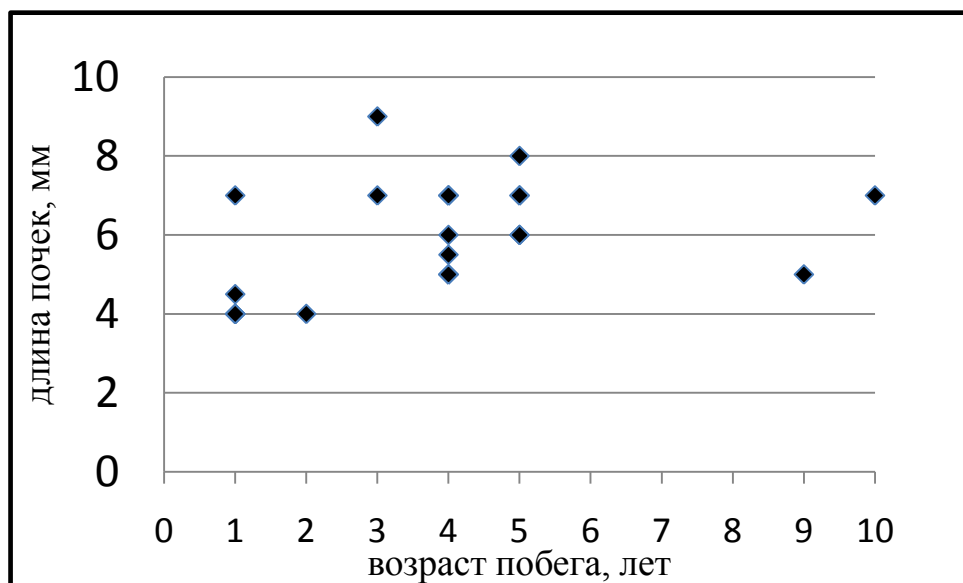


Рис. 2. Размеры почек побегов разного возраста

Оценивая разброс показателей укороченных побегов разного возраста, необходимо принимать во внимание, что размеры вегетативных почек связаны с количеством и размерами метамеров: кроющих чешуй, прилистников, листовых примордиев. Так, как эти морфометрические характеристики напрямую связаны с интенсивностью продукционных процессов предыдущего года, можно достаточно уверенно предположить, что размеры почек в большей степени связаны с воздействием факторов среды, нежели с онтогенетическими аспектами.

Высокая индивидуальная морфофизиологическая изменчивость почек берёз, также показана Ветчинниковой Л.В.[3]. В частности, по характеру синтетических процессов и накоплению липидов и жирных кислот, были обнаружены незначительные изменения в их содержании в почках разных частей кроны – верхней, средней и нижней, как у *B.pendula*, так и *B.pubescens*. Это явление обнаруживает неявную связь с возрастом, и скорее - связь с архитектурой кроны и условиями освещения разных её частей.

При выходе почек из покоя был обнаружен рост не только листьев, но и прилистников. Прилистники, однако, не являются долгоживущими и быстро буреют и опадают [5]. Можно предположить, что это связано с обменом и окислением липидов и жирных кислот.

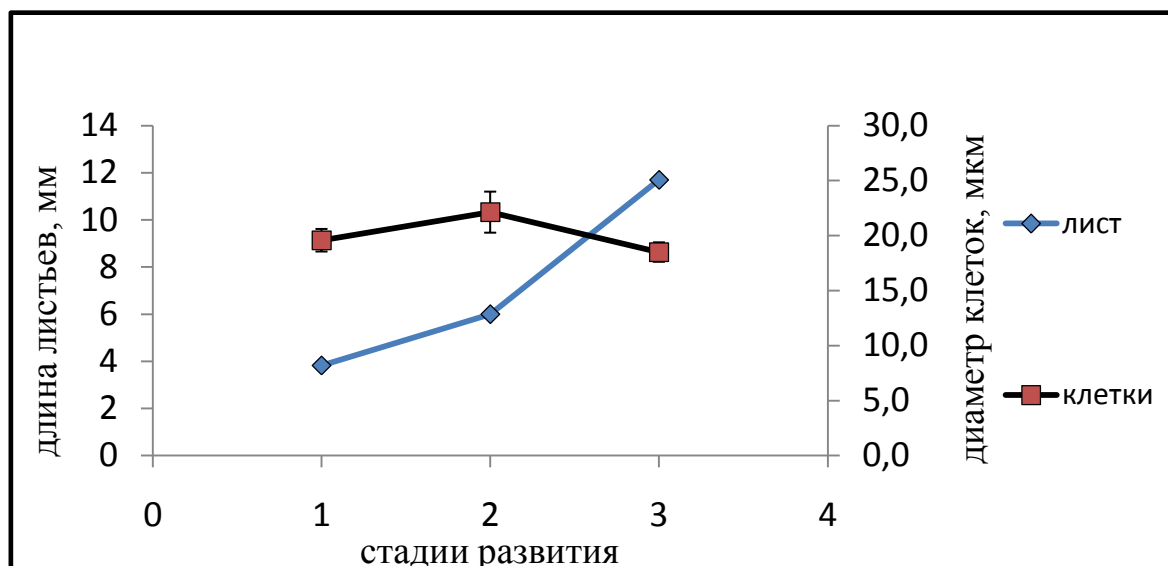


Рис. 3. Размер клеток мезофилла на разных стадиях развития листа. (На рис. указаны средние и доверительные интервалы).

При достоверном увеличении размеров листьев размеры клеток не увеличиваются (Рис. 3). Предполагая, что линейный рост органов складывается из процессов деления и/или растяжения клеток можно считать, что линейный рост листьев, по крайней мере на начальных этапах развития побега из почки, обусловлен делением клеток в большей степени, чем их растяжением под действием внутреннего гидростатического давления.

#### Выводы:

- Вероятно, изменчивость размеров, в основном, связана с воздействием факторов среды в процессе формирования почек.
- В исследованных побеговых системах линейный рост листьев, при выходе почек из покоя, обусловлен делением клеток, а не растяжением.

#### Литература

1. Сабинин, Д.А. Физиология развития растений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. - 196 с.
2. Ермаков, В.И. Механизмы адаптации берёзы к условиям Севера. Л., 1986. – 144с.
3. Ветчинникова, Л.В. Берёза: вопросы изменчивости; Отв. ред. А.Ф. Титов. – М.: Наука, 2004. – 183с.
4. Булыгин, Н. Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями: пособие по проведению учебно-научных исследований по курсу дендрологии / Н. Е. Булыгин. – Л.: ЛТА, 1979. – 96 с.
5. Тахтаджян, А.Л. Система магнолиофитов. Л., 1987. – 439с.



## ПИТАНИЕ МАЛОТЫЧИНКОВЫХ СИГОВ (*COREGONUS LAVARETUS* L.) В ОЗ. ИМАНДРА

Королева И. М.<sup>1, 2</sup>, Терентьев П. М.<sup>2</sup>, Кашулин Н. А.<sup>2</sup>, Зубова Е. М.<sup>2</sup>

1 (г. Апатиты, Мурманской обл., АФ МГТУ, кафедра Геоэкологии,)

2. (г. Апатиты, Мурманской обл., ИППЭС КНЦ РАН)

The present investigation describes food of sparsely rakered morph whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) in Lake Imandra. Identified a composition of food items, frequency of occurrence and the mass proportion of food items. Food diminated by *Valvata* sp., *Limnea ovata* and *Euglesa* sp. Chironomid pupae and planktonic cladocerans were the secondary food items.

Неотъемлемой частью исследований по проблеме рационального использования и управления биологическими ресурсами является изучение питания, пищевых отношений и кормовой базы рыб. Питание рыб во внутренних пресноводных водоемах Мурманской области до настоящего времени остается недостаточно изученным. В литературе имеются достаточно отрывочные данные о питании сига в наиболее крупных озерах области – Имандре, Умбозере и Ловозере [1, 2, 3, 4]. Сведения о питании сига в озерах Лапландского заповедника приведены в работе Ю.С. Решетниткова [5]. По результатам Мончезерской лимнологической экспедиции 1933 г опубликована сводка для озер Монче и Волчьей тундры [6].

Ихтиологический материал отбирался при помощи ставных жаберных сетей в литоральной и профундальной зонах в плесе Йокостровская Имандра (пролив Узкой Салмы) и в плесе Бабинская Имандра (р-он о. Хорт, губы Кунчаст) в августе-сентябре 2011 г. Обработка содержимого пищеварительных трактов производилась по общепринятым методикам [7]. Значение отдельных компонентов в пищевом комке оценивали по частоте встречаемости (%) и массовой доле в пищевом комке (%). Основу выборки составляли четырех - шестилетние сизи, массой от 140 до 800 г, преимущественно самки.

В конце августа 2011 г. в Йокостровской Имандре пища находилась в желудках более чем у половины выловленных сигов. В целом по выборке общий индекс наполнения был равен 35<sup>0</sup>/<sub>000</sub>.

По частоте встречаемости доминировали ветвистоусые рачки (61%), в половине желудков присутствовали моллюски. Первое место по значению (массе) занимали моллюски (53%), второе – ветвистоусые рачки кладоцеры (42%). Доля насекомых (личинки, куколки и имаго) по частоте встречаемости не превышала 17%, по массе - 1% (Рис. 1). Из моллюсков, как по частоте встречаемости, так и по массе доминировали брюхоногие.

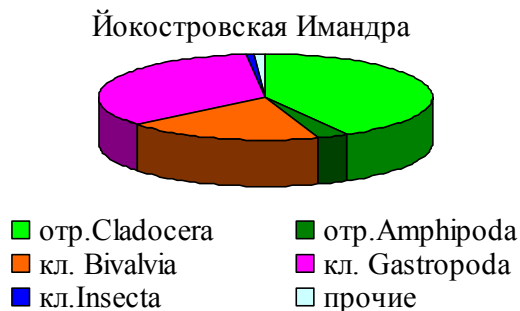


Рис. 1. Состав пищи сига (в % по массе) в плёсе Йокостровская Имандра.

В Бабинской Имандре (*p-он о. Хорт*) в начале сентября из 60 просмотренных рыб пища в желудках присутствовала у 40 экз. Общий индекс наполнения был равен 39<sup>0</sup>/<sub>000</sub>. По частоте встречаемости доминировали моллюски, преимущественно сем. Valvatidae и сем. Pisidiidae, далее - личинки насекомых. Ракообразные отмечены единично. Основную роль в питании играли моллюски (68% от общей массы) (Рис. 2). Также значительна роль личинок ручейников (12%) и бокоплавов (7%). Несмотря на высокую частоту встречаемости (53%), личинки хирономид не имели существенного значения, их доля в питании - 1%. Удельный вес зоопланктонных ракообразных в общем индексе также мал (менее 1%).

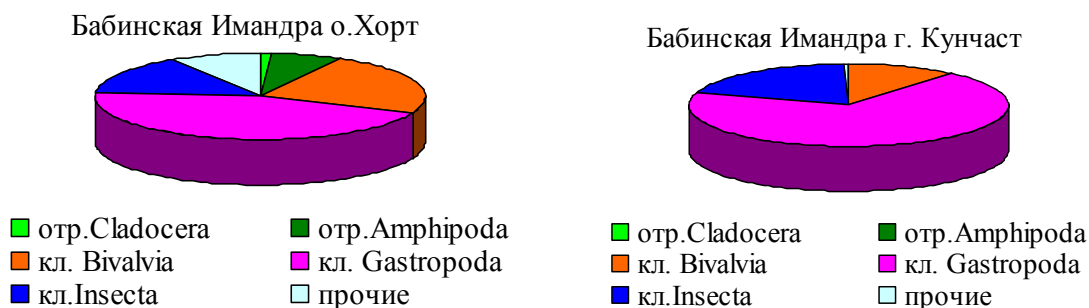


Рис. 2. Состав пищи сига (в % по массе) в плёсе Бабинская Имандра.

В Бабинской Имандре (*г. Кунчаст*) в начале сентября пища в желудках была обнаружена у 70% исследованных рыб. Общий индекс наполнения был равен 50<sup>0</sup>/<sub>000</sub>. Главным объектом питания были моллюски, они присутствовали в 90% желудков и составляли 80% от общего индекса наполнения (Рис. 2). Наибольшее значение имели брюхоногие моллюски сем. Valvatidae. Следующими как по частоте встречаемости, так и по массе были личинки ручейников (60% и 20% соответственно).

Анализ питания малотычинок в оз. Имандра (70 экз.) показал, что их пищевой рацион состоял из 30 таксонов зоопланктонных и бентосных организмов (Таб. 1). Основным объектом питания во всех исследованных районах остаются моллюски, преимущественно брюхоногие. Личинки и куколки насекомых, прежде всего комаров и ручейников, являются второстепенными объектами. Имаго водных и

наземных насекомых присутствуют единично, не играя существенной роли в питании.

Таблица 1. Список организмов в желудках малотычинкового сига (2011 г)

	Йокостровская Узкая Салма	Бабинская р-он о. Хорт	Бабинская г. Кунчаст
<b>кл. Crustacea (ракообразные)</b>			
<i>Eurycercus lamellatus</i>	-	X	-
<i>Bythotrephes cederstromii</i>	X	X	-
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	-	X	-
<i>Gammarus lacustris</i>	X	X	-
<b>кл. Bivalvia (двустворчатые моллюски)</b>			
<i>Sphaerium nitidum</i>	X	X	X
<i>Sphaerium nucleus</i>	-	X	-
<i>Euglesa sp.</i>	X	X	X
<b>кл. Gastropoda (брюхоногие моллюски)</b>			
<i>Valvata cristata</i>	X	X	X
<i>Valvata pulchella</i>	X	X	X
<i>Limnea ovata</i>	X	X	X
<b>кл. INSECTA (насекомые)</b>			
<b>отр. Ephemeroptera (поденки)</b>			
р. Centroptilum	-	X	-
<b>отр. Coleoptera (жесткокрылые жуки)</b>			
Сем. Dytiscidae	-	X	-
Сем. Staphylinidae	-	X	-
<b>отр. Diptera (двукрылые)</b>			
сем. Ceratopogonidae	X	-	-
сем. Bibionidae	X	-	-
сем. Chironomidae:			-
п/сем Chironominae	X	X	
п/сем Tanypodinae	X	X	
п/сем Orhtocladiinae	X	X	
<b>отр. Trichoptera (ручейники)</b>			
<i>Phryganea bipunctata</i>	-	-	X
<i>Molanna angustata</i>	-	X	X
<i>Athripsodes cinereus</i>	X	X	-
<i>Athripsodes annulicornis</i>	-		X
<i>Mystacides azurea</i>	-	X	X
<i>Sericostoma sp.</i>	-	X	-
<b>Отр. Hymenoptera (перепончатокрылые)</b>			
сем. Formicidae	X	-	-
сем. Vespidae	X	-	-

сем. Siricidae	X	-	-
кл. <b>ARACHNIDA</b> (паукообразные)			
отр. Acarina	X	-	-
Другие объекты	-	X	-
Общий индекс наполнения	35 <sup>0</sup> / <sub>000</sub>	39 <sup>0</sup> / <sub>000</sub>	50 <sup>0</sup> / <sub>000</sub>

В летний период при массовом развитии ветвистоусых рачков они могут потребляться сига́ми в значительных количествах, достигая почти половины от общего веса съеденной пищи. Значительно реже в желудках присутствуют взрослые особи поденок, жуков, двукрылых и перепончатокрылых. Интенсивность питания можно охарактеризовать как среднюю.

Выбранные плесы и районы относятся к мало загрязняемой акватории Имандры и можно считать, что характер питания сига́ типичен для данного озера и для сходных по гидрохимическим параметрам и уровню трофности пресноводных водоемов Мурманской области.

### Литература

1. Крогиус Ф.В. Ихтиологические работы на озере Имандра // Работы Мурманской биологической станции. Т.2. 1926. С. 150-152.
2. Крогиус Ф.В. Материалы по систематике и биологии некоторых рыб озер Имандры и Умбозера // Материалы к изучению вод Кольского полуострова. – Кольск. научн.-иссл. База АН СССР, 1940, - Сб.1., Рукопись. Фонды Кольск. Научн. Центра АН СССР С. 232-238.
3. Вельтищев В.П. Фауна и флора литорали озера Ловозеро в связи с питанием рыб озера // Материалы к изучению вод Кольского полуострова. – Кольск. научн.-иссл. База АН СССР, 1940, - Сб.1., Рукопись. Фонды Кольск. Научн. Центра АН СССР С. 338-365.
4. Рыбы Мурманской области. Условия обитания, жизнь и промысел. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1966. С. 177-193.
5. Решетников Ю.С. Питание разных внутривидовых форм сига́ из разных озер Лапландского заповедника // Вопросы ихтиологии. 1964. Т. 4, №. 4. С. 679-694.
6. Зинова А.Д., Нагель А.А., Петров В.В., Цветков В.Н. Описание исследованных озер Монче и Волчьей тундр // Матер. Мончегорской лимнологической экспедиции 1933 года. Труды Отделения гидрол. Ленингр. обл. управления. Сер. 1, т. 1. Л.: 1935. С. 27-111.
7. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М., Наука, 1974 г., 254 с.

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОСЕЛЕНИЙ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *MYA ARENARIA* ГУБЫ ЧУПА

Кравец п. п., Сергеева К. Э. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биологии)

*Research on spatial distribution, size and age structure of Mya arenaria settlements in the littoral zones of Levaya and Sel'dyanaya bays. It is found that the abundance index of clams in Sel'dyanaya bay increases towards the upper level of the littoral. In Levaya bay Mya arenaria is found only in the middle horizon. In all researched regions the population of Mya arenaria is dominated by young individual.*

### Введение

Для рационального использования и сохранения биологических морских природных ресурсов необходимы точные знания о распределении животных в различных районах моря. *Mya arenaria*, как и многие другие виды двустворчатых моллюсков - фильтраторов, является индикатором состояния водной среды, кроме того, мия относится к видам - эдификаторам.

Целью работы являлось исследование особенностей структуры и распределения поселений *Mya arenaria* на литорали губы Чупа Белого моря.

соответствии с этой целью были поставлены следующие задачи:

- исследовать пространственное распределение и оценить обилие моллюсков в районах исследования.
- изучить размерно-весовую и возрастную структуры поселений моллюсков.

### Материалы и методы

Работа выполнена на базе ББС ЗИН РАН «Картеш». Исследования проводились в бухтах Левая и Сельдяная губы Чупа Кандалакшского залива. Пробы моллюсков отбирались во время отлива, с помощью рамки 50х50 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. Исследование двустворчатых моллюсков проводили в следующем порядке: пробу взвешивали, просчитывали. Затем, взвесив целого моллюска, измеряли длину, ширину и высоту раковины штангенциркулем.

Для исследования весовых характеристик взвешивали целого моллюска, аккуратно раскрывали раковину, для чего вставляли между створками скальпель и разрезали мускул-замыкатель. Из открытой раковины тщательно извлекали все тело моллюска, причем надрезали

мантию, чтобы вытекла заключенная в ней жидкость. Выделенное тело и створки раковины обсушивали фильтровальной бумагой и по отдельности взвешивали [1].

Возраст определялся путем подсчета количества зимней остановки роста на створках раковины. Общее количество проанализированных таким образом моллюсков составило 254 экземпляра.

### Результаты и обсуждение

*Mya arenaria* - инфаунный моллюск, зарывающийся в грунт на значительную глубину до 40-50 см. Среди всех беспозвоночных животных, обитающих на литорали Белого моря, для мии характерна одна из самых высоких степеней толерантности к распреснению. Важным фактором в распространении мии по литорали является гранулометрический состав грунта [2]. *Mya arenaria* обитает только в куту бухт Левая и Сельдяная, поскольку предпочитает плотно слежавшиеся мелкопесчаные, илистые и глинистые грунты.

При изучении вертикального распределения моллюска на литорали бухты Сельдяная было выявлено агрегированное скопление мии, преимущественно в среднем и нижнем горизонтах литорали. В бухте Левая моллюски обнаружены только на среднем горизонте литорали.

Высокие показатели обилия поселения мии в бухте Сельдяная скорее всего, связаны с оптимальными условиями для роста и питания. Значения плотности и биомассы поселений мии в кутовой части бухты Сельдяная возрастают к верхнему горизонту (см. рис.). Это связано с тем, что верхний горизонт сильнее прогревается, а приливно-отливные течения приносят большее количество органических остатков и детрита, которые сосредотачиваются преимущественно в верхнем горизонте литорали [3].

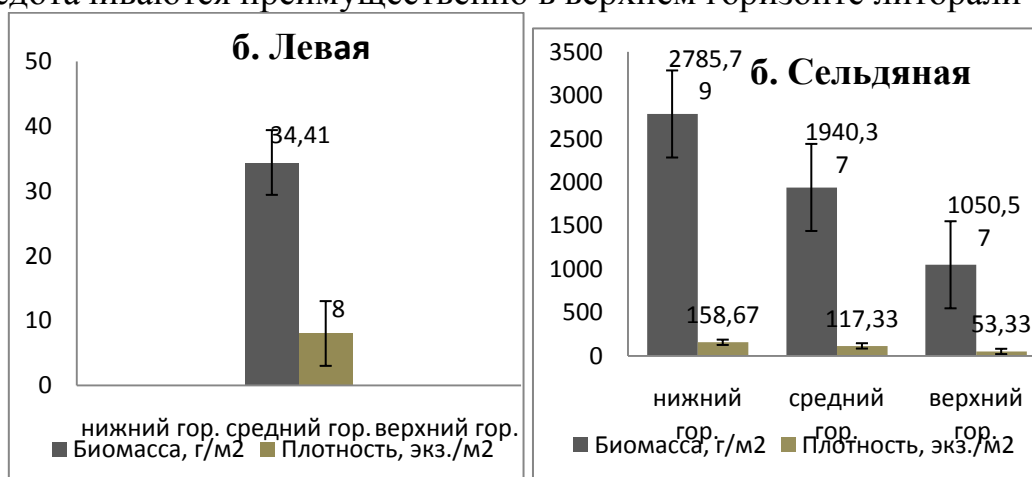


Рис. Плотность и биомасса поселений *Mya arenaria* в исследуемых бухтах. Наибольшими размерами и массой (из всех исследованных районов) обладают моллюски, собранные в бухте Сельдяная, средняя длина моллюска  $5,05 \pm 0,05$  см, средняя масса  $17,93 \pm 0,06$  г. На литорали бухты Сельдяная значения размерно-весовых параметров возрастают от верхнего

горизонта литорали к нижнему. Поскольку на данном участке повышенный водообмен, который способствует процессам самоочищения и обеспечивает моллюсков биогенами. Так же, в кут бухты впадает ручей, который несёт в себе органический смыв с суши, а сталкиваясь с приливными волнами, которые несут в себе детрит, все вместе создают двойной запас пищи для мии.

Исследования возрастного состава поселений мии показали, что на литорали в бухте Левая были обнаружены особи в возрасте от 1 до 4 лет. В пробах 81 % составляют особи в возрасте трех и четырех лет. Моллюски в возрасте 1+ были встречены единично.

На литорали бухты Сельдяная встретились особи в возрасте от 2 до 6 лет. Основным ядром являлись особи в возрасте 4-5 лет, составляя 74 %. Отсутствие однолетних моллюсков можно объяснить свойственной для *M. arenaria* гибели на ранних стадиях развития. Осевшие личинки могут быть подвержены воздействию низких температур в поверхностных слоях литоральных грунтов. Кроме того, имеет место хищничество [4].

#### **Выводы**

- Значения показателей обилия моллюсков в бухте Сельдяная возрастают от нижнего горизонта к верхнему.
- Наибольшими размерно-весовыми параметрами обладают моллюски с литорали бухты Сельдяная.
- Для исследованных районов характерно преобладание младших возрастных групп.

#### **Литература**

1. Методические рекомендации. Технохимические исследования рыбы и беспозвоночных. – М.: изд-во ВНИРО, 1981. - 92 с.
2. Садыхова И.А. Биологические особенности *Mya arenaria* в Белом море// Зоологический журнал.- 1979. - т. 58.- вып. 6. - С. 804-809.
3. Шкляревич Г.А., Щербакова И.Б. Многолетние изменения поселений *Mya arenaria* на литорали Кандалакшского залива Белого моря // Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря: мат. IX международной конференции, 11-14 октября 2004 г. - Петрозаводск, 2005.- С.327- 332.
4. Щербакова И. Б. Двустворчатый моллюск *Mya arenaria* в экосистемах литорали Белого моря: диссертация канд. биол. наук. - Петрозаводск, 2006. - 124 с.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА ЦИТОХРОМА Б (Cyt B) МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК В ПОПУЛЯЦИЯХ ТРЕСКИ БАРЕНЦЕВА И БЕЛОГО МОРЕЙ**

*Макеенко Г. А. (г. Мурманск, Федеральное государственное унитарное предприятие «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича» (ПИНРО))*

On the basis of mitochondrial DNA genom sequences (cytochrome B), length of 1099 nucleotides, we describe haplotypes of cod from the White and Barents Seas. The analysis shows a wide haplotype`s variety and unique mtDNA haplogroups of cod in the White and Barents Seas. We identified their common origin from cod of the Northeast Atlantic.

В Баренцевом и Белом морях обитают популяции трески, различающиеся как по морфологическим признакам, так и по генетическим маркерам. Оба моря связаны между собой, поэтому обмен особями между этими популяциями вполне вероятен. Вместе с тем, Г.В. Никольским (1954) для трески Белого моря были отмечены признаки, сближающие эту популяцию с тихоокеанским видом трески, но возможные пути проникновения тихоокеанской трески в Белое море не рассматривались.

Цель нашей работы - установить гаплотипическое разнообразие и определить близость популяций трески Баренцева и Белого морей на основе анализа полиморфизма гена цитохрома Б (Cyt B), находящегося в митохондриальной ДНК.

Для анализа использовались нуклеотидные последовательности гена Cyt B у 11 особей трески, выловленных у побережья Кольского полуострова (Мотовский залив, губа Ура) и 4 особей из юго-восточной части Баренцева моря (район Канино-Колгуевского мелководья), а также 12 особей трески, выловленных в Кандалакшском заливе Белого моря. Выборка включала в себя особей популяций СВА трески, прибрежной мурманской трески («турянка») и оседлой беломорской трески.

Из фрагмента грудного плавника трески, фиксированного в этаноле, стандартными методами выделялась тотальная ДНК. Далее проводилась амплификация локуса со специфическими праймерами и секвенирование продуктов амплификации. Оценка степени полиморфизма, выделение гаплогрупп и построение гаплосети для рыб из анализируемых популяций выполнялись по нуклеотидным заменам последовательностей гена Cyt B. Для сравнительного анализа гаплотипического разнообразия нами были использованы данные зарубежных исследователей [ссылка #1].

Для определения гаплогрупп использовалась последовательность участка гена Cyt B длиной 199 нуклеотидов. Было выделено 20 гаплотипов, причем образцы из разных популяций иногда имели одинаковый гаплотип.



Четкого разделения трески из Белого и Баренцева морей по данному показателю нами не выявлено. Это свидетельствует о близости популяций и о происхождении их от общего предка.

При построении гаплосети начальный гаплотип относился к образцу из Северо-Восточной Атлантики. В дальнейшем ряд мутаций привел к образованию множества гаплогрупп, которые были сходны для особей из различных частей исследованного ареала.

Известно, что митохондриальная ДНК (мтДНК) имеет кольцевую форму, обычно передается по материнской линии и обладает высокой скоростью мутаций. Поскольку у всех животных мтДНК содержит примерно одинаковый набор генов, она является хорошим объектом для изучения филогенетических связей у живых организмов.

Гаплогруппа - группа схожих гаплотипов, имеющих общего предка, у которого в обоих гаплотипах имела место одна и та же мутация. Предположительно, естественный отбор не действует или действует очень слабо в отношении мутации, приведшей к образованию данной гаплогруппы. Поэтому, кроме скорости мутаций, основной причиной изменений соотношения гаплотипов в популяции являются генетический дрейф и случайные флуктуации численности особей.

Таким образом, нами отмечено большое гаплотипическое разнообразие гена *Cyt B* у трески из районов Баренцева и Белого морей. Полученные нами результаты об отсутствии четко выраженной популяционной структуры и большое количество популяционно-специфичных гаплотипов показали общность происхождения этих популяций с атлантической треской. Связи трески из Белого моря с тироокеанским видом нами не обнаружено.

### **Литература**

1. Carr S.M. and Marshall H.D. Intraspecific phylogeographic genomics from multiple complete mtDNA genomes in Atlantic Cod (*Gadus morhua*): origins of the «Codmother» transatlantic vicariance and midglacial population expansion // *Genetics*. 2008, vol. 180, pp. 381–389.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СУБЛИТОРАЛЬНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ГУБ ИВАНОВСКАЯ И ДРОЗДОВКА ВОСТОЧНОГО МУРМАНА

Малавенда С. В., Метельский А. А. (г. Мурманск, ММБИ КНЦ РАН, лаборатория альгологии)

Macroalgae species diversity and distribution of phytocenoses in Drozdovka Bay and Ivanovskaya Bay (Barents Sea) were described. There are 3 association in sublittoral algae community. For the ten years changes in kelp forest community are not found.

В рамках исследования закономерностей распределения видового разнообразия водорослей-макрофитов Баренцева моря описаны сублиторальные сообщества губ Ивановская и Дроздовка (Восточный Мурман). Для исследуемого района во второй половине 20-го века было выполнено общее описание донных фитоценозов [1], а также произведена оценка запасов ламинариевых водорослей [2]. Цель данной работы - исследовать структуру сообществ ламинариевых в особых условиях лагунного водоема и на прилегающих к нему участках побережья.

Сбор материала был выполнен в ходе комплексной экспедиции ММБИ КНЦ РАН в августе 2011 г. Отбор проб осуществлялся водолазными специалистами по традиционному методу трансект [3]. Всего выполнено 7 разрезов (рис.1), 10 количественных станций. Определение видового состава выполнено по современным определителям и согласовано с данными электронной базы [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org).

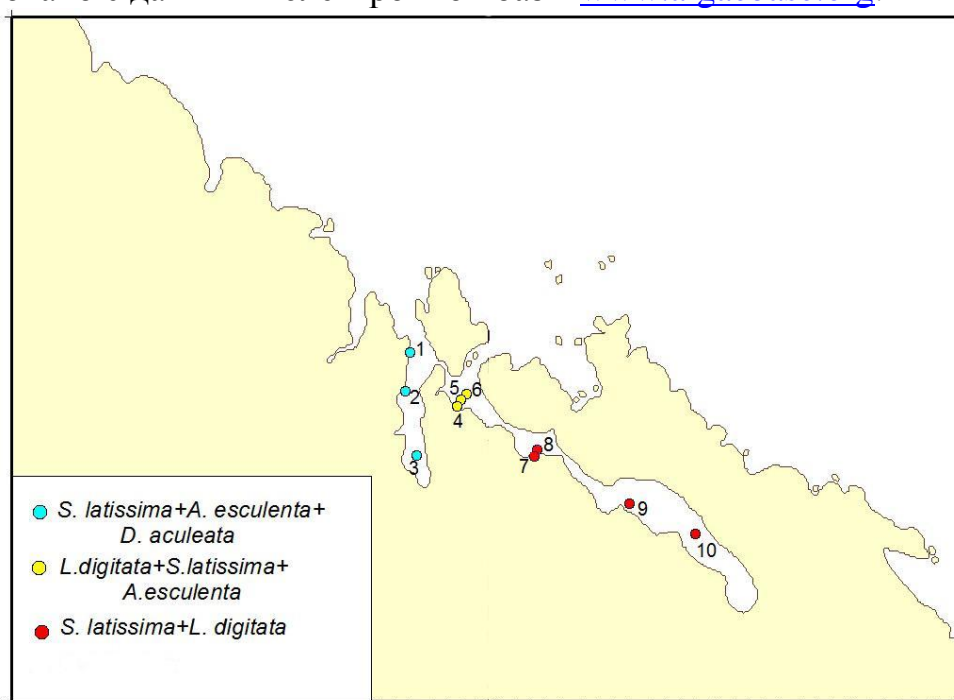


Рис. 1. Карта-схема работ в губах Ивановская и Дроздовка

Всего было отмечено 57 видов водорослей, в том числе 18 видов бурых (Phaeophyceae), 28 – красных (Rhodophyta) и 9 – зеленых (Chlorophyta). Аномалий видового состава по сравнению с данными для других районов Восточного Мурмана [4,5] и данными для губы Ивановская [1] не выявлено, но получены данные о колебаниях обилия ряда видов, в частности *Chondrus crispus*.

К числу массовых, то есть тех, чья встречаемость в пробах выше 60 %, можно отнести только 5 видов: *Saccharina latissima*, *Laminaria digitata*, *Desmarestia aculeata*, *Chaetopteris plumosa* и *Chaetomorpha melagonium*.

При описании сообществ макрофитобентоса губ Ивановская и Дроздовка была применена методика выделения ассоциаций А.А. Калугиной-Гутник [6]. Показано, что в защищенных участках губ превалирует ассоциация *S. latissima* + *D. aculeata*, а в слабозащищенных – *L. digitata* + *Alaria esculenta* + *D. aculeata*. Этот вывод согласуется с выполненными ранее описаниями губы Ивановская [1] и с нашими данными для губ Зеленецкая и Ярнышная Восточного Мурмана [4, 5].

Губа Ивановская интересна наличием обширной лагуны – участка с пониженной соленостью воды и максимальной защищенностью от прибоев. На этом участке доминируют *S. latissima* и *L. digitata*, что отличает данный водоем. Отсутствие в данном сообществе *A. esculenta*, свойственной верхнему горизонту наиболее защищенной части других губ Восточного Мурмана может быть связано с опреснением и сниженной интенсивностью движения воды [7, 8]. В водорослевых сообществах лагуны выделена ассоциация *S. latissima* + *L. digitata*. Важно, что структура фитоценозов защищенных участков губы Ивановская не имеет аналогов в губе Зеленецкая.

Выравненность видов по обилию в пробах была оценена индексом Шеннона и полученные значения не отличались от таковых в губе Зеленецкая. Это косвенно свидетельствует о наличии сходных экологических ниш во всех рассмотренных сообществах ламинариевых.

Сравнение полученных данных с литературными [1] долговременных изменений в фитоценозах губы Ивановская не выявило.

Таким образом, в губе Дроздовка выделена 1 ассоциация, Ивановской – 2, причем асс. *S. latissima* + *L. digitata* характерна именно для лагуны.

### Литература

1. Блинова Е.И. Эколого-флористический очерк губы Ивановки - реликтового водоема Баренцева моря / Запасы морских растений и их использование. М.: Наука, 1964. С. 58-70.
2. Сорокин А.Л., Пельтихина Т.С. Ламинариевые водоросли Баренцева моря. Мурманск: ПИНРО, 1991. 87 с.

3. Пропп М.В. Экология прибрежных донных сообществ Мурманского побережья Баренцева моря. - Л.: Наука, 1981. - 128 с.
4. Шошина Е.В., Аверинцева С.Г. Распределение ассоциаций водорослей, видовой состав и биомасса в губе Ярнышной Баренцева моря / Гидробиологические исследования в заливах и бухтах северных морей России. - Апатиты: Изд-во КНЦ, 1994. - С. 38-61.
5. Малавенда С.В. Структура сообществ *Saccharina latissima* (Phaeophyceae) Баренцева моря / Матер. II (X) Междунар. Ботанич. Конфер. молодых ученых (г. Санкт-Петербург, ноябрь 2012). - СПб: Изд-во СПбГТУ «ЛЭТИ», 2012. С. 36
6. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. Киев: Наукова Думка, 1975. 248 с.
7. Блинова Е.И. Типы растительности макрофитов сублиторали Мурманского побережья баренцева моря // Тр. мол. уч. ВНИРО. 1964. С. 136-140.
8. Блинова Е. И. Распределение и количественные показатели промысловых водорослей сублиторали Мурман (Баренцево море) //Растительные ресурсы. – 1965. – Т. 1. – №. 2. – С. 583.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОСТАВА ГЕЛЬМИНТОФАУНЫ РАКООБРАЗНЫХ СЕМЕЙСТВА GAMMARIDAE В РАЙОНЕ ПОСЕЛКА АБРАМ-МЫС И В ГУБЕ ЯРНЫШНАЯ****Маслич М. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Биологии)**

Abstract. Monitoring of parasitological situation in north seas is interesting and important for science and practice. This parasitological study was conducted in two districts of Murman. The highest species diversity and the highest values of quantitative indicators of invasion are characterised of areas with the most favorable conditions for parasites and hosts.

Литоральные гаммарусы – важнейшие компоненты прибрежных биоценозов северных морей. В бассейнах Баренцева и Белого морей гаммариды представляют значительный интерес в качестве полноценной и высококалорийной составляющей рациона молодых лососевых рыб, выращиваемых на рыбоводных заводах. Гаммарусы в качестве промежуточных или окончательных хозяев участвуют в циркуляции паразитических червей в прибрежных экосистемах.

Известно, что бокоплавы семейства Gammaridae играют роль промежуточных хозяев в жизненном цикле многих видов гельминтов и служат источником заражения промысловых видов морской фауны [Успенская, 1963]. По этой причине выяснение состава паразитофауны беспозвоночных является важной задачей паразитологии. Всестороннее исследование не только взрослых, но и личиночных стадий паразитов может подсказать действенные меры борьбы с последними.

Мониторинг паразитологической ситуации на литорали северных морей представляет большой интерес и актуальность как с научной, так и с практической точки зрения. Паразитологический контроль позволяет уже на ранних этапах выявить негативные последствия антропогенного воздействия на прибрежные экосистемы, а также определить районы, наилучшим образом соответствующие требованиям для размещения объектов марикультуры.

Данное исследование ставило целью изучение состава паразитофауны у представителей семейства Gammaridae Мурманского побережья.

Исследования проводились в двух районах Мурманска – губа Ярнышная и район поселка Абрам-мыс.

В качестве объектов исследования были выбраны ракообразные семейства Gammaridae – *Gammarus oceanicus*, которые входят в число ценных кормовых объектов многих видов рыб и птиц. *G. oceanicus* – это бореальный, широко распространенный атлантический вид. Это типичные обитатели литорали, они переживают осушенный период под водорослями,

камнями, в лужах, заполненных детритом. Является наиболее массовый и широко распространенным на Мурмане видом амфипод.

Материал для настоящего исследования был собран в различных районах Мурмана. На литорали Кольского залива (южное колено, район поселка Абрам-мыс) отбор проб производился в период с октября 2006 года по сентябрь 2007 года. В июне и июле 2007 года забор проб производился в губе Ярнышной. Сбор проб проводился вручную со среднего горизонта литорали. Пробы фиксировались 4-% раствором формалина и затем обрабатывались в лабораторных условиях на базе Мурманского морского биологического института КНЦ РАН.

Видовая идентификация ракообразных семейства Gammaridae производилась с использованием определителя Цветковой Н.Л. «Прибрежные гаммариды северных и дальневосточных морей СССР и сопредельных вод» (1975).

Наряду с этим был установлен видовой состав паразитов. Видовое определение паразитов производили под биноклем МБС 10 (x10), а их идентификацию с помощью сводок Успенской А.В. «Паразитофауна бентических ракообразных Баренцева моря» (1963) и Вальтер Е.Д., Валовая М.А. «Экспериментальное подтверждение участия ракообразных в жизненном цикле нематоды *Ascarophis* sp. (arctica ?)» (1990).

Также были определены количественные показатели заражения животных – экстенсивность инвазии (ЭИ), интенсивность инвазии (ИИ) и индекс обилия (ИО).

В целом гельминтофауна ракообразных семейства Gammaridae насчитывает 7 видов паразитов: метацеркарии трематод *Podocotyle atomon*, цистицеркоиды цестод *Microsomacanthus* sp. и *Diplocotyle* sp., нематоды *Spirurida* sp. и *Ascarophis* sp., а также личинки скребней *Polymorphus phippii* и *Echinorhynchus gadi*.

Таблица 1.

Состав гельминтофауны ракообразных *Gammarus oceanicus* в различных районах побережья Мурмана

Вид паразита	Пос. Абрам-мыс		Губа Ярнышная	
	ЭИ, %	ИО, экз.	ЭИ, %	ИО, экз.
<i>Podocotyle atomon</i>	73 <sub>0,750</sub> 0,712	0,75	27 <sub>0,311</sub> 0,231	0,27
<i>Microsomacanthus</i> sp.	1,2 <sub>0,018</sub> 0,008	0,016	0,5 <sub>0,018</sub> 0,001	0,006
<i>Diplocotyle</i> sp.,	–	–	0,8 <sub>0,030</sub> 0,001	0,008
<i>Spirurida</i> sp.	14 <sub>0,155</sub> 0,125	0,103	0,8 <sub>0,021</sub> 0,002	0,008

<i>Ascarophis sp.</i>	–	–	0,2 <sub>0,011</sub> 0,000	0,002
<i>Polymorphus phippii</i>	–	–	0,8 <sub>0,021</sub> 0,002	0,012
<i>Echinorhynchus gadi</i>	–	–	1,2 <sub>0,027</sub> 0,005	0,006

Из результатов исследования видно, что наибольшее видовое разнообразие гельминтофауны характерно для *Gammarus oceanicus*, обитавших на литорали губы Ярнышной.

Губа Ярнышная, расположенная в окрестностях поселка Дальние Зеленцы, представляет собой залив фьордового типа. Благодаря отсутствию островов и подводных барьеров у входа, между губой и морем существует непосредственная и широкая связь, но южная мелководная часть губы защищена от непосредственного волнового воздействия. Зона литорали в кутовой части губы Ярнышной практически не подвергается воздействию штормовых и прибойных волн, а в летний период хорошо прогревается. Берега в куту пологие, грунты в основном мягкие. В теплое время года здесь в большом количестве держатся различные виды птиц, которые кормятся литоральными беспозвоночными на обнажающихся во время отлива пляжах.

Наличие богатого видового разнообразия гельминтофауны гаммарид в этом районе может быть обусловлено несколькими причинами. С одной стороны, наличие в губе спокойного гидродинамического режима и разнообразия экологических условий создает благоприятные условия для циркуляции паразитов с различными требованиями к абиотическим факторам. С другой стороны, в таком районе контакты между промежуточными и окончательными хозяевами паразитов осуществляется намного интенсивнее благодаря осушению в период отлива широкой полосы литорали. Кроме того, в губах, как правило, наряду со взрослыми особями держатся слетки и выводки многих морских птиц, что способствует более широкому рассеиванию инвазионного начала (яиц паразитов) и успешной реализации их жизненных циклов.

Кроме того губа Ярнышная отдалена от промышленных центров и практически не подвержена негативному антропогенному воздействию, что делает данный район наиболее привлекательным для окончательных хозяев различных видов гельминтов.

Литораль вблизи поселка Абрам-мыс располагается в южном колене на западном берегу Кольского залива. Ширина приливно-отливной зоны на мысе небольшая, около 100 м. Литораль илисто-песчаная, открытого типа, не защищена от прибоя. Валунов мало. Пояс макрофитов развит незначительно. Во время отлива обнажаются ламинарии и зеленые водоросли.

Исследованный район вблизи пос. Абрам-мыс характеризуется химическим загрязнением литоральной экосистемы коммунально-бытовыми и промышленными сточными водами. Также здесь к числу массовых загрязнителей относится нефть и нефтепродукты.

Возможно одной из причин меньшего разнообразия гельминтофауны в районе пос. Абрам-мыс является антропогенный фактор.

Однако следует отметить высокую зараженность ракообразных *Gammarus oceanicus* метацеркариями *Podocotyle atomon* в районе поселка Абрам-мыс, где значения ЭИ достоверно превышают эти показатели в другом районе. Возможно, большие значения экстенсивности инвазии трематодами бокоплавов на этом участке связаны с сочетанием сразу нескольких факторов, среди которых можно отметить не только достаточно стабильную гидродинамику и соленость, но и наличие как промежуточных, так и окончательных хозяев паразитов, а также их присутствие в районе проведения исследований в течение круглого года.

Т.о. установлено, что наибольшее видовое богатство гельминтофауны ракообразных семейства Gammaridae характерно для губы Ярнышной. Наибольшее видовое разнообразие и наивысшие значения количественных показателей заражения характерны для участков с наиболее благоприятными условиями как для самих паразитов, и так и для их окончательных хозяев.

Литература:

1. Бек Т.А. Биология литоральных гаммарусов *G. oceanicus*, *G. duebeni* и *Marinogammarus obtusatus*. Автореф. канд. дис., М.: Изд-во МГУ, 1977, 20 с.
2. Куклин, В. В. Результаты комплексного круглогодичного паразитологического мониторинга прибрежной зоны Кольского залива / В. В. Куклин, М. М. Куклина, Н. Е. Кисова, М. А. Маслич // Океанология. – 2009. – Вып. 6. – С. 828 – 831.
3. Лакин, Г. Ф. Биометрия [Текст]: учеб. пособие для биол. спец. Вузов / Г. Ф. Лакин – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1990. – 352 с.
4. Луппова, Е. Н. Особенности экологии литоральных бокоплавов *Lagunogammarus oceanicus* (Segeerstale, 1974) и *Gammarus duebeni duebeni* (Lilljeborg, 1851) в Баренцевом море / Е. Н. Луппова // Фауна беспозвоночных Карцева, Баренцева и Белого морей. – Апатиты, 2003. С. 240 – 325.
5. Марасаева, Е. Ф. Экологический анализ паразитофауны бокоплава *Gammarus oceanicus* на литорали Восточного Мурмана / Е. Ф. Марасаева. – В кн.: Морфология и экология паразитов морских животных. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1990, С. 76 – 83.
6. Успенская А. В. Паразитофауна бентических ракообразных Баренцева моря / А. В. Успенская // М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1963, 128 с.



## РЕПРОДУКТИВНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ *FUCUS VESICULOSUS* (L) КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ.

Малавенда С. С. (г. Мурманск, МГТУ, Кафедра биологии)

В настоящее время различным аспектам морфологии физиологии фукусовых водорослей посвящено большое число работ. Особое внимание уделяется изучению популяционных характеристик фукоидов обитающих в районах подверженных антропогенному загрязнению. Одним из возможных параметров может являться репродуктивная структура популяции фукусовых.

Наиболее полные исследования в этой области проводились в 60-е и 90-е годы двадцатого столетия [1,2,3]. В районах подверженных антропогенному воздействию подобные исследования не проводились. В связи с этим целью настоящего исследования является оценка изменения репродуктивных параметров поселений *Fucus vesiculosus* в различные гидрологические сезоны в среднем и южном коленах Кольского залива Баренцева моря.

### Материалы и методы

Материалом для исследования послужили пробы водорослей *Fucus vesiculosus* отобранные в различных участках Кольского залива в направлении от кута к устью залива (мыс Притыка, мыс Абрам-Мыс, мыс Мишуков, бухта Белокаменная) в весенний и летний гидрологический период в 2010 году. При камеральной обработке проб оценивали возрастную структуру, число фертильных растений в возрастной группе, количество рецептакулов и апексов у каждой особи, рассчитывали индекс фертильности (F). В летний период определяли соотношение полов при помощи световой микроскопии рецептакулов.

### Результаты и обсуждение

Индекс фертильности *F. vesiculosus* во всех поселениях Кольского залива он колеблется от 50 до 80%. При этом достоверных различий между весенними и летними данными выявлено не было (рис. 1). Полученные результаты показывают, что рецептакулы у фукуса пузырчатого обитающего на литорали Кольского залива появляются примерно в одни и те же сроки не зависимо от условий произрастания. Кроме того их количество сохраняется вплоть до периода созревания.

Доля фертильных растений в поселениях Кольского залива возрастает от кута к устью при этом, в бухте Белокаменная она достигает максимальных значений 50% (рис. 2.), что не согласуется с литературными данными. По данным Е.В. Шошиной и др., [3] для данного вида в губах и заливах восточного Мурмана этот показатель варьирует в пределах 22 - 29%. По-видимому, определяющим фактором является интенсивность движения воды (ИДВ), значения которого в заливе не превышает  $10 \cdot 10^{-3}$ , мгCaSO<sub>4</sub>/г\*ч, что уменьшает обрывы апикальных элементов и рецептакул,

при этом минимальные значения ИДВ ( $3 \cdot 10^{-3}$ , мгCaSO<sub>4</sub>/г\*ч) отмечены в бухте Белокаменная [4].

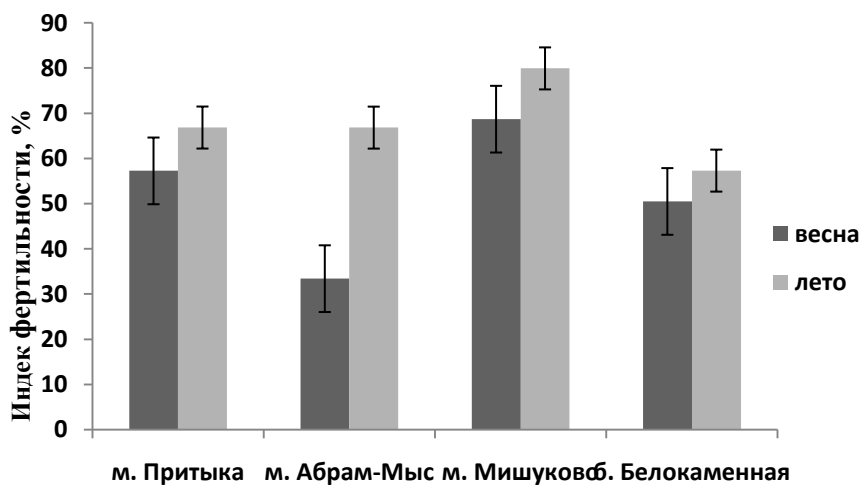


Рис. 1. Изменение индекса фертильности *Fucus vesiculosus* в различных участках Кольского залива.

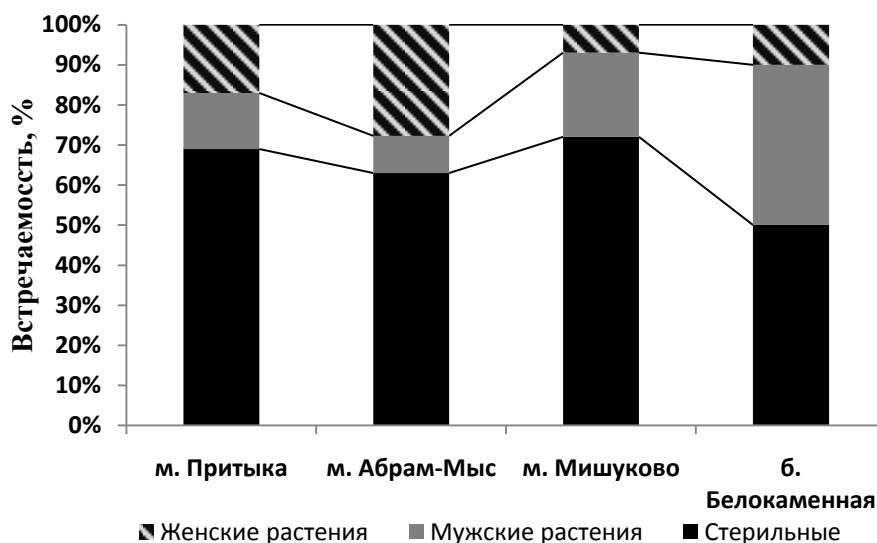


Рис. 2. Половая структура *Fucus vesiculosus* в различных участках Кольского залива.

При исследовании половой структуры выявлено, что в южном колене залива преобладают женские растения, в среднем – мужские, при увеличении общей доли фертильных растений (рис. 2.).

Ранее было показано, что для *F. vesiculosus* доминирование мужских особей над женскими является характерным при условиях, близких к оптимальным [2]. Таким образом, в бухте Белокаменка наиболее оптимальные условия для размножения *F. vesiculosus*.

В южном колене залива соотношение полов *F. vesiculosus*. либо близко 1:1 (мыс Притыка) либо 3:1 (мыс Абрам-Мыс) в пользу женских растений. Подобные соотношения полов отмечаются в участках с высоким распереснением [5].

На литорали в районе Абрам-Мыса, солёность поверхностных вод залива может снижаться до 10 промилле, а на м. Притыка - до 2 промилле, таким образом, очевидно, что в куту залива условия должны быть менее благоприятны для формирования «нормального» соотношения полов в поселении водорослей. Однако встречаемость мужских растений на литорали Абрам-Мыса 3 ниже, чем женских. Что вероятно обусловлено эвтрофикацией, поскольку в данном районе залива расположен коллектор по сбросу сточных вод.

### **Выводы**

1. Рецептакулы у *F. vesiculosus* обитающего на литорали южного и среднего колен Кольского залива появляются в одни и те же сроки не зависимо от условий произрастания.
2. Доля фертильных растений *F. vesiculosus* на литорали Кольского залива в 2 раза выше, чем в губах и заливах восточного Мурмана.
3. В результате действия пониженной солености и эвтрофикации в южном колене залива в соотношении полов растений *F. vesiculosus* наблюдается смещение в пользу женских особей.

### **Литература**

1. Кузнецов В. В. Белое море и биологические особенности его флоры и фауны. - М.-Л.: Изд. АН СССР, 1960. - 320 с.
2. Аверинцева С. Г., Шошина Е. В. Флора губы Ярнышной Мурманского побережья Баренцева моря. - Препринт. - Мурманск: ММБИ КНЦ АН СССР, 1990. - 14 с.
3. Шошина Е. В., Воскобойников Г. М., Макаров В. Н. Оценка состояния пояса макрофитов Губы Териберская Баренцева моря (Материалы и ОВОС обустройства и эксплуатации Штокманского газоконденсатного месторождения): Препр. – Апатиты, 1994. – 28 с.
4. Малавенда С. С. Морфофизиологические особенности бурой водоросли *Fucus distichus* L. в экосистемах Баренцева моря : дис. – М., МГУ, 2009. - 152 с.
5. Малавенда С. В. Влияние солёности на фукусовые водоросли Баренцева моря : дис. – Мурманск, ММБИ КНЦ РАН, 2007.

## РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ ПОСЕЛЕНИЙ И РОСТ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *MYTILUS EDULIS* L. В КОЛЬСКОМ ЗАЛИВЕ

Кравец П. П., Машнин А. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биологии)

*The data on size-age and abundance structure of Mytilus edulis L. settlements in Kola bay are given. Obtained values increases toward to the mouth of the bay. A Bertalanffy model of average shell growth was constructed for every investigated area. The highest growth rate observed in the lower part of the littoral zone.*

**Введение.** Самыми распространёнными животными на литорали Кольского залива являются двустворчатые моллюски. Хотя по числу видов они занимают довольно скромное место, по биомассе они составляют около 40% в сублиторали и приблизительно вдвое больше на литорали, достигая иногда 90% и даже более [1]. Способность мидий накапливать в тканях радионуклиды и тяжелые металлы позволяет использовать их в качестве биоиндикаторов морских вод [2].

Кольский залив — узкий залив Баренцева моря на Мурманском берегу Кольского полуострова. Воды Кольского залива подвергаются значительной антропогенной нагрузке. Главными источниками загрязнения являются коммунальное хозяйство, рыбный и торговый порты, военно-морские базы, в связи, с чем южное колено характеризуется наибольшей степенью загрязнения, по сравнению с остальными участками [3].

Одними из важнейших показателей состояния поселений мидий являются ее размерно-весовая структура. Она отражают степень пополнения поселений молодью, скорость роста моллюсков в данных экологических условиях.

**Цель:** описание распределения и структуры поселений мидий на литорали Кольского залива.

### **Задачи:**

1. Изучить показатели обилия и размерно-весовую структуру поселений мидий в исследуемых районах.
2. Сравнить скорость роста мидий на литорали Кольского залива.

**Материалы и методы.** Отбор проб проводился в летний период 2012 г. (рис. 1). Пробы были отобраны в трёх районах: Абрам-мыс (южное колено), бухта Белокаменка (среднее колено) и губа Пала (северное колено).



Рис. 1. Карта-схема отбора проб.

Материал для исследования отбирался с помощью учётной рамки площадью 10x10 см. Отбор проб проводился в трёх повторностях с верхнего, среднего и нижнего горизонтов. Поверхность раковин очищалась от эпибионтов. Штангенциркулем измерялась длина(L), высота(H) и толщина раковины(B). С помощью весов определялся вес целого моллюска с точностью до сотых. Далее с помощью скальпеля разрезался мускул-замыкатель, после чего мягкие ткани животного отделялись от раковины (моллюски длиной менее 1см не вскрывались). Из открытой раковины извлекали тело моллюска. При описании структуры поселений мидий было исследовано более 2000 моллюсков. Для всех исследованных поселений мидий 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;  $L_{\infty}$  - средняя предельная длины моллюска исследуемой популяции,  $k$  - константа, характеризующая скорость изменения длины и  $t_0$  - константа, указывающая момент времени, в который длина моллюска в принятой модели роста была равна нулю [4].

Для статистической обработки данных был использован программный пакет GraphPad Prism 5.

**Результаты и обсуждение.** По результатам исследования выяснили, что мидии не заселяют верхний горизонт литорали. Такие показатели как длина раковины, масса целого моллюска, а также масса створок и мягких тканей и пр. увеличиваются в направлении от южного колена к северному. Наиболее крупные особи были обнаружены на нижнем горизонте литорали (табл.). В нижнем горизонте имеет место повышенный водообмен, который обеспечивает моллюсков пищей и способствует процессам самоочищения.

Таблица.

Размерно-весовые характеристики *Mytilus edulis* L. в исследуемых районах.

Район отбора проб	Горизонт	Длина, см	М мол., г	М тела, г	М ств., г
Абрам-мыс	Средний	2,3±0,2	1,22±0,41	0,57±0,17	0,32±0,1
	Нижний	2,5±0,1	1,46±0,12	0,63±0,06	0,39±0,03
Бухта Белокаменка	Средний	2,3±0,6	1,68±0,41	0,90±0,25	0,70±0,16
	Нижний	3,6±0,2	2,34±0,41	0,95±0,12	0,76±0,14
губа Пала	Средний	3,8±0,6	8,4±2,79	2,5±0,59	4,9±1,36
	Нижний	4,1±0,5	9,7±2,56	2,40±0,54	4,7±1,21

Примечание: «±» - доверительный интервал.

Плотность моллюсков в литоральных поселениях варьирует от 2133 экз./м<sup>2</sup> до 6325 экз./м<sup>2</sup> с юга на север Кольского залива (рис. 2). Высокая плотность мидий на территории залива связана с каменистым типом литорали, что обуславливает большую площадь поверхности для прикрепления моллюсков, а также с интенсивным водообменом. Биомасса мидий также увеличивается к северному колену и варьирует от 3,9 кг/м<sup>2</sup> до 21,5 кг/м<sup>2</sup>. От устья к куту залива снижается солёность, интенсивность движения воды и увеличивается антропогенная нагрузка со стороны населенных пунктов, расположенных на побережье [3].

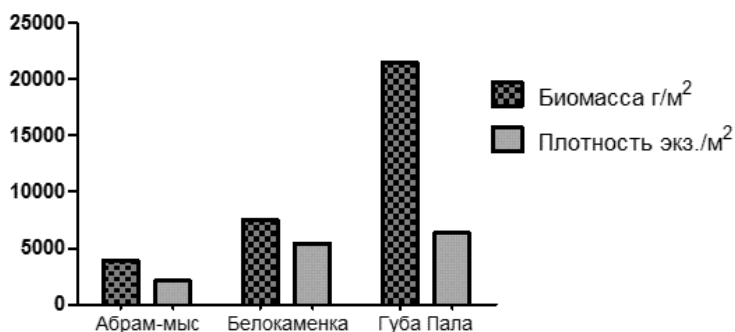


Рис. 2. Показатели обилия поселений *Mytilus edulis* L. в исследуемых районах.

Средний возраст *Mytilus edulis* L. (определяемый как средневзвешенное численности каждого возрастного класса в поселении) изменяется в пределах от 1,7 (Абрам-мыс) до 3,9 (губа Пала).

Рассматривая темпы роста мидий на литорали в различных коленах Кольского залива отмечено, что максимальный темп роста характерен для моллюсков из нижнего горизонта. Распределение моллюсков по глубинам во многом определяется гидрологическими (температура, солёность) и

эдафическими факторами [5]. Отмечено, что значение коэффициента  $L_{\max}$  (средняя предельная длины моллюска исследуемой популяции) выше на нижнем горизонте в сравнении со средним во всех исследованных районах (рис. 3).

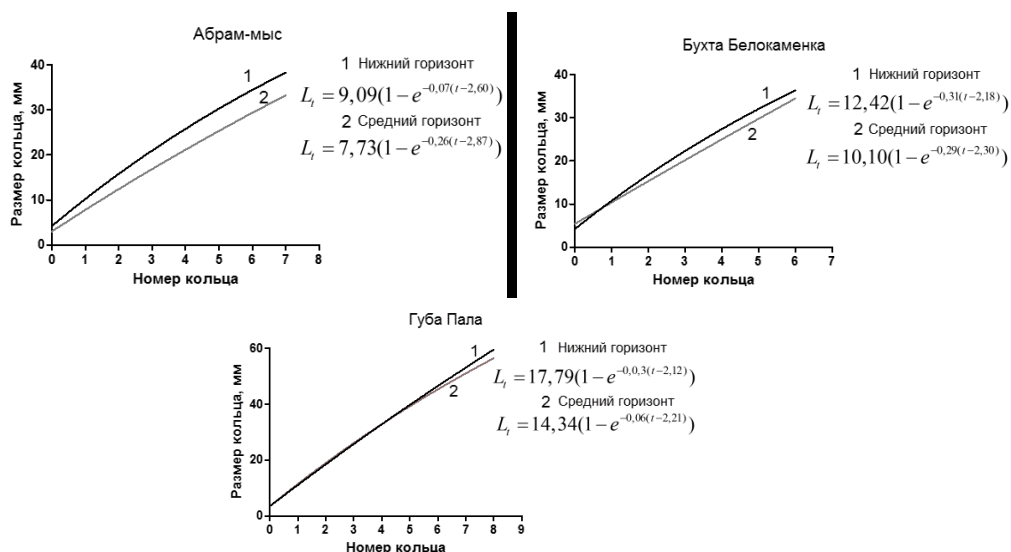


Рис. 3. Линейный рост мидий на литорали Абрам-мыса.

Такая закономерность отмечается и многими авторами для мидий естественных поселений [6].

#### Выводы:

1. Мидии *Mytilus edulis* L. не заселяют верхние горизонты литорали во всех исследованных районах.
2. Показатели обилия поселений и размерно-весовые параметры мидий возрастает в направлении от кута к устью.
3. Максимальные темпы роста характерны для мидий из северного колена Кольского залива.

#### Литература:

1. Наумов А.Д. Вечно живое Белое море. – СПб, 1993. - 336с.
2. Фокина Н.Н. Липидный состав мидий *Mytilus edulis* L. Белого моря. Влияние некоторых факторов среды обитания. – Петрозаводск, Карельский научный центр РАН, 2010. - 243 с.
3. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты/ Коллектив авторов. - Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. - 265с.
4. Мельникова Е.Б. Определение коэффициентов уравнения роста Бергаланфи при отсутствии регулярных измерений / Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера. Материалы XXVIII Международной конференции 5–8 октября 2009 г. - Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. - С. 353-356.

5. Современный бентос Баренцева и Карского морей Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2000. - 486с.

6. Савилов А. И. Рост и его изменчивость у беспозвоночных Белого моря *Mytilus edulis*, *Mya arenaria*, *Balanus balanoides*. Тр. Ин-та океанологии АН СССР. - 1953. - Т. 7. – С. 198-259.



## ВСПЫШКА ЦВЕТЕНИЯ КОККОЛИТОФОРИД В ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Павлова М. А. (г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН)

The main part of the information on coccolithophore blooms is obtained by satellite sounding and is rarely proved by in situ measurements. In this article the first result of *Coccolithus sp.* number distribution studies in the coastal Barents sea are examined. Maximum coccolithophore number ( $10^6$  cells/l) was found in 5-10 meters water layer. The difference in the community distribution in the water column was caused by the population development level and the nature of water exchange with the open part of the coastal area.

Кокколитофориды (*Haptophyceae*, Hibberd, 1976) – широко распространенные одиночные жгутиковые размером от 5 до 30 мкм, образующие на поверхности клеток известковые пластинки – кокколиты. Микроводоросли этой группы играют важную роль в биогеохимических процессах океана и принимают участие в регуляции уровня содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере (Paasche, 2001; Riebbessel, 2004; Engel et al., 2005).

При их активной вегетации морская вода приобретает устойчивую бирюзово-молочную окраску. Этот оптический эффект создается рассеиванием солнечного света от множества отслоившихся кокколит. Начиная с 1998 г. характерные цветные пятна регулярно регистрируются спутниковым сканером цвета SeaWiFS в открытой части Баренцева моря. В его прибрежных районах эти явления наблюдаются с 1952 года во фьордах Скандинавии (Birkenes и Braarud 1952; Berge 1962). В водах омывающих Кольский полуостров массовое развитие кокколитофорид зафиксировано из космоса в 2000, 2001, 2009, 2011 и 2012 годах (<http://www.noc.soton.ac.uk>). Натурными исследованиями эти данные не подкреплялись.

В нашей работе впервые проведены подспутниковые измерения численности *Coccolithus spp.* в прибрежных участках Восточного Мурмана. Исследовано их пространственное распределение, изучены абиотические и биотические факторы среды.

Гидробиологические наблюдения проведены с 17 по 30 августа 2012 г. в ходе двух береговых экспедиций ММБИ КНЦ РАН на 18 станциях. Пробы воды (всего 97) в губах Дальнезеленецкая и Ярнышная отбирались с борта моторной лодки «Зодиак» и катера Р3130МН, в губе Долгая и северной части Кольского залива – с борта судна РМН-1068 «Викинг-2». Подсчет клеток микроводорослей проводили в камере Нажотта (Методические рекомендации..., 1989); концентрацию растворенного кислорода определяли методом Винклера (Руководство по химическому..., 1993); величину первичной продукции измеряли кислородным методом

(Методические рекомендации..., 1989); содержание хлорофилла a устанавливали спектрофотометрически (Вода..., 1990). При отборе проб измеряли прозрачность, температуру и соленость воды.

По данным наблюдений во второй и третьей декаде августа молочно-бирюзовый цвет морской воды был характерен как для открытой части побережья, так и для акваторий губ и западного участка Кольского залива. Величина солености на станциях изменялась от 30.33 до 34.82 ‰, средняя температура воды достигала 8.66 °С.

Уровень первичной продукции, измеренный в губе Дальнезеленецкой 21-24 августа, в среднем составил 344.5 мг С/м<sup>3</sup>\*сут. (-5-630 мг С/м<sup>3</sup>\*сут). Концентрация хлорофилла a варьировала: в поверхностном слое от 0.16 до 1.19, в придонном – от 0.53 до 1.28 мг/м<sup>3</sup>.

В наших исследованиях клетки кокколитофорид обнаружены на всех станциях – от Кольского залива до губы Дальнезеленецкой. Их численность изменялась от нуля до сотен тысяч и миллионов в 1 литре. В верхней части фотического слоя (0-20 и 0-25 м) количество кокколитофорид в среднем составило 3.2 млн/л. При этом их максимальные концентрации на 72 % станций были приурочены к горизонтам 5 и 10 м.

В водной толще губы Ярнышная клетки *Coccolithus spp.* отмечены на всех исследуемых горизонтах, где их численность варьировала от 0.75 до 5.5\*10<sup>6</sup> в литре. На станциях губы Долгой с глубинами 40-50 и более метров этот показатель снижался ко дну до нулевых значений. В придонном слое мелководных станций (губа Дальнезеленецкая и кут губы Ярнышная) он изменялся от 0.3 до 6.3\*10<sup>6</sup> млн. кл/л.

Для вод северной части Кольского залива выявлено уменьшение значений численности кокколитофорид в направлении с запада на восток (в среднем в 2.1 раза). Их обилие в слое 0-10 м на ст. 16 явилось минимальным для всех исследованных нами акваторий. При этом в поверхностном слое (ст. 16 – 18) наряду с кокколитофоридами обнаружены значительные концентрации микроводоросли *p. Skeletonema* – характерной для вод залива в летний период.

Выявленные различия в распределении сообщества *Coccolithus spp.* в водной толще определялись, по-видимому, как уровнем развития его популяций, так и характером водообмена исследуемых акваторий с открытой частью побережья.

В настоящее время нерешенными остаются вопросы причинно-следственных связей, вызывающих активную вегетацию кокколитофорид в водах Мурмана. По результатам анализа спутниковых снимков 2009-2012 годов мы можем предположить, что клетки данного вида микроводорослей были занесены в акватории губ Мурманским прибрежным течением, а их успешной адаптации и дальнейшему развитию способствовали

благоприятные условия среды, вероятно связанные с климатическими изменениями в конце XX – начале XXI в.

### Литература

1. ГОСТ 17.1.4.02-90. ВОДА. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла *a* // Государственный контроль качества воды. М.: ИПК Изд-во стандартов. 2001. С. 551-563.
2. 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, 1988. 30 с.
3. Руководство по химическому анализу морских вод (РД 52.10.243-92). СПб., Гидрометеиздат, 264 с., 1993 .
4. Berge G. Discolouration of the sea due to *Coccolithus huxleyi* "bloom" // Sarsia – 1962. – 6 – P. 27–40.
5. Birkenes E, Braarud T. Phytoplankton in the Oslo Fjord during a '*Coccolithus huxleyi*-summer' // Avh Nor Viden Akad Oslo - 1952. – 2 – P. 1–23.
6. Engel A., Zondervan K., Aerts L. et al. Testing the direct effect of CO<sub>2</sub> concentration on a bloom of the coccolithophorid *Emiliana huxleyi* in mesocosm experiments // Limnol. Oceanogr. – 2005. – 50. – P. 493–507.
7. Hibberd, D.J. Observations on the ultrastructure of three new species of *Cyathobodo* Petersen et Hansen (*C. salpinx*, *C. intricatus* and *C. simplex*) and on the external morphology of *Pseudodendromonas vlkii* Bourrelly // Protistologica – 1976. – 12. – P.2.
8. Paasche E. A review of the coccolithophorid *Emiliana huxleyi* (*Prymnesiophyceae*), with particular reference to growth, coccolith formation, and calcification-photosynthesis interactions // Phycologia. – 2001. – 40. – P. 503–529.
9. Riebesell U. Effects of CO<sub>2</sub> enrichment on marine phytoplankton // J. Oceanogr. – 2004. – 60. – P. 719–729.

## **ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РДЕСТОВ В ВОДОЁМАХ Г. МУРМАНСКА**

**Приймак Е.В., Приймак П.Г.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биологии)

In this work, we consider the germination of seeds *Potamogeton alpinus* Balb. and *P. berchtoldii* Fieb. Seeds collected in the reservoirs of the city of Murmansk. As the research showed the germination of seeds *potamogeton* is small and varies from species to species. The stratification of seeds significantly increases the indicator of germination.

Водные травы играют важную роль в экосистемах водоемов, создавая среду обитания, нереста и обеспечивая питание водных животных и птиц. Благодаря большой консервативности водной среды водные растения имеют довольно большой ареал обитания. На Кольском полуострове водная растительность из-за короткого вегетационного периода и дистрофии водоемов развита скудно [1]. Одними из представителей водной флоры местных водоёмов являются виды семейства *Potamogetonaceae*, немногочисленных здесь в видовом отношении. Исследуя растительность водоемов в районе г. Мурманска, было отмечено размножение рдестов вегетативным способом: частями корневищ, зимующими почками, однако регулярного семенного возобновления не обнаружено.

В связи с этим цель исследования: определить всхожесть семян наиболее распространенных видов рдестов из водоемов в районе г. Мурманска. Объектом исследования явились *Potamogeton alpinus* Balb. и *P. berchtoldii* Fieb. (*P. pusillus* sensu Juz.) [2] регулярно плодоносящих на широте г. Мурманска.

Семенной материал собирался и проверялся на всхожесть в течение ряда лет (2007, 2008 и 2012). Сбор семян проводился в конце августа. Всхожесть семян рдестов определялась в лабораторных условиях в чашках Петри в двух вариантах: после 2-х месячной стратификации и без стратификации.

Результаты исследований.

Проверка всхожести семян рдестов в лабораторных условиях показала, что всхожесть семян рдестов альпийского в о. Малое Питьево в 2007 составила 15,3%, в 2012 - 19,8%, в о. Семеновское в 2008 г - 22%. При этом не стратифицированные семена всхожести не показали на протяжении 5 месяцев наблюдений.

Всхожесть семян рдеста Берхтольда собранного в 2007 на о. Малое Питьево составила после стратификации 35% и без стратификации 5 % на 3 месяц проращивания.

Если принять во внимание, что полевая всхожесть большинства культурных видов растений всегда значительно ниже лабораторной в связи

с различными климатическими факторами и агротехникой, то семенное размножение рдестов на крайнем севере, осложненное коротким вегетационным периодом по сравнению длинной вегетационного периода в более южных широтах, крайне низко и осуществляется преимущественно вегетативным способом.

По нашим наблюдениям на о. Малое Питьевое начало цветения рдеста альпийского наступает 7.08.2012 и только на хорошо освещённых и соответственно прогреваемых участках начало цветения рдеста Берхтольда, 04.09.2012 рассеивание плодов р. альпийского и к 21.09.2012 наступает отмирание надземных органов.

На о. Семеновское 30.07.2008 начало цветения рдеста альпийского, 30.08.08 рассеивание плодов и 05.09.08 отмирание надземных органов. Более ранние сроки наступления фенологических фаз на о.Семеновское по сравнению с о. М. Питьевое связано с тем, что первое расположено открыто на возвышенности и соответственно прогревается быстрее.

В целом цветение и плодоношение рдестов на Кольском полуострове происходит в сжатые сроки с июля по август [3], а к началу- концу сентября полностью отмирают надземные части. Для сравнения цветение этих видов в московской области происходит в июне-июле [4] и заканчивают вегетацию к октябрю. В начале октября температура в водоемах мурманской области опускается до 4-9 °С, что соответствует зимнему периоду в жизни водных растений [5].



А) семена *P. alpinus* Valb. на стратификации

Б) проростки *P. alpinus* Valb.

Рис. 1. *Potamogeton berchtoldii* Fieb.

Таким образом, всхожесть семян рдестов невелика и колеблется от вида к виду. При этом стратификация семян существенно повышает величину всхожести.

### Литература:

1. Краснова А. Н. Территориальная дифференциация гидрофильного компонента растительного покрова Восточной Европы. – С. 211 - 228. // Гидрофильный компонент в сравнительной флористике. Рыбинск: Изд-во ОАО «Рыбинский дом печати», 2004. -256 с.
2. Лисицына Л. И., Папченков В. Г. Флора водоемов России: Определитель сосудистых растений. - М.; Наука, 2000. -237 с.

3. Флора Мурманской области Вып. 1.
4. Определитель растений Московской области / Ворошилов В. Н., Скворцов А. К., Тихомиров В. Н. – М.: Изд-во «Наука» , 1966. -268с.
5. Садчиков А. П., Кудряшов М. А. Экология прибрежно-водной растительности (учебное пособие для студентов вузов). -М.: Изд-во НИА - Природа, РЭФИА,2004.-220с.

## ФИТОРЕКУЛЬТИВАЦИОННЫЕ РУДЕРАЛЬНЫЕ РАСТЕНИЯ ПОД МОНЧЕГОРСКОМ

Приймак П.Г., Приймак Е.В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биологии)

In this paper we consider the ability of some species plants for the restoration of vegetation on the most disturbed территориях. The research *Rumex confertus*, *Urtica dioica*, *Tussilago fárfara*, *Taraxacum officinale*, *Chamaenerion angustifolium*. The most viable on the damaged territories was *Rumex confertus*.

В районе деятельности комбината ОАО «Североникель» уже давно сформировались значительные площади с различной степенью нарушений экосистем вследствие непосредственного антропогенного воздействия (вырубка лесов с площадей под хозяйственные нужды предприятия), аэротехногенного загрязнения (выбросы оксидов серы и тяжёлых металлов), последующего загрязнения почв токсикантами, изменений микроклиматических и гидрологических условий в импактной зоне. К самым незначительным нарушениям можно отнести начальные стадии дефолиации хвойных лесов. Наиболее серьёзные деформации характеризуются, фактически, полным уничтожением древесного яруса и почвенного покрова растительных сообществ и, как следствие, эрозией почв. Характер поражений экосистем меняется в зависимости от удалённости от источника выбросов и рельефа: верхняя часть склонов, обращённых к источнику загрязнения, фактически свободна от растительности [1].

В течение длительного времени сотрудниками различных организаций проводятся эксперименты по фиторекультивации нарушенных территорий [2],[3],[4]. На данный момент комбинат финансирует деятельность по частичной замене верхних слоёв грунта, с высадкой на этих участках саженцев берёзы.

Учитывая важность подобных работ, необходимо иметь в виду и общеизвестное в экологии положение о связи устойчивости экосистемы с её видовым разнообразием [5].

Исходя из данной проблематики, была поставлена цель: предварительно оценить фиторекультивационные возможности некоторых видов травянистых растений на наиболее нарушенных территориях.

Учитывая полное или частичное отсутствие растительного покрова, при выборе испытуемых видов, предпочтение отдавалось тем, которые наиболее успешно развиваются на территориях, свободных от конкурентных растений и быстро заполняют свободное пространство. Это, так называемые, *r*-стратеги, во многом представленные рудеральными («сорными») видами. Были выбраны виды: щавель конский (*Rumex confertus*), крапива двудомная (*Urtica dioica*), мать-и-мачеха (*Tussilago fárfara*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*) кипрей

узколистный или иван-чай (*Chamaenerion angustifolium*). Данные виды характеризуются высокой семенной продуктивностью и активным вегетативным размножением.

**Материалы и методы.** Для испытаний в 2011г. были собраны семена (приблизительно от 500 до 1000 шт. с нескольких образцов каждого вида) и корневища (по 30 шт) указанных видов. Материнские растения произрастают в городской черте Мурманска. Семена собирались по окончании созревания, корневища – после окончания вегетации. Всхожесть семян проверялась в лабораторных условиях на базе Ботанического сада Мурманского государственного технического университета.

Опытные площади были заложены на двух участках, соответственно в 5 и 6 км к югу от источника загрязнения, в верхней части склона северо-восточной экспозиции. Всего было заложено 20 площадок: для каждого вида, для разных способов размножения. Посев и посадка осуществлялись под зиму, в октябре 2011 г. Оценка возобновления (в процентах от исходного количества материала) проводилась в июле 2012 г. Для определения жизненности применялась трехбалльная шкала, предложенная А.Г. Вороновым [6].

**Результаты и обсуждения.** Всхожесть семян с образцов испытуемых видов в лабораторных условиях оказалась достаточно высокой – более 90% для всех видов. Результаты полевых испытаний приведены в таблице.

**Таблица. Оценка возобновления испытуемых видов на опытных площадях**

№ п/п	Вид	Семенное потомство на участках, %		Вегетативное потомство на участках, %		Жизненность на участках, баллы	
		5 км	6 км	5 км	6 км	5 км	6 км
1	<i>Rumex confertus</i>	63	59	30	40	3	3
2	<i>Urtica dioica</i>	0	3	15	15,6	3	3
3	<i>Tussilago farfara</i>	0	1	0	7	3	3
4	<i>Chamaenerion angustifolium</i>	1	1	12,3	13,2	3	3
	<i>Taraxacum officinale</i>	5	5	14,3	11	3	3

Необходимо отметить, что помимо общей низкой жизненности, которая связана с весьма малой площадью листьев, длиной побегов выживших растений вегетативного происхождения, было обнаружено, что корневая шейка большинства растений находится над поверхностью



грунта. Это может свидетельствовать о высокой степени подвижности эродированных грунтов либо о явлении, известном как «выпирание» растений, происходящем вследствие промерзания переувлажнённой почвы.

Семенное возобновление можно назвать относительно успешным лишь у конского щавеля. Размеры проростков во всех случаях, однако, не превышали 5 см. Листья проростков имели красную окраску.

Подводя промежуточный итог, можно констатировать, что через год после посадки/посева наиболее жизнеспособным оказался конский щавель *Rumex confertus*, однако окончательную его оценку, как потенциального вида для фиторекультивации данных территорий можно будет дать лишь в начале вегетационного периода 2013 года.

### Литература

1. Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Изменения растительности в результате промышленного воздействия в районе Мончегорска по разновременным космическим снимкам / Вестник МГУ. Сер. 5. 1997, N 3, С. 50-57.

2. Lukina Natalya V., Nikonov Vyacheslav V, Ganicheva Svetlana N., Belova Elena A.. Approaches to rehabilitation of lands subjected to air pollution in the Kola Peninsula // Environmental pollution on the Arctic. The Second AMAP International Symposium. AMAP Report 2002:2. P-X06.

3. Цветков В. Ф., Черкизов Е. А. Использование интродуцентов при рекультивации земель, нарушенных воздействием промвыбросов на Кольском полуострове // Вопросы интродукции хозяйственно-ценных древесных пород на Европейском Севере. — Архангельск : Изд-во АИЛиЛХ, 1989. С. 144–148.

4. Никонов В. В., Лукина Н. В., Исаева Л. Г., Горбачева Т. Т., Белова Е. А. Восстановление территорий, нарушенных воздушным загрязнением медно-никелевого производства на Кольском полуострове // Инновационный потенциал Кольской науки. — Апатиты : Изд-во Кольского научного центра РАН, 2005. С. 288–293.

5. Одум Ю. Основы экологии. — М.: Мир, 1975. — 740 с.

6. Воронов, А. Г. Геоботаника / А. Г. Воронов. - М. : Высш. шк., 1973. - 348 с.

## СОСТОЯНИЕ ПРИБРЕЖНЫХ СООБЩЕСТВ ФИТОПЛАНКТОНА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Тюкина О. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биологии)

Abstract. The microalgae taxonomic composition, spatial and vertical distribution of abundance and biomass of the microphytoplankton are described, as well as ecological and phytogeographical characteristics are given to the phytoplankton communities along coastal West and East Murman and the middle and the northern tribes of the Kola Bay in the Barents Sea in autumn 2009.

### Введение

Центральная часть прибрежных пелагических экосистем арктических морей - фитопланктонные сообщества. На них выстраивается вся иерархия высших уровней трофических цепей. Прибрежные экосистемы - основные экологические посредники в системе глобального взаимодействия суши и открытых участков акватории Мирового океана [2].

Цель работы - изучение организации микрофитопланктонных сообществ Мурманского побережья Баренцева моря в осенний период.

### Материал и методы

Материал для исследований собирали в октябре 2009 года в прибрежных районах Баренцева моря. Пробы отбирали из верхнего, 10-метрового и придонного 20-метрового слоев водной толщи в бухте Лиинахамари и губе Ура (Западный Мурман), бухте Белокаменка, у мыса Ретинский (среднее и северное колена Кольского залива) и в губе Лодейная (губа Териберская – Восточный Мурман) в полную воду. Для концентрации проб использовали стандартный метод седиментации и метод «обратной» фильтрации [4]. За основу вычисления биомассы фитопланктона был взят метод аппроксимации к простым геометрическим телам [3] или использовали данные индивидуальной биомассы фитопланктонных клеток [5].

### Результаты

Фитопланктон в осенний период в пяти рассматриваемых районах Мурманского побережья был представлен в основном видами отдела Bacillariophyta, в меньшей степени - отдел Dinophyta. Также были обнаружены представители отделов Chlorophyta и Chrysophyta. Всего для района исследования было определено 34 достоверно различимых вида водорослей. Фитопланктонное сообщество было представлено видами типичного летнего комплекса (*Skeletonema costatum*, *Chaetoceros similis*, *Amphiprora hyperborea* и др.). В тоже время, в альгофлоре присутствуют немногочисленные представители зимнего комплекса (*Protoperdinium depressum*, *Dinophysis rotundata* и др.). Это свидетельствует о начальном этапе перехода фитопланктонного сообщества к зимней стадии покоя.

Обычно такие явления характерны для сентября [2]. Более долгий период вегетации и обилие неритических форм, возможно, были обусловлены жарким летом и теплой осенью в 2009 году [1], [7].

Таблица

**Таксономический состав микрофитопланктона Мурманского побережья Баренцева моря в осенний период 2009 года**

ОТДЕЛ	ВИД	б. Лиинахамари			Урагуба			Белокаменка			Ретинское			Териберка	
		0 м	10 м	20 м	0 м	10 м	20 м	0 м	10 м	20 м	0 м	10 м	20 м	0 м	10 м
Bacillariophyta	<i>Amphiprora hyperborea</i> Grun.	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Asterionella formosa</i> Hass.	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
	Centrales d=10 мк	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
	Centrales d= 20-30 мк	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+
	<i>Chaetoceros</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	<i>Chaetoceros similis</i> Cl.	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Diatoma elongatum</i> (Lyngb.) Ag.	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-
	<i>Licmophora ehrenbergii</i> (Ktz.) Grun.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Licmophora paradoxa</i> (Lyngb.) Ag.	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-
	<i>Melosira granulata</i> (Ehrenberg) Ralfs	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-
	<i>Melosira moniliformis</i> (O. Mull.) Ag.	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+
	<i>Melosira nummuloides</i> (Dillw.) Ag.	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Nitzschia longissima</i> (Breb.) Ralfs	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-

	<i>Nitzschia seriata</i> Cl.	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	<i>Odontella aurita</i> Ag.	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+
	Pennales<100 мк	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
	Pennales<50 мк	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
	<i>Pleurosigma</i> sp.	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-
	<i>Rhizosolenia hebetata</i> (Bail.) Gran.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
	<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cl.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	<i>Synedra acus</i> Kutz.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kutz.	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+
	<i>Triceratium arcticum</i> Bright.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dinophyta	<i>Amphidinium acutissimum</i> Schill.	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+
	<i>Ceratium tripos</i> (Muller) Nitzsch	-	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+
	<i>Ceratium fusus</i> (Her.) Dujardin	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+
	<i>Dinophysis acuminata</i> Clap. Et Lachm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	<i>Dinophysis rotundata</i> Clap. Et Lachm.	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
	Gymnodiniidae d=10мк	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Gymnodiniidae d=15мк	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Gymnodinium fusus</i> Schutt	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kof. Et Sw.	+	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-
	<i>Gyrodinium nasutum</i> (Wulff) Schill.	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-
	<i>Gyrodinium pingue</i> (Schutt.) Kof. Et Sw.	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
	<i>Gyrodinium prunus</i> (Wulff) Lebourd	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+
	<i>Protoperidinium depressum</i> (Bailey) Balech	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-

	<i>Protoperidinium granii</i> (Ostf.) Balech	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
Chlorophyta	<i>Dunaliella tertiolecta</i> Butcher	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerch.) Chod.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	Chlorophyta sp.	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Chrysochyta	<i>Dinobryon balticum</i> (Schutt) Lemm.	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-

Для всех рассмотренных районов наблюдалась тенденция смены доминирующих диатомовых водорослей на динофлагеллят с увеличением глубины отбора проб.

Фитопланктонные сообщества на всех станциях в исследуемый осенний период были представлены на 46,2% космополитными видами, на 42,3% - аркто-бореальными видами, и на 11,5% - бореальными видами. Такое соотношение отражает общую биогеографическую характеристику баренцевоморского фитопланктона [2]. В альгоценозах всех районов исследования на всех горизонтах водной толщи наиболее массово были представлены виды-космополиты, а доля аркто-бореальных видов увеличивалась к придонным слоям, при этом вклад последних в фитопланктонное сообщество значительно варьировал в разных районах отбора проб.

По экологической принадлежности в исследуемых фитоценозах абсолютное большинство составляли неритические (50%), пресноводные и океанические виды (по 18,75%). Также присутствовали такие экологические формы как панталассные (6,25%) и микрофитобентосные водоросли (6,25%). В целом, фитопланктонные сообщества можно охарактеризовать как смешанный неритическо-океанический комплекс видов, что характерно для прибрежных районов Мурманского Баренцева моря [2].

Наибольшую среднюю численность микрофитопланктона в поверхностном слое наблюдали в губе Ура – 19203 кл./л. В этом же районе в среднем слое была зарегистрирована наибольшая численность представителей отдела Chlorophyta – 53200 кл./л. Общая численность фитопланктона на остальных станциях варьировала от 1171 кл./л в бухте Лиинахамари до 3197 кл./л у мыса Ретинский. Наименьшие значения общей биомассы наблюдали в бухте Белокаменка - 8,8 мкг/л, в губах Лодейная и Лиинахамари – 11,0 и 11,7 мкг/л, соответственно. Наибольшие

значения биомассы зарегистрированы для фитоценозов губы Ура (22,2 мкг/л) и мыса Ретинский (36,8 мкг/л). Максимальная численность микрофитопланктона была зафиксирована в губе Ура для среднего слоя – 54335 кл./л. Но общая численность микроводорослей данного горизонта была получена за счет развития в период отбора проб представителей отдела Chlorophyta (53200 кл./л).

Достоверных различий в горизонтальном распределении численности фитопланктона во всех точках отбора проб в осенний период выявлено не было. На всех исследованных акваториях наблюдается типичная картина вертикального распределения микроводорослей для осеннего периода, заключающаяся в тенденции снижения численности с глубиной, в связи с уменьшением количества солнечной радиации [6].

### **Заключение**

Фитопланктон прибрежных районов Мурманского побережья Баренцева моря в октябре 2009 г. насчитывал 34 вида микроводорослей, относящихся к 4 отделам: Bacillariophyta, Dinophyta, Chlorophyta и Chrysophyta. Наиболее массовыми были представители видов Bacillariophyta и Dinophyta. Доля диатомовых водорослей уменьшалась с глубиной, а доля динофитовых - возрастала. Фитоценозы всех районов исследования можно охарактеризовать как смешанный неритическо-океанический аркто-бореальный комплекс с доминированием космополитных форм. В рассмотренных районах Мурманского побережья (за исключением губы Ура) наблюдалась тенденция снижения численности фитопланктона с глубиной. Аномально высокое значение численности фитопланктона в среднем горизонте губы Ура было обусловлено бурным развитием представителей отдела Chlorophyta. Достоверных различий в горизонтальном распределении численности фитопланктона от Западного к Восточному Мурману в осенний период не было выявлено. Во всех изученных районах в конце октября фитопланктонные сообщества переходили в завершающую стадию вегетации, с незначительным запозданием.

### **Литература**

1. Булыгина, О.Н., Коршунова Н.Н., Разуваев В.Н. Погода на территории Российской Федерации в 2009 году. [Электронный ресурс] [http://www.meteo.ru/climate\\_var/sp.php?id\\_article=17](http://www.meteo.ru/climate_var/sp.php?id_article=17)
2. Макаревич, П. Р. Сезонные циклические процессы в прибрежных планктонных альгоценозах северных морей / П. Р. Макаревич, Е. И. Дружкова. – М.: Наука, 2010. – 338 с.
3. 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.

4. Суханова И.Н. Концентрирование фитопланктона в пробе // Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. М.: Наука, 1983. С.97-108.

5. Biological Atlas of the Arctic Seas 2000: Plankton of the Barents and Kara Sea/ G. Matishov, P. Makarevich, S. Timofeev et al. National Oceanographic Data Center / NOAA, Silver Spring, MD, USA, 2000, 356 p. (+CD, +Internet).

6. Marine Ecology: Processes, Systems, and Impacts. Oxford University Press, 2011. 576 p.

7. State of the Climate Global Analysis October 2009 [Электронный ресурс] <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2009/10>

## СОВРЕМЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫМИ РАДИОНУКЛИДАМИ МАКРОФИТОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

*Фарион Д. А., Усягина И. С. (г. Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Лаборатория радиоэкологии и океанографии)*

The paper summarizes results of activity concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in algae samples collected from the Barents sea coast. Radioactivity levels in samples collected in 1992-1999 are higher than those in 2000-2010. Activity concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  vary from 0,2 to 1,5 Bq/kg, concentrations of  $^{90}\text{Sr}$  are over the range 0,4-1,4 Bq/kg dry weight.

Актуальность исследования загрязнения водорослей техногенными радионуклидами обусловлена потенциальной опасностью, исходящей от расположенных в прибрежье Баренцева моря объектов военного и гражданского атомных флотов [ссылка #1].

Отбор проб проводился в губах Зеленецкая, Териберская, Порчниха и Ярнышная, Оленья, Пала и Сайда, Кольском заливе, прибрежной зоне острова Вайгач, на территории ФГУП «Атомфлот». Исследование загрязнения фитоценоза прибрежья Баренцева моря техногенными радионуклидами проводилось с учетом известного распределения массы водорослей по литорали: в средней части доминируют представители сем. Fucaceae (95 % общей массы водорослей), в нижней - сем. Laminariaceae (90 % общей массы водорослей) [ссылка #2].

В 2000-е годы концентрация  $^{137}\text{Cs}$  в пробах сем. Fucaceae варьировала в диапазоне 0.04 - 0.84,  $^{90}\text{Sr}$  – 0.01 - 0.4 Бк/кг сырой массы. В пробах сем. Laminariaceae  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  имели величины порядка 0.3 - 2.3 и 0.4 - 1.5 Бк/кг сырой массы соответственно.

Для сравнения отметим, что в 1990-е годы в пробах сем. Fucaceae удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  составляла 0.1 - 19.9,  $^{90}\text{Sr}$  – 0.3 - 0.7 Бк/кг сырой массы. В пробах сем. Laminariaceae концентрации  $^{137}\text{Cs}$  варьировали в диапазоне 0.3 - 24.6 Бк/кг сырой массы. Высокие уровни загрязнения обнаруживались лишь в макрофитах, произрастающих на территории ФГУП «Атомфлот».

Изменения средней годовой активности радионуклидов в водорослях сем. Fucaceae прибрежья Баренцева моря в 1990-х-2010-х гг., описываются экспоненциальными кривыми (для  $^{137}\text{Cs}$   $y = 0.957e^{-0.1158x}$ ,  $R^2=0.7752$ ; для  $^{90}\text{Sr}$   $y = 0.5821e^{-0.1324x}$ ,  $R^2=0.9821$ ), где  $x$  - количество лет, прошедших после максимума загрязнения (для  $^{137}\text{Cs}$  – 1992 г., для  $^{90}\text{Sr}$  – 1998 г.). Периоды снижения концентраций  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в два раза в макрофитах сем. Fucaceae составляют 6.0 и 5.2 лет (рис. 1).



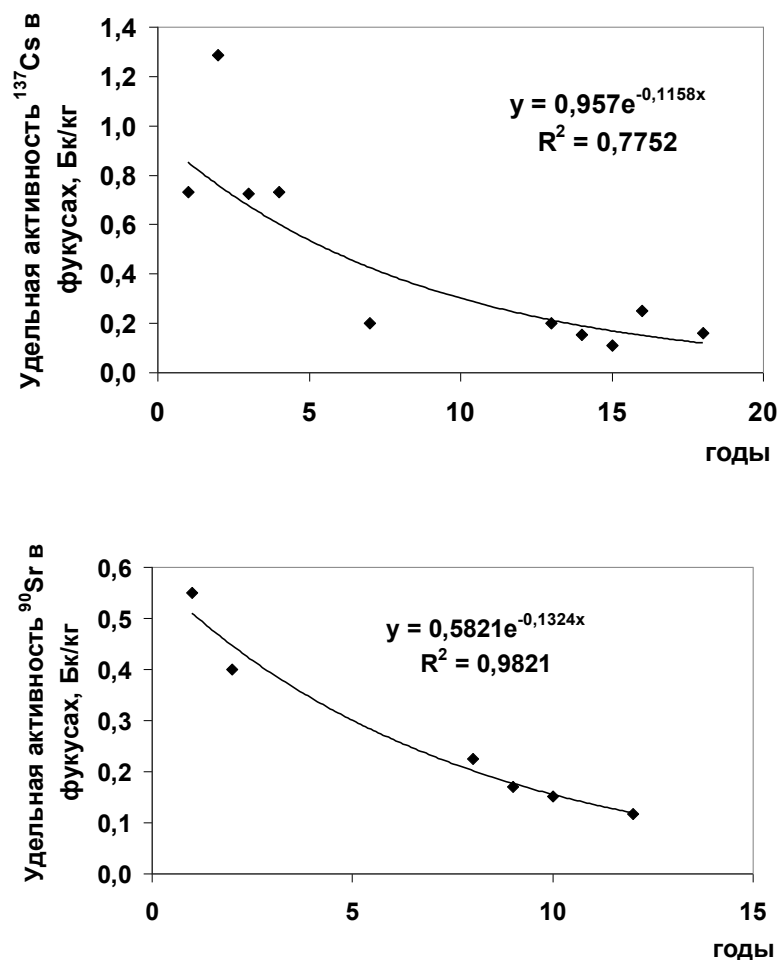


Рис. 1. Закономерности изменения осредненных концентраций  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в макрофитах сем. Fucaceae южного побережья Баренцева моря.

В 2011 г., после обнаружения в высокоширотных областях Европы (арх. Шпицберген, Кольский п-ов) изотопов, типичных для выбросов японской АЭС, были проведены комплексные исследования загрязнения техногенными радионуклидами макрофитов побережья Баренцева моря. Концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в пробах водорослей из разных районов не превышали уровней, обнаруженных в 2000-2010 гг.

Результаты измерений 2011 г. показали, что изотопный состав техногенных радионуклидов в талломах семейств Fucaceae и Laminariaceae оставался в пределах показателей устойчивого фона, формируемого глобальным круговоротом радионуклидов. Радионуклиды, по которым можно было бы надежно идентифицировать «след» аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1», в исследованных пробах отсутствовали.

### Литература

1. Матишов Д.Г., Матишов Г.Г. Радиационная экологическая океанология. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2001. 418 с.

2. Кузнецов Л.Л., Шошина Е.В. Фитоценозы Баренцева моря (физиологические и структурные характеристики). Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2003. 308 с.

# **Биохимия и медицина**

## **BIOCHEMICAL INVESTIGATIONS OF THE MUSCULAR TISSUE OF THE BURBOT**

**Ovchinnikova S., Shashkova E., Dubogrizova A., Igumnov R.** (*Department of Microbiology and biochemistry, MSTU, Murmansk*)

The actual contemporary problem is the question of keeping of biological diversity of sea and freshwater ecosystems of Kola North.

The purpose of the given work is revealing of biochemical features of tissues of fishes, most typical for freshwater ecosystems of North Basin.

We carried out biochemical investigations of muscular tissue of the burbot for prespawning period (lake Malyi Yavr and Verchnetulomskoy water-keeping).

The burbot is the only freshwater fish of family GADIDAE.

The spawning of the burbot takes place usually in winter during next months – December - February.

Comparative biochemical analysis of muscular tissues of burbot of lake Malyi Yavr and Verchnetulomski water-keeping shows the identity of results (the water content – 89-90%, lipids – 3-3,5%, proteins – 4,9-5%).

We determined the content of free aminoacids by method of titration.

We also estimated of activity of tissues proteases (proteolytic enzymes) – katepsins.

The activity of the enzymes of burbot of Verchnetulomski water-keeping is higher then the activity of enzymes of muscular tissues of burbot of lake Malyi Yavr.

We can use this parameter as biochemical marker for estimations of ecobiochemical status of north fishes.

The data of our investigation show that this research is actual for estimation of state of ecosystems of North Basin in conditions of anthropogenous pollution.

## ДЕКОМПРЕССИОННОЕ ГАЗООБРАЗОВАНИЕ В ПЕРЕСЫЩЕННЫХ РАСТВОРАХ И ЖИВОМ ОРГАНИЗМЕ.

**Богатырев О. А** (г. Мурманск, МГТУ кафедра микробиологии и биохимии.)

Аннотация В работе исследуется декомпрессионное газообразование в пересыщенных растворах и живом организме. Просматриваются декомпрессионные режимы и критерии их оптимизации.

Abstract. In the article methods of investigation of the dynamic processes of indifferent gases in various organisms as the decompressive gase production in oversaturated solutions and living organisms have been considered. Decompression modes and methods of their optimization are analysed.

Как известно, декомпрессионное заболевание возникает при появлении свободной газовой фазы в тканях организма в результате пересыщения последних индифферентными газами. Явление пересыщения в жидкостях и организмах наблюдается после снижения внешнего давления до уровня, когда напряжение растворенного газа превышает парциальное давление данного газа в окружающей среде. Величина пересыщения  $i$ -тым газом ( $\Delta N_i$ ) определяется выражением

$$N_i = N_i - P_{n_i} \quad (1.1)$$

где  $N_i$  –напряжение  $i$ -го газа,

$P_{n_i}$  – парциальное давление  $i$ -го газа в окружающей среде. В случае многокомпонентной газовой среды суммарное пересыщение  $\Delta N$  равно сумме пересыщений отдельных компонентов

$$\Delta N = \sum_{i=1}^n \Delta N_i = \sum_{i=1}^n N_i - \sum_{i=1}^n P_{n_i} = \sum_{i=1}^n N_i - P$$

Где  $P$ —давление окружающей среды.

В недосыщенных растворах  $\Delta N < 0$ , в насыщенных- $\Delta N = 0$ , в пересыщенных- $\Delta N > 0$ . Повышение температуры раствора может перевести его из состояния недосыщения в состояние пересыщения и, наоборот, понижение температуры жидкости-перевод его из пересыщенного в недосыщенное состояние, что вытекает из уравнения Менделеева – Клайперона. В рамках термодинамики пересыщенные растворы описываются теорией метастабильных состояний, из которой следует, что при определенных значениях давления, объема и температуры система жидкость–растворенный газ может иметь несколько энергетических экстремумов, характеризующихся максимумом энтропии или повышенной устойчивостью системы к внешним воздействиям. Малые воздействия не выводят систему из устойчивого состояния. При сильных воздействиях система переходит в состояние абсолютного максимума энтропии, что сопровождается выделением растворенной газовой фазы в виде пузырьков (4). Таким образом, наличие пересыщения раствора само по себе не определяет неизбежность образования пузырьков газа. При своем появлении пузырек должен преодолевать определенный потенциальный барьер (18,28).

$$\dot{W} = A + u \quad (1.2)$$

где  $A$  – работа по преодолению сил поверхностного натяжения;  $u$  – энергия активности, обусловленная сопротивлением движению молекул газа в жидкости.

Первый член выражения (1.2) определяется соотношением

$$A = \frac{16\pi\sigma^3}{3(\Delta N)^2} \quad (1.3)$$

где  $\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения на границе раздела жидкость-газ;  $\Delta N$  – пересыщение раствора.

Для большинства растворов газов в физических и биологических жидкостях первый член в правой части выражения (1.2) намного больше второго, поэтому последним можно пренебречь.

Энергия по преодолению потенциального барьера определяет пузырек некоторого критического размера, радиус которого задается уравнением Лапласа (13,18,19,)

$$R_{кр} = \frac{2\sigma}{\Delta N} \quad (1.4)$$

Если возникший в растворе пузырек имеет размер  $R > R_{кр}$ , то дальнейший его рост становится энергетически выгодным и потребует дополнительных затрат внешней по отношению к раствору энергии, поскольку раствор из состояния с большей энергией переходит в состояние с меньшей энергией. При  $R < R_{кр}$  пузырек не может преодолеть силы поверхностного натяжения и неизбежно должен раствориться в жидкости. Количество пузырьков критического размера, самопроизвольно образующихся в единицу времени, задается выражением

$$I = B \exp \left[ -\frac{W}{RT} \right] \quad (1.5)$$

где  $I$  – некоторая функция от концентрации газа в жидкости;

$R$  – газовая постоянная

$T$  – температура.

Величина  $I$  начинает заметно отличаться от нуля только при значениях  $\Delta N = 100-1000 \text{ кгс/см}^2$ . В растворах с малым значением  $\Delta N \approx 1 \text{ кгс/см}^2$  образование значительного количества пузырьков маловероятно.

Рассмотренные выше закономерности самопроизвольного газообразования относятся лишь к так называемым чистым жидкостям, т.е. не содержащим посторонних примесей и загрязнений. Частицы примесей могут служить центрами или «зародышами» образования пузырьков газа. Давление жидкости, наличие тряски, вибрации, химические реакции, проникающая радиация – все эти факторы способствуют образованию газовой фазы в реальных «грязных» растворах. В результате, пузырьки образуются в значительных количествах даже при малых значениях пересыщения порядка  $\approx 1 \text{ кгс/см}^2$ . В живом организме после воздействия декомпрессии газовые пузырьки образуются в основном из газовых

«зародышей» (18), постоянными источниками которых являются конусообразные и клиновидные углубления на поверхности внутренних «твердых» тканей организма.

Различного рода ранения нарушают гидрофильность тканей, которые становятся гидрофобными и способствуют образованию газовых зародышей даже при отрицательных пересыщениях. По всей видимости сама жизнедеятельность живого организма, его физическая активность является причиной образования газовых «зародышей» в тканях организма.

В отношении влияния физической работы на безопасность декомпрессии мнения расходятся. Холдейн (7) указывал на крайнюю желательность физической работы в процессе декомпрессии. В работе (18) утверждается, что физическая работа в период декомпрессии сопровождается повышенной частотой и тяжестью декомпрессионного заболевания. По данным работы (9) физическая нагрузка в процессе декомпрессии позволяет сократить ее продолжительность. При этом отмечается наличие легких декомпрессионных расстройств на начальных стадиях и отсутствие их к концу декомпрессии.

По этой методике КПД зависит от состава газовой среды. Так, например, в гелиевой среде эта величина выше, чем в азотной. КПД в одной и той же газовой среде зависит от уровня максимального давления, после которого проводится декомпрессия.

КПД в одной и той же газовой среде и при одном и том же исходном давлении зависит от видовых особенностей организма. КПД, определяемый у разных испытуемых в одних и тех же условиях, имеет значительный разброс: от 1,4 кгс/см<sup>2</sup> для лиц, самых устойчивых к декомпрессионной болезни, до 0,6 кгс/см<sup>2</sup> для самых предрасположенных. КПД у одного и того же испытуемого может изменяться с течением времени, что может быть связано с различными функциональными сдвигами в организме. Оценку величин КПД по клиническим проявлениям начальной стадии декомпрессионной болезни нельзя считать удовлетворительной с позиций сегодняшнего дня. Рациональной может считаться лишь такая декомпрессия, которая предупреждает декомпрессионную болезнь. Вместе с тем, в настоящее время имеется большое количество фактов, подтверждающих широкое распространение.

Важное значение для разработки режимов декомпрессии имеет знание зависимости критического пересыщения от величины давления. При определении величины безопасных пересыщений в живых организмах величина критического пересыщения в растворах становится в соответствие с границей между безопасным, т.е. не приводящим к возникновению декомпрессионного заболевания, и опасным пересыщением. Этот параметр в различных литературных источниках,

именуемый по разному (ВДП – величина допустимого пересыщения (4), КДП- коэффициент допустимого пересыщения (8,9), КПД – критический перепад давления (21), определяется либо как отношение (коэффициент)

$$k_{kp} = \frac{N}{P}, \quad (1.6)$$

$$\text{Либо, как разность} \quad \Delta N_{kp} = N - P, \quad (1.7)$$

Где  $N$ -максимальное напряжение индифферентного газа в организме к концу экспозиции под давлением;

$P$ - величина общего внешнего давления сразу после его снижения (4,9,13,21,22).

В работе (17) используется термин «лимит». «Лимит» определяется как разность  $(N - P_r)$  где  $P = P - 1$  гидростатическое или манометрическое давление.

Для разработки рациональных режимов декомпрессии необходимо знание конкретных значений  $k_{kp}$  или  $\Delta N_{kp}$ , а также их функциональной зависимости от величины давления. Из практики водолазных спусков при дыхании сжатым воздухом известно, что подъем водолазов с глубин, не превышающих 12,5 метров (2,25 кгм/), можно осуществлять без декомпрессии. Отсюда, используя выражение (1.11) и принимая процентное содержание азота в воздухе, равным 80%, получаем  $k_{kp} = 1,8$ . Впервые это значение  $k_{kp}$  было получено Холдейном, но впоследствии он вынужден был несколько раз уменьшить его (4,8,22). Значения  $k_{kp}$  и  $\Delta N_{kp}$ , приводимые различными авторами, колеблются в довольно широких пределах. В работах Бенке величина принята равной 0,7 до 1,05 кгс/см<sup>2</sup>. Зальцманом и Тюриным для определения этой величины предлагалась эмпирическая зависимость.

$$N - P = 1,44 N/P \quad (1.8)$$

До настоящего времени в литературных источниках нет единого мнения по существу данного вопроса. Большинство авторов, начиная с Холдейна, считают, что при уменьшении внешнего давления КПД возрастает (4,7,8,14). Некоторая часть исследователей полагает, что КПД не зависит от внешнего давления (7). Действительно, в выражении (1.4) размер критического пузырька зависит не от величины давления, а от разности между напряжением индифферентного газа в жидкости и давлением. Основная масса данных, касающихся конкретных значений величин КПД для различных организмов, была накоплена в многочисленных гипербарических экспериментах, проводимых вплоть до наших дней по следующей предпочтительной методике (4). Организм экспонируется в условиях повышенного давления до достижения полного (предположительно) насыщения тканей индифферентным газом. Проводится декомпрессия в одну ступень с переходом в условия нормального давления. Начало декомпрессионного газообразования в организме определяется по первым клиническим симптомам



декомпрессионного заболевания В монографии Зельцмана (4) приводятся, например, следующие данные, полученные для бессимптомных, так называемых, «немых» или «тихих» форм декомпрессионной болезни (9,21). Современными инструментальными методами пузырьки газа были обнаружены в ходе декомпрессии, не сопровождавшейся клиническими симптомами начала заболевания, в сосудах и тканях организма (20,21,23, 24, 26). К числу таких методов относятся ультразвуковой доплеровский и импедансный реографический методы. Ультразвуковым доплеровским методом удается обнаруживать отдельные пузырьки размером порядка 100 мкм и множественные микропузырьки размерами 5-10 мкм, образующиеся в венозной части капиллярного русла. Это свидетельствует о недостаточной чувствительности ультразвукового метода, поскольку средний диаметр капилляра в организме человека  $\approx 3$  мкм (31), и такие крупные пузырьки могут вызвать их закупоривание. Более того, имеются данные, что уже пузырьки размером около 0,5 мкм играют роль в развитии декомпрессионных расстройств. В исследованиях на животных со вживленными и накожными ультразвуковыми датчиками (20,21) определялись пороговые перепады давления (ППД), приводящие к появлению бессимптомных пузырьков газа в кровотоке, и критические перепады давления (КПД), вызывающие начальные клинические симптомы декомпрессионной болезни (после 6-ти часового пребывания под давлением 1,8-2,6 кгс/см<sup>2</sup> и 3-х минутной декомпрессии до 1 кгс/см<sup>2</sup>). Проводили эксперимент по определению у собак зависимости величин ППД и КПД от величин давления. В этом эксперименте животные выдерживались в течение 4-х часов при давлениях воздуха от 5,0 до 9,4 кгм/см<sup>2</sup>, а затем давление быстро снижалось до величин 1,2 и 3 кгм/см<sup>2</sup>. После этого по формуле (1.7) рассчитывались значения ППД и КПД. Результаты определения ППД и КПД показывают, что средняя величина максимального ППД закономерно возрастает с увеличением давления на остановках декомпрессии. В другой серии опытов осуществлялась декомпрессия животных с одной промежуточной остановкой при начальных перепадах давления, несколько меньших ППД (что контролировалось по отсутствию сигналов от ультразвукового датчика). При таком режиме декомпрессии декомпрессионная болезнь не возникала, в то же время скорость насыщения тканей от азота соответствовала расчетной.

Результаты экспериментов показывают относительную индивидуальную стабильность ППД ( $\pm 0,1$  кгс/см<sup>2</sup>) по сравнению с КПД ( $\pm 0,2-0,8$  кгс/см<sup>2</sup>), а также значительные внутривидовые различия этих величин. В работе (20) показано, что величины ППД отделены от величин КПД достаточно широкой зоной бессимптомного газообразования в различных экспозициях под давлением от нескольких минут до 14 часов.

В работе делается вывод, что величина ППД является физиологическим параметром, характеризующим безопасность декомпрессии, и она должна быть положена в основу расчета режимов декомпрессии, а также может быть использована для оценки чувствительности животных и человека к декомпрессионному заболеванию.

Чувствительность импедансного реографического метода, по-видимому, выше, чем ультразвукового доплеровского метода (24, 26). Этим методом удастся регистрировать объем отдельных пузырьков в жидкости, суммарный объем микропузырьков в жидкости и крови (24), суммарный объем микропузырьков в организме животных и человека (23) до появления видимых пузырьков.

По – видимому, импедансный метод может оказаться более удобным для контроля режимов декомпрессии в условиях, приближающихся к реальным, чем ультразвуковой, поскольку последний требует точного расположения и фиксации ультразвукового датчика под определенным углом над крупными сосудами, либо над правыми камерами сердца. Кроме того, ультразвуковая локация пузырьков в камерах сердца неудобна тем, что требует определенного фиксированного положения тела человека в пространстве, так как в иных положениях левое легкое может перекрывать луч, препятствуя обнаружению пузырьков газа.

Литература.

1. Brexovski L. M. Strategy of the Word ocean investigation and its resource useing. The future science. International year-book. 1984. –p.153-167
2. .Belencov S. E. Turen B.I. Swimmer Scuba Divers hand book. 1977.-p.255
3. Cerenkov T.I. Jxontov B.O. Influence of the hyper baric evrionment on human and animals problems of cosmic biolytic. 1980.-p. 259
4. Zelzman G.L. Сухук С.А. Hyperbaric biologic fiziology bases adaptation. 1979.- 5.Preconditioning Methods and Mechanisms for Preventing the Risk of Decompression Sikness in Scuba Divers: A Review Emmanuel Gempp Eric Beatteau Detpartmtnt jf Hyperbaric and Diving cine Saint Annes Military Hospital, Toulon, France Institute of Militare Biomedecal Reserch(IRBA) France. Onle publication date: 08 July 2010.
5. .Онопчук Ю.Н. Управляемые модели динамики газов в организме и их численный анализ:Дис Д-ра ф.м.н. К.,1994.-358с.
6. Holden J.C. Prestle J.G. Breath .M.L.Beomedges. 1987.-464p .
7. Кенни Дж. Техника освоения морских глубин.-Л.: Судостроение,1988.-312с.
8. Греницкий П.М.Декомпрессионные расстройства. Проблемы космической биологии. Т.25.-М.: Наука,1984.-350с.

9. Круг А. Анатомия и физиология капилляров.—М.: ГИЗ,1957.-234с.
10. Hills B.A. Thermodynamic Decompression: An Approach Based upon the Concept of Phase Equilibration in Tissue The Physiology and Medicine of Diving and Compressed Air Work.-Baltimore : the Williams and Wilkins Company, 1989.- P. 319-350.
11. Behnke A. P. The Application of mesurment nitro-gen elimination US Nav Med. Bull -1987.-v.35 N2.- P.219-226
12. Бресткин Ф.П. О пересыщенных растворах газов в жидкостях и их значении в этиологии и профилактике кессонной болезни. Т.11.- Меди М.:изд.АН СССР 1968-С. 32-4
13. Бресткин А.П. Зависимость коэффициента пересыщения системы газ-жидкость от напряжения растворенного газа. Функции организма в условиях измененной газовой среды.-М.-Л.:Наука,1984.-С.10-15.
14. Cavslaw H.S., Jaeger J. C.Conduction of Heat in Solids. London: Oxford University Press, 1969.
15. Hennesy T.R.The Interection of Dffusion and Perfusion in Homogeneous Tissue Bull. Of Mathematical Biology.1974.-v.36, N5-6.-P505-626.
16. Бухарин А.Н. К вопросу о профилактике и лечении кессонной болезни,-Л.: Наука, 1988. -317с.
17. Николаев В.Н. Образование газовых пузырьков в пересыщенных растворах и живом организме при декомпрессии, Космическая биология и медицина.-1969.-№ 5.-с, 55-62.
18. Сапов И.А. Физиология подводного плавания и аварийно-спасательного дела.-Л.:ВМА им.С.М.Кирова, 1972.-448с.
19. Сапов И.А. Волков Л.Г.,Меншиков В.И. Исследование закономерностей декомпрессионного газообразования с помощью ультразвука ДАН СССР.-1975.- Т222,№2.-С.508-511.
20. Сапов И.А.,Волков Л.К.,Меншиков В.В.и др.Исследование параметрв декомпрессионного газообразоания у животных с помощью ультразвука. Человек и животное в гипербарических условиях.- Л.:Наука,1980.-С.138-141.
21. Граменицкий П.М.,Дианов А.Г.,Брянцева Л.А.,и др.Некоторые итоги изучения высотных декомпрессионных расстройств в сопоставлении с данными подводной физиологии. Там же. С. 136-145
22. Шурубур А.А.,Динамика развития газовых пузырьков, вызванных декомпрессией.ДАН СССР.-1974.-Т.214,№5-С.1228-1231.
23. Шурубур А.А.,Петраш В.В.,Воинов В.А.Определение по импедансу объема газовых пузырьков в крови, возникающих при снижении атмосферного давления. ДАН СССР.-1976.-Т.227, №4.-С.1021-

1024. 25. Шурубур А.А., Александров И.А. Автоматическое управление декомпрессией по импедансному сигналу организма. // Физиология человека. 1977. - Т.3, №1. - С.183-187.

24. Шурубур А.А., Данилов Е.Н. О природе изменений импеданса грудной клетки при декомпрессии после гипербарии. Функциональное состояние организма и пути повышения его резистентности. - Л.: Наука, 1980. - С.141-142.

**РИСКИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ (ВРЕДНЫЕ ПРИВЫЧКИ) МОЛОДЕЖИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ (обзор).**

**Кривенко О. Г., Ключко Е. В.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии и биохимии)

Здоровый образ жизни – это способ жизнедеятельности, направленный на сохранение и улучшение здоровья людей. Это основа профилактики заболеваний, которая предотвращает их возникновение и расширяет диапазон адаптационных возможностей человека.

Большинство молодых людей отличается хорошим здоровьем. Однако по данным ВОЗ ежегодно умирает более 1,8 миллиона молодых людей в возрасте от 15 до 24 лет, в основном, от предотвратимых причин. На молодых людей в возрасте от 15 до 24 лет приходится около 40% новых случаев ВИЧ-инфекции. Около 150 миллионов молодых людей употребляют табак. Примерно 565 молодых людей в возрасте от 10 до 29 лет ежедневно умирают в результате межличностного насилия. Многим молодым людям свойственны такие формы поведения, которые подвергают опасности их здоровье не только в данный момент, но и в последующие годы. Около двух третей случаев преждевременной смерти и одна треть болезней среди взрослых людей определены состояниями и формами поведения в молодости.

От того насколько успешно удастся сформировать и закрепить в сознании навыки здорового образа жизни в молодом возрасте, зависит в последующем реальный образ жизни. Необходимо сделать каждого гражданина активным участником сохранения его собственного здоровья, формируя ответственное отношение к нему, обеспечить доступность знаний о состоянии своего здоровья, о мерах по его укреплению, а также предотвращению заболеваний.

Какие же основные риски существуют для здоровья в молодом возрасте, которые могут иметь серьезные последствия и с которыми необходимо «бороться» формируя здоровый образ жизни? Они определены и известны: непреднамеренные травмы и насилие; психические и неврологические расстройства; проблемы в области сексуального и репродуктивного здоровья; ВИЧ-инфекция и заболевания, связанные с ВИЧ; питание; алкоголь, употребление наркотиков, табакокурение; низкая физическая активность.

Насилие является одной из главных причин смерти среди молодых людей, особенно юношей. На каждый случай смерти приходится от 20 до 40 случаев травм, связанных с насилием. Другой причиной смерти или инвалидности являются непреднамеренные травмы, в первую очередь дорожно-транспортные. В молодом возрасте вопросы безопасного вождения, строгого соблюдения законов, запрещающих вождение под воздействием алкоголя или наркотиков, уходят на второй план, что и

является основной причиной дорожного травматизма. 1000 молодых людей ежедневно умирает от дорожно-транспортных травм.

Проблемы в области психического здоровья чаще всего связаны с пережитым ранее насилием, унижением, нищетой. Ежегодно около 20% подростков испытывают такие проблемы. Иногда они не могут самостоятельно справиться с этими состояниями, что может привести к самоубийству - одной из основных причин смерти среди молодежи.

Ежегодно около 16 млн. девушек в возрасте от 15 до 19 лет рожают (около 11% всех родов в мире). Риск смерти от причин, связанных с беременностью, для девушек-подростков гораздо выше, чем для женщин старшего возраста.

По данным ВОЗ ежедневно ВИЧ-инфекцию приобретают 2500 молодых людей. В настоящее время более 5,7 млн. молодых людей имеют ВИЧ/СПИД. Доказано, что только 30% юношей и 19% девушек владеют полной и достоверной информацией, необходимой для их защиты от приобретения вируса.

Питание в подростковом возрасте оказывает серьёзное влияние на психофизиологическое, эмоциональное, интеллектуальное и половое развитие.

Многие мальчики и девочки вступают в подростковый возраст с недостаточностью питания, что делает их более уязвимыми перед болезнями и ранней смертью. И наоборот, излишний вес и ожирение становятся все более распространенными среди молодых людей.

Анализ анкетирования московских школьников 12 - 17 лет показал, что: своим весом недовольны 38% опрошенных. Девушки в 3 раза чаще, чем юноши, снижают вес, а мальчики в 2 раза чаще набирают. Диету, направленную на понижение или предупреждение повышения веса, используют 22% девушек и 4% юношей. Гимнастикой для удержания или снижения веса пользуются 47% девушек и 19% юношей. 35% отдают предпочтение гамбургерам, хот-догам или сосискам, 24% предпочитают чипсы; 67% не могут обойтись без булочки, пирожков и пирожных.

Употребление алкоголя среди молодых людей вызывает все большую обеспокоенность во многих странах. Оно снижает самоконтроль и способствует проявлению рискованных форм поведения, а также является основной причиной травм, насилия (особенно бытового насилия) и преждевременной смерти. Алкоголь - главная причина смертности мужчин в возрасте от 15 до 29 лет в Европе. В нашей стране 59% смертей мужчин и 33% смертей женщин в возрасте 15 - 54 лет обусловлены употреблением алкоголя, причем большинство этих смертей произошли в результате алкогольного отравления, несчастного случая, насилия или же заболеваний, тесно связанных с употреблением алкоголя (туберкулеза, пневмонии, панкреатита или болезни печени).

Особую обеспокоенность вызывает факт омоложения наркомании. За последние 10 лет возраст наркоманов уменьшился в 2,5 раза. В группу риска попадают дети возраста 12 - 14 лет. Смертность среди детей наркоманов увеличилась в 42 раза.

Согласно данным опросов, регулярно потребляют наркотические средства 13,9% молодежи 11-24 лет, что ниже, чем, в среднем, на Западе. Однако не менее 4,2% потребляют чаще 2 раз в месяц героин, 0,8% - препараты амфетаминовой группы. В результате наркомании минимум 5% российской молодежи обречены умереть в молодом возрасте.

В последние годы в качестве основных причин смерти молодёжи в возрасте 15-34 лет эксперты называют сердечно-сосудистые, респираторные заболевания, заболевания печени, почек и пищеварительного тракта. В качестве прямой причины смертей это труднообъяснимо, т. к. в этом же возрасте в Европе умирает гораздо меньше молодых людей. Медики предполагают, что такой аномально высокий показатель отказа жизненно важных органов у молодых людей связан, в основном, с патологиями, возникшими на фоне употребления наркотиков.

В настоящее время курит примерно 150 миллионов молодых людей. Это число возрастает во всем мире, особенно среди молодых женщин. Так, в возрастной группе 20-29 лет доля курящих женщин в десять раз больше, чем в возрасте старше 60 лет.

В России курение является самой распространенной вредной привычкой. За 20 лет количество курильщиков в стране увеличилось на 440 тысяч человек. В стране в настоящее время курят 65% мужчин и до 30% женщин. В возрасте 15-19 лет курят 40% юношей и 7% девушек (более 3 миллионов подростков: 2,5 миллиона юношей и 0,5 миллиона девушек), при этом в день они выкуривают в среднем 12 и 7 сигарет соответственно. В абсолютных числах в России курят.

Ежедневно в мире табак убивает 8 тысяч людей. В 90% случаев табакокурение является причиной смерти от рака легких, в 75% случаев от бронхита, в 25% случаев от болезней сердца.

Недостаток физической культуры (гиподинамия) - оборотная сторона научно технического прогресса - характерная черта нашего времени.

Доказано, что долголетие и высокая трудоспособность невозможны без активного двигательного режима. Влияние физических упражнений многообразно. Оно сказывается на функциях практически всех органов и систем организма. Наиболее важно их действие на сердечно-сосудистую систему. Отсюда и значимость метода для предупреждения заболеваний сердца.

По данным различных авторов спортом занимается в среднем 40% населения. Среди занимающихся спортом 43% делают это 2-3 раза в

неделю; 1 раз в неделю - 29%; время от времени занимается спортом 21% опрошенных и 7% - делают это каждый день. Цифры показывают, что менее половины опрошенных занимаются спортом серьезно, для большей части же, спорт это способ проведения досуга, а не метод заботы о своем здоровье.

В нашем исследовании приняли участие 96 человек: 75 - курсанты 2-4 курсов Морской академии и 21 (19 девушек и 2 юноши) - студенты 3 курса ФПТиБ (специальностей биология и микробиология).

Анализ полученных данных показал, что ни у одного курсанта и студента в анамнезе не было травм, требующих медицинской помощи, связанных с насилием или ДТП.

Все опрошенные отрицают когда-либо перенесенные венерические заболевания, гепатит С и ВИЧ-инфекцию.

В питание курсантов, так же как и студентов преобладает углеводистая пища, однако у студентов больше «перекусов».

54% курсантов и 81% студентов не имеют вредных привычек. 29 % опрошенных курсантов и 19% студентов курят. 16% курсантов отказались ответить на этот вопрос. Только 7 курсантов и 3 студентов отметили употребление алкоголя (2 - 4 раза в месяц). Графа «употребление наркотиков» осталось пустой во всех анкетах.

39 курсантов (52%) и 16 студентов (76%) посещают тренажерный зал или занимаются спортом. При этом выявлено, что у 17 курсантов и 1 студента физическая активность сочетается с вредными привычками (курение).

19 курсантов и 5 студентов не занимаются спортом и не имеют вредных привычек. 11 курсантов (17%) на этот вопрос отказались ответить.

Хронические заболевания имеют 11 курсантов (в основном заболевания органов дыхательной системы) и 10 студентов. Список заболеваний у студентов значительно шире.

В ходе исследования нами выявлена группа молодых людей - курсантов (18 человек), у которых определены повышенные показатели АД. Причем только у двоих из них отмечена вредная привычка - курение. Им рекомендовано измерять АД в динамике и в случае сохранения высоких показателей обратиться за консультацией к специалисту. Повышенных значений артериального давления у студентов 3 к ФПТиБ не выявлено. Следует отметить, что у 15 обследованных выявлены пониженные цифры АД (90/60 – 110/60). Лишь у 3 обследованных пульс превысил нормальные показатели.

На момент исследования положительно оценили состояние своего здоровья все опрошенные.

Таким образом, всего 29% опрошенных курсантов Морской академии и 19% студентов ФПТиБ имеют вредные привычки



(табакокурение, прием алкоголя), 9% курсантов употребляют только алкоголь (2-4 раза в месяц). Употребление наркотиков отрицают все респонденты. Ведут физически активный образ жизни 39 курсантов (52%) и 16 студентов (76%). На момент исследования положительно оценили свое здоровье все респонденты.

### **Литература**

1. Лисицын, Ю.П. Образ жизни и здоровье населения / Ю. П. Лисицын. - М. : Знание, 1982. - 219 с.

«Смертность среди молодёжи - критическая для нации» [Электронный ресурс] / директор ФСКН В. Иванов // АМИ : Российское агентство медико-социальной информации. - Режим доступа: <http://ria-ami.ru/news/1884>. - Загл. с экрана.

2. Молодежь и риски для здоровья [Электронный ресурс] : доклад Секретариата // 64 сессия всемирной ассамблеи здравоохранения, 28 апр. 2011 г. / Всемирная организация здравоохранения. – Режим доступа:

<http://www.unicef.ru/upload/iblock/68f/68ff0d04ac36b70700505641db7f016c.pdf>. - Загл. с экрана.

## **ХАРАКТЕРИСТИКА СОМАТИЧЕСКОГО СТАТУСА КУРСАНТОВ МОРСКОЙ АКАДЕМИИ МГТУ ЗА 2010 - 2013 ГОДЫ**

**Ключко Е. В., Кривенко О. Г.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии и биохимии*)

В современном мире шестеро из десяти умерших человек уходят из жизни из-за различных соматических заболеваний, трое - из-за инфекционных болезней, неполноценного питания и некоторых состояний беременности, родов, послеродового и перинатального периодов, один - из-за несчастных случаев и травм. На первом месте в списке наиболее опасных факторов риска преждевременной смерти стоит высокое артериальное давление. Оно определяет 13% всех смертельных случаев.

Формирование установки на здоровый образ жизни одно из важнейших направлений профилактической деятельности. Образ жизни - главный фактор, определяющий здоровье. Элементы здорового образа известны, это: рациональное питание; физическая активность; закаливание; отсутствие вредных привычек; умение выходить из стрессовых состояний (например, владение методиками аутотренинга); высокая медицинская активность (своевременность прохождения медосмотров, своевременность обращения за медицинской помощью в случае заболевания, активное участие в диспансеризации).

Актуальность здорового образа жизни в настоящее время определяется возрастанием и изменением характера нагрузок на организм человека. Усложнение общественной жизни, увеличение рисков техногенного, экологического, психологического, политического и военного характера провоцируют негативные сдвиги в состоянии здоровья.

Известно, что условия, в которых морякам приходится работать, «диктуют высокие требования к психическому и соматическому состоянию здоровья, а также физической тренированности систем организма».[1; 6]

На кафедре «Микробиология и биохимия» ФГБОУ ВПО «МГТУ» ведется работа по оценке общего состояния здоровья курсантов Морской академии. На практических занятиях курсантам Морской академии предлагается методика определения некоторых антропометрических и физиологических показателей, проводится анкетированный опрос по основным элементам ЗОЖ.

Анализ изучаемых параметров позволит определить основные рекомендации по сохранению здоровья и профилактике развития некоторых заболеваний, которые обусловлены образом жизни.

Всего в исследовании приняло участие 75 человек. 22 человека 2010-2011 годов обучения (2 курс, возраст 18 – 21 год), 24 человека - 2011 - 2012 годов обучения (2 курс, возраст 17 – 20 лет) и 33 человека – 2012 –

2013 годов обучения (4 курс, из них в возрасте 20 -21 год - 23 человека, в возрасте 23 – 25 лет – 5 человек, 39 лет - 1 человек).

В результате исследования было выявлено 16 человек, у которых пульс превышал нормальное показание, из них у 6 человек были получены повышенные цифры АД (130/85 - 140/80). У 9 обследованных при частом пульсе давление оказалось нормальным, а у 1 человека при частом пульсе (86 уд\мин.) определено относительно низкое давление 113/60.

Также исследование показало, что при нормальном показании пульса у 12 человек были повышены показания АД - в диапазоне 125/90 – 140/80.

У двоих обследованных выявлена брадикардия при нормальных показателях АД.

Таким образом, нами выявлена группа молодых людей (18 человек), у которых определены повышенные показатели АД. Им рекомендовано измерять АД в динамике и в случае сохранения высоких показателей обратиться за консультацией к специалисту.

Так же нами проведен анализ анкетных данных по таким показателям как: физическая активность курсантов, наличие вредных привычек и хронических заболеваний.

В результате опроса 75 курсантов было выявлено, что посещают тренажерный зал или занимаются спортом – 39 человек (52%). Причем таких больше среди курсантов 2 курса. Вредные привычки имеют 22 человека (29%) из всех опрошенных, среди них опять большинство - курсанты 2 курса. При этом выявлено, что у 17 человек физическая активность сочетается с вредными привычками (примерно (23%).

19 человек (25%) не занимаются спортом и не имеют вредных привычек. 11 человек (17%) на этот вопрос отказались ответить.

Хронические заболевания имеют 11 человек (в основном заболевания органов дыхательной системы).

Проведенное исследование выявило, что показатели работы сердечнососудистой системы (артериальное давление и пульс) у курсантов в 2010 – 2011 г.г. и 2011 – 2012 г.г. лучше, чем у курсантов 2012-2013 г.г. в соотношении 1:3 соответственно.

52% курсантов посещают спортзал, из них 38 % курсантов 2 курса, 10% курсантов - 4 курса и 4% курсантов 3 курса. 17% человек отказались ответить на этот вопрос. Остальные 31% не занимаются спортом.

54% курсантов не имеют вредных привычек. 29 % опрошенных курят, из них 17% - курсанты 2 курса, 9% - курсанты 4 курса, 3% - курсанты 3 курса. 16% курсантов отказались ответить на этот вопрос.

23% опрошенных курсантов имеют вредные привычки и вместе с этим посещают спортзал.

В целом проведенное исследование показало нормальное состояние соматического статуса курсантов Морской академии. Основной

рекомендацией считаем активную пропаганду здорового образа жизни, в первую очередь отказ от вредных привычек и активное занятие спортом.

### **Литература**

1. Мызников, И. Л. Методика контроля за функциональным состоянием моряков. Антропометрия. / И. Л. Мызников, Л. И. Глико Л.И., Ю. А. Паюсов : Мурманск, 2007. – 51 с.
2. Арсеньев, Е. Н. Работоспособность и здоровье человека на Севере. / Е. Н. Арсеньев. – Мурманск : Изд-во «Север», 1993. - 88 с.
3. Дубровский, В. И. Валеология. Здоровый образ жизни : Учебник для вузов / В. И. Дубровский. – М. : Retorika – А; Флинта, 1999. – 560 с.

## ЭНЗИМОПАТИИ (ОБЗОР)

**Овчинникова С. И., Михнюк О. В.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии и биохимии).

Одной из причин нарушения обмена углеводов, аминокислот, белков, липидов, нуклеиновых кислот в организме является ферментопатия.

Энзимопатии - заболевания, обусловленные патологическими изменениями активности ферментов, вследствие чего нарушается течение соответствующих биохимических реакций в организме и развиваются болезни обмена веществ.

Различают приобретенные и наследственные энзимопатии.

Приобретенные энзимопатии чаще всего являются следствием нарушения активности ферментов, связанным с характером питания. Алиментарные ферментопатии могут быть обусловлены несбалансированным питанием, нарушением биосинтеза коферментов, нарушением поступления питательных веществ из желудочно - кишечного тракта в кровь и рядом других причин.

Наследственные энзимопатии связаны с генетически обусловленной недостаточностью одного или нескольких ферментов. Характеризуются наличием скрытого периода, когда болезнь не имеет выраженных клинических симптомов. Только на основании биохимических исследований крови, мочи заболевание может быть установлено. Возникновение и развитие патологического синдрома при таких заболеваниях обусловлено полным или частичным отсутствием активности определенных ферментов. В результате происходит накопление в тканях нормальных промежуточных или побочных продуктов обмена, оказывающих токсическое влияние на организм и в первую очередь на ЦНС. При этом проявляются клинические признаки болезни, которые зависят от характера нарушения того или иного вида обмена веществ.

Рассмотрим несколько энзимопатий, связанных с дефектом ферментов обмена аминокислот в разных тканях.

Фенилкетонурия (болезнь Фёллинга, фенилпировиноградная олигофрения) – наследственное заболевание, связанное с дефектом фермента фенилаланингидроксилазы. Описана в 1934 учёным А. Фёллингом. В норме фенилаланингидроксилаза осуществляет превращение фенилаланина в тирозин.

При изменении активности фермента нарушается обмен фенилаланина, накапливаются промежуточные продукты обмена и возникает дефицит метаболитов, необходимых для нормального функционирования организма

Нарушение активности фермента сопровождается гиперфенилаланинемией, повышением в крови и моче содержания

метаболитов альтернативного пути превращения фенилаланина (фенилпирувата, фенилацетата, фениллактата, фенилацетилглутамина), которые токсичны для клеток мозга. В результате у детей развивается тяжелое отставание в умственном развитии (фенилпировиноградная олигофрения). Также ученые считают, что одной из причин умственных расстройств является дефицит медиаторов нервной системы.

При своевременной диагностике патологических последствий можно избежать, необходимо придерживаться специальной диеты. Дефицит белка восполняется аминокислотными смесями без фенилаланина. Также проводится лекарственная терапия.

Альбинизм (от лат. *albus* – белый) – заболевание, связанное с врожденным дефектом фермента тирозиназы. Этот фермент катализирует превращение тирозина в диоксифенилаланин (ДОФА) и ДОФА-хинон, являющихся предшественниками меланина. В результате дефекта тирозиназы нарушается биосинтез пигментов меланинов. Клинические проявления заболевания – это отсутствие пигментации кожи, волос, радужной оболочки глаз у человека и животных.

В настоящее время проводят неонатальный скрининг новорожденных для выявления наиболее распространенных врожденных и наследственных заболеваний. Основной целью скрининга является выявление заболевания на ранней стадии до развития клинических симптомов и проведение своевременного эффективного лечения.

### **Литература**

1. Березов, Т. Т. Биологическая химия / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1998. – 704 с.
2. Овчинникова, С. И. Основы энзимологии : учеб. пособие / С. И. Овчинникова. – изд. 2-е. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2010. – 116 с.
3. Биохимия: Учебник / под ред. Е. С. Северина. – 2-е изд., испр. - М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. – 784 с.: ил.

## **БИОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ НАЛИМА**

**Овчинникова С. И., Шашкова Е. В., Дубогрызова А. А., Игумнов Р. О.**  
*(г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии биохимии)*

Налим – пресноводная рыба семейства Тресковые (подсемейства *Lotinae bota lota*). Налим наиболее активен в холодной воде. Перест обычно происходит зимой в декабре- феврале. Икру начинают метать в возрасте 3 - 4 лет при длине тела больше 25 см.

Нами были проведены биохимические исследования налима, выловленного в ноябре 2012 года в озере Малый Явр (12 особей) и Верхнетуломском водохранилище (9 особей). Размерно-массовый состав рыб характеризовался следующими параметрами: диапазон масс – 380 - 490г, абсолютной длины – 30 - 45см, длины головы – 4 - 8см, длины хвоста – 3,5 - 6см. Объекты были выловлены в период нагула. Для анализа готовились стандартные образцы мышечной ткани.

Биохимический анализ мышечной ткани налима озера Малый Явр и Верхнетуломского водохранилища свидетельствует об идентичности результатов (массовая доля воды- 89 - 90%, жира – 3 – 3,5%, белка – 4,9 - 5%). Были исследованы процессы ферментативного гидролиза мышечной ткани налима с помощью метода формольного титрования по Серенсену. По накоплению свободных аминокислот была оценена активность тканевых протеолитических ферментов (катепсинов). Исходное содержание свободных аминокислот в мышечной ткани налима озера Малый Явр (50мг%) было более низкое по сравнению с исходным количеством свободных аминокислот в мышечной ткани налима Верхнетуломского водохранилища (87,5мг%). Для 1 часа гидролиза содержание аминного азота в мышечной ткани налима Верхнетуломского водохранилища составило 579,6мг%, для налима озера Малый Явр - 200мг%, что свидетельствовало о более высокой активности тканевых протеаз (катепсинов).

Было также изучено влияние ферментов внутренностей на интенсификацию процессов ферментативного гидролиза белков мышечной ткани налима. Содержание свободных аминокислот без добавления ферментов внутренностей для налима озера Малый Явр составило 200мг%, при добавлении ферментов – 423,5мг%.

## АНТИДОТЫ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ

Пашкина О.И., Овчинникова С.И., Михнюк О.В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии и биохимии)

Антидоты (от термина Antidotum – «даваемое против») – химические вещества, которые применяются при лечении отравлений и способствуют обезвреживанию яда и устранению токсического эффекта. Антидот является коергистом, обязательное свойство которого – антагонизм к яду. Исторически известные антидоты – териаки. Териаки – антидоты средних веков и эпохи Возрождения. Териаки содержали до 200 компонентов, способ приготовления зелья содержался в тайне. Известны четыре вида антагонизма: химический, биохимический, физиологический, модифицирующий метаболизм. Для химического антагонизма характерно непосредственное взаимодействие антидотов с токсикантами, то есть имеет место реакция нейтрализации яда. Примером химического антагонизма является нейтрализация цианидов, сульфидов, тяжелых металлов такими антидотами, как ЭДТА (этилендиаминтетраацетат), унитол, нитрит натрия, хелатирующие агенты – комплексообразователи. Биохимические антидоты вытесняют токсиканты из их связей с биомолекулами. Например, антидот  $O_2$  используется для вытеснения такого токсиканта, как  $CO$ . При отравлении гидразином применяется пиридоксин (витамин  $B_6$ ). Физиологический антагонизм основан на нормализации проведения нервных импульсов в синапсах, которые подверглись атаке токсикантов. Примером физиологического антагонизма является применение атропина при отравлении карбамидами. Для четвертого вида антагонизма характерно использование модификаторов метаболизма, которые мешают превращению ксенобиотиков в высокотоксичные метаболиты или вызывают ускорение биодетоксикации вещества. Примером является детоксикация цианидов тиосульфатом натрия  $Na_2S_2O_3$ . Цианиды при взаимодействии с эндогенными серосодержащими соединениями образуют роданиды ( $SCN^-$ ), которые в 300 раз менее токсичны и могут выделяться с мочой. Этиловый спирт  $C_2H_5OH$  является антидотом метанола  $CH_3OH$ . Метанол в присутствии фермента алкогольдегидрогеназы превращается в высокотоксичные продукты метаболизма (формальдегид и муравьиную кислоту). Этиловый спирт как антидот обладает большим сродством к ферментам и образует нетоксичные продукты метаболизма, которые хорошо усваиваются организмом (ацетат-ион).

### Литература

1. Куценко С.А. Основы токсикологии. – Санкт-Петербург: Наука, 2002.-395.
2. Г.И. Оксенгендлер Яды и противоядия. – Ленинград: Наука, 1982.- 207.



**К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ФИТОЛЕКТИНОВ В МЕДИЦИНЕ****Широкая Т. А.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии и биохимии)

**Abstract.** In this article the characteristics of practical application fitolektinov (PHA) in medicine. Lectins are proteins that have the property of reversibly and selectively bind carbohydrates, interacting with cell receptors. Recently used in biological research, biotechnology, medicine for the prevention and treatment of diseases.

Основной целью работы была характеристика практического применения фитолектинов (фитогемагглютининов) в медицине.

Лектины (от. лат. – «выбирать») – белки, обладающие свойством обратимо и избирательно связывать углеводы, не вызывая их химического превращения. Они обеспечивают транспортировку и накопление углеводов, вызывают агглютинацию эритроцитов, также обладают способностью агглютинировать раковые клетки, специфически связывать и осаждать полисахариды и гликопротеиды и другие соединения углеводной природы, в том числе вещества патогенных грибов и бактерий, стимулировать митозы у некоторых типов клеток.

Фитолектины содержатся в семенах и других частях растений; представляют собой металлосодержащие гликопротеины с молекулярной массой около 120 тыс. [1].

Лектины находятся на поверхности клеточной мембраны и могут проникать в клеточную стенку. Агглютинация происходит путем высокоспецифичного взаимодействия лектинов с углеводными компонентами рецепторов поверхности клеток. Так, лектин соевых белков, например, специфичен к остаткам галактозы и N-ацетилгалактозамина, а агглютинин зародышей пшеницы — к остаткам N-ацетилглюкозамина и N-ацетилнейраминовой кислоты. На долю лектинов в бобовых культурах приходится от 2 до 10 % общего белка. Условно выделяют несколько групп лектинов по принципу углеводной специфичности (фукозо-, галактозо- и маннозоспецифичные, не связывающие моно- и дисахариды) [1], [2].

В очищенном виде лектины широко используются в биохимических исследованиях, например, для определения группы крови, очистки гликопротеинов и в качестве средств для изучения поверхностей здоровых и больных клеток, лишенных некоторых ферментов синтеза олигосахаридов. Агглютинация раковых клеток требует меньше лектинов, чем здоровых.

Благодаря своим уникальным свойствам лектины стали объектом интенсивного изучения и широкого применения в различных областях биологии и медицины. Применение лектинов для решения основных проблем иммунологии, онкологии, вирусологии, диабетологии,

молекулярной биологии является одним из перспективных методологических подходов. [2]. Лектины тесно связаны с исследованием структуры и функций клеточных мембран, что важно при различных патологических состояниях (злокачественная трансформация клеток, нарушения клеточного метаболизма, изосерология, агглютинация вирусов и микроорганизмов и др.). Последний фактор особенно важен при развитии резистентности патогенов (микробов, вирусов, интоксикантов и др.) к действию антибиотиков и химиопрепаратов.

Лектины определяют специфичность межмолекулярных взаимодействий и межклеточные взаимодействия, имитируют действие инсулина, снижая активность аденилатциклазы в лимфоцитах, стимулируют тканевой иммунитет, повышая фагоцитарную активность лейкоцитов, являются индукторами образования интерферона лимфоцитами. Доказано противовирусное, противоопухолевое, противомикробное действие ряда лектинов, не приобретаая резистентности при их длительном использовании.

Благодаря исследованиям ученых были созданы практические возможности использования фитолектинов в профилактике и лечении таких заболеваний, как псориаз, вирусный гепатит В и С, сахарный диабет, герпес, различных серотипов гриппа, некоторых онкологических заболеваний и других социально-значимых болезней человека [2] [3], [4].

#### **Литература**

1. Биохимия растений / Л. А. Красильникова [и др.] ; ред. Л. А. Красильникова. – Ростов н/Д : Феникс ; Харьков : Торсинг, 2004. – 224 с.
2. Корсун, В.Ф. Фитолектины. Руководство по клинической фитотерапии. – М. : Практическая медицина, 2007. – 288 с.
3. Лахтин, М.В. Лектины и ферменты в биологии и медицине. / М.В. Лахтин, В.М. Лахтин, В.А. Алешкин и др. – М.: Династия, 2010. – 496 с.
4. Погорельская Л. В., Корсун В.Ф., Журавлев Ю.С., Турьянов М.Х. Фитотерапия в инфекционной практике. – М., 1998.

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРЕСНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БАСЕЙНА КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ.

**Широкая Т. А., Овчинникова С. И.** (г. Мурманск, 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.

Основной целью работы была оценка экологического состояния водных объектов бассейна Кольского залива в условиях антропогенного загрязнения на основе их гидрохимической характеристики.

Водоемы, находясь в черте города, испытывают значительные антропогенные 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", птицефабрики "Мурманская" и "Снежная") [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 2008 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 Nash DR/2010 (Финляндия) и реактивов фирмы Nash, 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.

Превышение предельно допустимого уровня в воде исследованных водоемов выявлено по следующим металлам: 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.

Загрязняющими веществами р.Кола, озер Питьевого и Семеновского являются фосфаты, аммонийный азот, железо, медь, марганец.

В результате проведенных нами исследований пресных водоемов города, относящихся к бассейну Кольского залива, было установлено, что наибольшей антропогенной нагрузке подвергаются следующие пресные водоемы бассейна Кольского залива: 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 2001–2008 гг. отмечено увеличение средней концентрации большинства определяемых показателей.

Отмечено, что высокий уровень загрязнения воды в данных водоемах сохраняется в течение всего года и объясняется их невысокой разбавляющей способностью и 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.

**ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ РЕЧНОЙ МОЛОДИ АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

**Мишанина Л. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО МГТУ, кафедра микробиологии и биохимии)

Значимым критерием оценки физиологического состояния рыб является исследование жирнокислотного состава. Проанализирован жирнокислотный состав мышечной ткани сеголеток из рек Западная Лица, Печа, Пак, Кола, Йоканьга, Поной и Умба.

Главными составляющими жирнокислотного пула являются 7 ненасыщенных (пальмитолеиновая 16:1, олеиновая 18:1, линолевая 18:2 $\omega$ -6, линоленовая 18:3 $\omega$ -3, арахидоновая 20:4 $\omega$ -6, эйкозапентаеновая 20:5 $\omega$ -3 и докозагексаеновая 22:6 $\omega$ -3) и 2 насыщенные жирные кислоты (пальмитиновая и стеариновая). Характерны значительные различия в соотношении двух эссенциальных жирных кислот (линолевой и линоленовой) для молоди из рек Западная Лица, Печа, Пак, Йоканьга, Поной и из рек Кола и Умба. Так, отношение содержания линоленовой к линолевой кислоте у молоди из первых пяти рек превышает этот показатель у объектов из последних двух рек в 6 раз.

Накопление 20:5 $\omega$ -3 и 22:6 $\omega$ -3 кислот у молоди атлантического лосося из всех исследованных рек указывает на возможное их участие в поддержании целостности структуры мембран, так как они в основном входят в состав фосфолипидов. Показано, что 20:5 $\omega$ -3 может быть предшественником для синтеза эйкозаноидов (простагландинов, лейкотриенов), 22:6 $\omega$ -3 может выступать в роли источника энергии при экстремальных условиях среды обитания (Toscher, 1985).

Для мышечной ткани сеголеток из рек Западная Лица, Печа, Пак, Кола, Йоканьга, Поной и Умба характерно высокое содержание полиеновых жирных кислот (в сумме) по сравнению с моноеновыми. ПНЖК обеспечивают необходимую жидкость и проницаемость липидного бислоя.

Мышечная ткань молоди из рек Западная Лица, Печа, Пак, Йоканьга и Поной характеризуется более высоким уровнем полиеновых кислот, в том числе  $\omega$ -3 кислот, по сравнению с мышечной тканью молоди из рек Кола и Умба, что свидетельствует о повышенной жидкости биомембран мышечных клеток и ускорении метаболизма для сеголеток из первых пяти рек по сравнению с объектами из последних двух рек.

Повышение количества полиеновых кислот многие авторы связывают с увеличением двигательной активности (Шульман, 1972; Крепс, 1981), это характерно для молоди, обитающей в реках с повышенным расходом воды и быстрым потоком течения, то есть в реках Западная Лица, Печа, Пак, Йоканьга и Поной. На содержание полиеновых кислот в липидах рыб оказывают влияние такие факторы, как уровень

естественной подвижности и температура обитания, причем воздействие первого бывает более сильным, чем второго (Крепс, 1981).

**Литература.**

1. Крепс, Е. М. Клеточные липиды и их роль в адаптации водных организмов к условиям существования / Е.М. Крепс. - В кн.: Физиология и биохимия морских и пресноводных животных. - Л. : Наука, 1979.- С.- 3-21.
2. Мишанина (Похольченко), Л.А. Тканевые белки и липиды у дикой и заводской молоди атлантического лосося *Salmo salar* L. Кольского полуострова : Автореф. дис. ... канд. биолог. наук / Л.А. Мишанина (Похольченко). - Петрозаводск, 2011. – 23 с.
3. Шульман, С.С. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб / С.С. Шульман. – М. : Пищ. пром-сть, 1972. - 368 с.
4. Tocher, D.R. Fatty acid composition of phospholipids and neutral lipids during embryonic and early larval development in Atlantic herring (*Clupea harengus*) / D.R. Tocher // *Lipids*, 1985. – Vol. 20. - № 2. – P. 69-74.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОДЕГРАДАЦИИ ХИТИНА В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

Рысакова К. С.<sup>1</sup>, Порцель М. Н.<sup>1</sup>, Новиков В. Ю.<sup>1</sup>, Лыжов И. И.<sup>1</sup>, Голикова Л. Н.<sup>2</sup>, Карасева Т. А.<sup>2</sup>, Петрова Е. М.<sup>3</sup> (г. Мурманск, Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (ФГУП ПИНРО), <sup>1</sup>лаборатория биохимии и технологии; <sup>2</sup>лаборатория болезней промысловых гидробионтов г. Мурманск, МГТУ, <sup>3</sup>кафедра микробиологии и биохимии)

The point of this research was a process of chitin biodegradation in natural environment. Ground samples were taken in coastal zone as well as in the Barents sea' bottom. Number of bacteria and mold and yeast species with chitinolytic activity were found in the samples from coastal zone. There were none of this species in the samples from sea bottom. Moreover, chitinolytic activity of sea ground and half-life of chitin were cleared.

Различные ракообразные производят ежегодно миллиарды тонн хитина. Естественные процессы линьки и гибель ракообразных приводят к непрерывному осаждению этого полисахарида на дно океана. Установлено, что основной путь расщепления хитина в океане – микробиологический, в процессе которого хитин в морской среде постоянно расщепляется и продукты его деструкции возвращаются в пищевую цепь. Бактерии, продуцирующие хитиназы, играют важную роль в деградации хитина в мировом океане.

Система Баренцева моря способна очень медленно утилизировать хитин. Следовательно, есть опасность накопления значительных объемов этого вещества на грунте Баренцева моря, что может повлечь за собой кардинальные изменения в бентосных сообществах и далее во всех биотопах Баренцева моря. Увеличение биомассы хитинолитических бактерии может вызвать негативные последствия в виде вспышки бактериальных заболеваний ракообразных, что также влечет за собой существенные экологические изменения.

Целью нашей работы являлось обнаружение и идентификация хитинрасщепляющих бактерий в Баренцевом море.

Нами были проанализированы образцы грунта, взятые из открытой части Баренцева моря и литоральной зоны.

### *Материалы и методы*

Анализировались пробы морского грунта, отобранные в октябре 2012 года в рейсе научно-исследовательского судна и на литорали Кольского залива. В качестве питательных сред для первичного выделения микроорганизмов были использованы сусло-агар (для грибов) и агаровая среда с коллоидным хитином.

Общий химический состав грунта (массовые доли воды, золы, белков, жира), определяли по стандартным методикам [1].



Массовую долю хитина определяли расчётным путём по количеству образующегося при кислотном гидролизе D(+)-глюкозамина по методу Эльсона-Моргана и методом ВЭЖХ на обращённой фазе [6].

Идентификацию аминополисахаридов осуществляли методом ВЭЖХ на обращённой фазе по образованию D(+)-глюкозамина и D(+)-галактозамина при кислотном гидролизе образцов [7].

Концентрацию восстанавливающих сахаров определяли методом с использованием гексацианоферрата калия [8]. Концентрацию D(+)-глюкозамина определяли по методу Эльсона-Моргана [6], концентрацию N-ацетил-D-глюкозамина определяли методом, основанным на образовании комплекса с п-диметиламинобензальдегидом [5].

#### *Результаты исследования*

Микробиологическое исследование проб, отобранных на литорали Баренцева моря. При исследовании проб грунта, отобранного на литорали Кольского залива, было установлено, что видовой состав бактериального сообщества оказался более разнообразным и многочисленным по сравнению с пробами грунта, отобранными в море.

Для выделения чистой бактериальной культуры с первичных посевов отбирали колонии с видимой зоной лизиса субстрата. Отобранные колонии пересеивали на агаровую среду, содержащую хитин. Хитинолитические бактерии составляли в среднем 2,2% от общего количества микроорганизмов. На 3-4 сутки инкубации посевов зона лизиса составляла от 5 до 7 мм.

При микроскопии мазков были обнаружены грамотрицательные слегка изогнутые палочковидные микроорганизмы, обладающие оксидазо-положительными и каталазо-отрицательными свойствами. Предположительно, выделенные бактерии отнесены к семейству Vibrionaceae. Как показал анализ научных публикаций, Vibrionaceae, в которое входят роды *Vibrio* и *Photobacterium*, рассматривается как важнейшее семейство бактерий, расщепляющих хитин в морской среде, используя продукты гидролиза в качестве источника азота и углерода [3,4]. На сусло-агаре были выделены дрожжеподобные грибы рода *Candida* и мицелиальные грибы, относящиеся к родам *Penicillium*, *Aspergillus* и *Mucor*.

Микробиологическое исследование проб, отобранных со дна Баренцева моря. Во всех пробах морского грунта, отобранного со дна, бактерии или грибы, способные расщеплять хитин, обнаружены не были. Состав микрофлоры морского грунта был представлен грамотрицательными бактериями, не обладающими хитинолитической активностью. При росте на плотных питательных средах вокруг колоний зона лизиса отсутствовала. На микологической среде (сусло-агар) были выделены дрожжевые грибы *Ectophiala* sp., дрожжи, относящиеся к классу *Ascomycetes* и плесневые грибы *Penicillium* sp. Рост грибных культур на питательной среде с добавлением коллоидного хитина не сопровождался его гидролизом.

Изучение биодеструкции хитина. Была изучена биодеструкция хитина на литорали Кольского залива. По гравиметрическим данным был произведен расчет скорости деструкции. Скорость деструкции образцов хитина % от сухой массы в сутки составила 0,196, период полураспада - 254 сут, а панциря краба – 0,967% с периодом полураспада – 52 сут. Панцирь разрушается быстрее, что обусловлено растворением минеральной и белковой части. Следует отметить высокую интенсивность гидродинамических процессов в районе литорали, что может обуславливать высокую скорость вымывания из панциря солей кальция и магния, а так же водорастворимой фракции белков. В процессе получения хитина из панциря была удалена минеральная и белковая составляющие, поэтому изменение его массы не столь значительно.

Для оценки скорости гидролиза хитина был исследован химический состав морского грунта. Содержание хитина определяли по глюкозамину после кислотного гидролиза, его массовая доля составила  $0,16 \pm 0,04\%$ .

#### *Выводы*

Таким образом, установлено, что морские отложения содержат относительно небольшое количество хитина (0,16%). Следовательно, несмотря на постоянный приток данного полисахарида, в грунте наблюдается его быстрое расщепление морскими микроорганизмами.

#### **Литература:**

1. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа : ГОСТ 7636-85. – Введ. 01.01.1986. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 141 с.
2. Dishe Z.:J. Biol. Chem. 167, 189 (1947).
3. Hunt D. E., Gevers D., etc. Applied and Environmental Microbiology,74, No. 1, 44-51 (2008).
4. Mansson M., Gram L., Larsen T. O.: Marine Drugs, 9, No. 9., 1440-1468 (2011).
5. Reissig, J. L. A modified colorimetric method for the estimation of N-acetylamino sugars / J. L. Reissig, J. L. Strominger, L. F. Leloir // The Journal of Biological Chemistry. – 1955. – Vol. 217, № 2. – P. 959-966.

6. Rondle C. J. M., Morgan W. T. J. The Determination of glucosamine and galactosamine // *Biochem J.* – 1955. – V. 61, N 4. – P. 586-589.
7. Studelska D. R., Giljum K., McDowell L. M., Zhang L. Quantification of glycosaminoglycans by reversed-phase HPLC separation of fluorescent isoindole derivatives // *Glycobiology.* – 2006. – V. 16, N 1. – P. 65-72.
8. Imoto, T. A simple activity measurement of lisozyme / T. Imoto, K. Yagishita // *Agricultural and Biological Chemistry.* – 1971. – Vol. 35, № 7. – P. 1154-1156.

## ВИДЫ ПОКОЯ СЕМЯН И ЕГО ОСОБЕННОСТИ У СЕМЯН ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ (ОБЗОР).

**Шашкова Е. В., Падалко В. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО МГТУ, кафедра микробиологии и биохимии)

В практике растениеводства Мурманской области часто наблюдается разрыв в показателях лабораторной и полевой всхожести семян. Эти нарушения в прорастании могут быть связаны с состоянием покоя, как ответной реакцией семян на экстремальные метеорологические факторы в период созревания (Махоткина, 1963). Такие экстремальные условия характерны как для районов с континентальным климатом Кольского полуострова, так и для районов с морским климатом

Затрудненное прорастание или его отсутствие при обычных благоприятных условиях связано либо с особенностями самих семян (органический покой), либо с неподходящими для них внешними условиями (вынужденный покой). Причиной второго чаще всего являются неблагоприятная температура или недостаток влаги, препятствующие прорастанию.

Органический покой семян обусловлен их структурными особенностями (например: водонепроницаемость покровов, присутствие ингибиторов в околоплоднике) или сугубо физиологическим состоянием зародыша. Доразвитие зародыша обычно протекает в набухших семенах в тепле при +10 - +30°C, т.е. в условиях тепловой стратификации (Крокер, Бартон, 1955; Николаева и др., 1990). Этот вид покоя, в основном, характерен для растительных видов южных широт.

В семенах многих растений умеренного климата, в том числе хвойных видов, часто наблюдается физиологический механизм торможения прорастания: такие семена приобретают способность прорасти только под влиянием длительной холодной стратификации (Стрибуль и др, 1995) а в естественных условиях - после действия осенне-весенних холодов.

Эта особенность семян обеспечивает молодым растениям сохранность, так как раннее прорастание привело бы проростки к гибели от низких температур (Кунгурцева, 1966; Крамер, Козловский, 1983; Стрибуль и др, 1995). С другой стороны, способность семян находиться в состоянии покоя способствует накоплению запасов семян в почве, обеспечивая сохранение растительного генофонда.

У большинства видов рода *Pinus* из южных районов Земного шара (Средиземноморье, Северная и Южная Америка) семена не имеют покоя или он физиологически неглубокий, но и в районах с более суровым климатом известны виды с неглубоким покоем семян, в том числе сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) (Николаева, 1990).

Отмечено, что у семейства *Pinaceae* зародыш вполне развит, а покой семян физиологически неглубокий или он отсутствует (табл. 1). Однако

среди них в родах *Pinus*, *Juniperus* и др. выделяются отдельные виды, у которых семена находятся в глубоком физиологическом покое.

Семена *Pinus sibirica* и *P. cembra* и некоторых других характеризуются недоразвитием зародыша, т.е. находятся в глубокомморфофизиологическом покое (табл. 1).

Таблица 1. Особенности проращивания покоящихся семян хвойных видов

Вид растения	Тип покоя семян	Способ подготовки семян к проращиванию
Лиственница сибирская ( <i>Larix</i> )	Физиологический неглубокий	Стратификация: при 0+5°C в теч. 20-30 суток
Лиственница Гмелина ( <i>L. gmellinii</i> Rupr.)	Физиологический неглубокий	Проращивание: при +20°C (16ч)+30°C(8ч); Стратификация: при 0+5°C в теч. 0,5-1,5 мес.
Сосна обыкновенная ( <i>Pinus sylvestris</i> )	Нет или физиологический неглубокий	Стратификация: при +2+5°C в теч. 2-3 мес. (необязательна)
Сосна сибирская ( <i>Pinus sibirica</i> )	Комбинированный: слабый экзогенный + глубокий физиологический или	Стратификация: 1,5 мес. при +2°C; 1,5
Ель обыкновенная ( <i>Picea abies</i> Karst.)	Нет или физиологический неглубокий	Холодовая стратификация в теч. 1-2 мес. улучшает прорастание, но необязательна
Ель сибирская ( <i>P. obovata</i> Ledeb.)	Нет или физиологический неглубокий	Холодовая стратификация в теч. 1-2 мес. улучшает прорастание, но
Пихта сибирская ( <i>Abies sibirica</i> Ledeb.)	Физиологический неглубокий и промежуточный (семена неоднородны по	Проращивание: при +18+20°C Стратификация: при +5+8°C в теч. 1,5-2,5 мес.

Явление покоя семян достаточно лабильно и зависит не только от филогенеза растений, но и от условий их прорастания. Способность семян находиться в состоянии покоя, играет исключительную роль в сохранении и распространении растений на Земле (Николаева, 1990).

#### Литература

1. Крамер П. Д., Козловский Т. Т. Физиология древесных растений. - М., 1983.
2. Крокер В., Бартон Л. Физиология семян. - М: ИЛ, 1955. - 398 с.

3. Кунгурцева В. В. К познанию природы покоя семян зерновых культур в Сибири. в сб.: Физиологические механизмы регуляции приспособления и устойчивости у растений /под ред. М.М. Гребенниковой. - Новосибирск, 1966.

4. Махоткина Г. А. Некоторые физиологические изменения в листьях и стеблях пшеницы при ускоренном старении. - в сб.: Физиологические основы приемов повышения устойчивости и продуктивности растений в Сибири / под ред. В. Ф. Альтергот. - Новоси�.: АН СССР, 1963.

5. Николаева, 1990; Рейвн и др., 1990; Третьякова, 1996; Юрасов, 1997 Овчаров К.Е. Физиология формирования и прорастания семян. - М.: Колос, 1976.-256 с.

6. Стрибуль Т. Ф., Тымчук В. М., Мильшина Стимулирующее действие низкотемпературного замораживания семян кукурузы на процесс их прорастания// Проблемы криобиологии. -1995. - №1. - С. 31 -37.

## ОСОБЕННОСТИ ВНУТРИКЛЕТОЧНОГО ПРОТЕОЛИЗА МОРСКИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

Шкуратова Е. Б.<sup>1</sup>, Мухин В. А.<sup>2</sup> <sup>1</sup> (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии и биохимии, <sup>2</sup>г. Мурманск, ПИНРО)

### **Аннотация.**

Приведены данные об особенностях внутриклеточного протеолиза морских беспозвоночных, описаны некоторые свойства пищеварительных протеиназ. Определено, что при одинаковых условиях анализа активность ферментов у гидробионтов выше, чем у теплокровных, что, по-видимому, объясняется компенсаторным действием за низкотемпературные условия обитания.

Вопросы, связанные с механизмами протеолиза позвоночных, достаточно хорошо освещены в литературе, хотя и в этой области остается ряд нерешенных проблем. Система белкового катаболизма и ферменты, обеспечивающие этот процесс у морских беспозвоночных, изучены слабо.

Внутриклеточный протеолиз осуществляется при участии целой системы протеиназ и пептидаз. Огромное разнообразие протеолитических ферментов объясняется, очевидно, большим количеством различных белков, каждый из которых имеет свою субстратную конформацию, особенности аминокислотного состава, доступность пептидных связей для расщепления. Кроме того, для каждого фермента характерна субстратная специфичность, свой оптимум pH, зависимость от температуры, а также локализация в клетке и во внеклеточном пространстве [7].

Внутриклеточный протеолиз, деструктивная функция которого направлена на расщепление внутриклеточных компонентов, осуществляется, главным образом, при участии лизосомного аппарата [7]. У беспозвоночных пепсины не обнаружены и к настоящему времени считается, что их роль в процессе пищеварения у беспозвоночных играют катепсины [15]. Протеолитические ферменты лизосом (катепсины) имеют максимум активности в зоне pH 2.5-6.5 [4].

Для всех морских беспозвоночных pH пищеварительного тракта (включая примитивный желудок) составляет 6,0-8,0. Слабощелочной гидролиз белка и механическая обработка пищи происходят преимущественно в пищеварительных полостях беспозвоночных, а кислотный гидролиз связан с лизосомальными структурами клеток эпителия пищеварительного тракта и лизосомами блуждающих амебоцитов. В нейтральной среде кислые протеиназы не проявляют активности и могут денатурироваться [15].

Катепсины D рыб и морских беспозвоночных показывают высокую активность по отношению к гемоглобину; промежуточную - к  $\gamma$ -глобулину и мышечным белкам; низкую - к яичному альбумину и не проявляют

гидролитической активности по отношению к дипептидным субстратам. Исключение составляет относительно высокая специфическая активность катепсина D из тканей некоторых рыб и морских беспозвоночных при гидролизе бычьего сывороточного альбумина [2].

Большинство катепсинов D млекопитающих имеют изоэлектрическую точку (ИЭТ) в пределах от слабокислых до нейтральных значений pH [5]. Подобные данные были получены для катепсина D из королевского гребешка (ИЭТ-5,6) [13]. ИЭТ в щелочной среде (8,5) была определена для катепсина D из пищеварительной железы кальмара, хотя аминокислотный состав этого фермента очень сходен с катепсином D млекопитающих [9].

Гемоглобин используется в качестве субстрата в большинстве исследований катепсина D, что объясняется его исключительной чувствительностью к действию этой протеиназы [5]. Катепсин D мантии кальмара гидролизует актомиозин карпа, но не переваривает азоказеин [12]. Протеиназы из гепатопанкреаса двух видов крабов переваривают гемоглобин в пять раз быстрее, чем казеин при pH 3,8 [6].

Доля кислых протеиназ в общей активности пищеварительного тракта представителей иглокожих (кукумария *Cucumaria frondosa*) больше, чем щелочных. При исследовании протеолитической активности ферментов гепатопанкреаса северной креветки *Pandalus borealis* было отмечено преобладание активных протеиназ в кислой зоне [16].

Работы по определению специфической активности очищенного катепсина D из морских беспозвоночных также немногочисленны. Максимальная специфическая активность была отмечена при гидролизе гемоглобина при 25 °С - 3700 ед/мг для катепсина D из мантии мидии [11]. Следует особо подчеркнуть, что эта активность отражает начальный уровень переваривания, когда время инкубации составляет только 5 минут. Много меньшие значения были получены для катепсина D из пищеварительной железы кальмара и мышц рыб - 1400 и 900 ед/мг, соответственно [9], хотя активность была измерена при 37 °С. Эти значения близки к таковым для различных катепсинов D из тканей млекопитающих.

Таким образом, катепсины D водных беспозвоночных, рыб и млекопитающих обнаруживают значительное сходство в физико-химических свойствах. У беспозвоночных, не имеющих пепсина, катепсин D, возможно, выполняет пищеварительные функции, наряду с типично внутриклеточными лизосомальными функциями.

В то время, как беспозвоночные со слабой или отсутствующей желудочной секрецией используют катепсины как внеклеточные пищеварительные ферменты, многие рыбы имеют развитый желудок и кислую секрецию, что развило у них специализированные пищеварительные протеиназы.



Эластазная активность обнаружена в пищеварительных органах некоторых видов беспозвоночных. Имеются сообщения о присутствии эластазной активности в гепатопанкреасе европейского омара *Homarus gammarus*, в пищеварительной железе исландского гребешка *Chlamys islandica* [3], в гепатопанкреасе камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* [12].

Трипсин и химотрипсин являются типичными пищеварительными ферментами и секретируются в виде предшественников - трипсиногена и химотрипсиногена поджелудочной железой всех позвоночных животных. Трипсиноподобная протеиназа встречается в пищеварительном тракте беспозвоночных [1].

При изучении свойств трипсина камчатского краба *Paralithodes camtschaticus*, было обнаружено, что данный фермент гидролизует BARNA (Bz-Arg-pNA) в 19 раз эффективнее, чем трипсин быка. Этот факт был подтвержден многими исследователями [8].

Протеолитическая активность в ферментном препарате из гепатопанкреаса камчатского краба значительно превосходит таковую в ферментных препаратах из гепатопанкреаса морских звезд и креветки. Подобная высокая активность протеиназ является экстенсивной эволюционной компенсацией за слабую дифференциацию пищеварительной системы, невысокую субстратную специфичность ферментов и, как уже отмечалось, за холодную среду обитания (температура воды в Северных морях далека от оптимума проявления активности большинства ферментов) [16].

Отличительная черта протеолитической активности пищеварительного тракта морских беспозвоночных (камчатский краб *Paralithodes camtschaticus*, северная креветка *Pandalus borealis*, морская звезда *Asterias rubens*) - наличие некоторой активности при низкой температуре (5 – 15 °C), что, вероятно, следует рассматривать как пример биохимической адаптации к холодным условиям среды обитания данных организмов [16].

Согласно полученным данным температурный оптимум активности препарата из гепатопанкреаса камчатского краба по отношению к гемоглобину – 55 °C. По данным других исследователей, максимальная активность по отношению к коллагену обнаруживается также при температуре 50 -55 °C. При температуре инкубационной среды более 50 °C (55 °C для камчатского краба) отмечается значительное снижение протеолитической активности пищеварительных протеиназ исследуемых объектов, что, очевидно, обусловлено денатурацией ферментов [16].

В природе встречаются ферменты двух типов, активные по отношению к нативному коллагену: металлопротеиназа, локализуемая, как правило, вне пищеварительного тракта и типичная сериновая пищеварительная протеиназа, близкая по свойствам к трипсину и

химотрипсину. До недавнего времени считалось, что коллагеназы продуцируют только бактериальные организмы. Коллагеназа, расщепляющая нативный коллаген, была обнаружена в гепатопанкреасе различных ракообразных: краба *Uca pugilator* [1], камчатского краба *Paralithodes camtschaticus*, тропической креветки *Penaeus vannamei*, креветок *Penaeus monodon*, *Penaeus japonicus*, *Penaeus penicillatus* [14], японского омара *Panulirus japonicus* [8]. Полагают, что у ракообразных присутствие коллагенолитической протеиназы обеспечивает усвоение падали.

Кальпаины и кальпаиноподобные ферменты были обнаружены в тканях ряда морских беспозвоночных: в мышцах клешни и брюшка омара *Homarus americanus*; в мускуле-замыкателе гребешка *Patinopecten yessoensis*, в мышцах креветки *Penaeus monodon*; в мышцах клешни краба.

### 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., Новиков В.Ю. Белковые гидролизаты из отходов переработки морепродуктов // Птицеводство. - 2002.- № 1 – С. 21-23.
3. Мухин В.А. Протеолитические ферменты в тканях некоторых морских беспозвоночных: Автореф. дисс.... канд. биол. наук.- М., 1998.- 26 с.
4. Мосолов В.В. Протеолитические ферменты.- М.:Наука, 1971.- 413 с.
5. Barrett A.J. Lysosomal acid proteinase of rabbit liver // Biochem. J.- 1971.- Vol. 104.- P. 601.
6. 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.
7. Bohley P. Intracellular proteolysis // Hydrolytic enzymes. Biomedical division.- 1987.- P. 307.
8. Galgani F., Nagayama F. Digestive proteolysis and digestive proteinases in deep sea crabs *Geryon affinis* and *Chionoecetes japonicus* // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.- 1988.- Vol. 54, No. 6.- P. 983-987.
9. Gildberg A. Purification and characterization of cathepsin D from the digestive gland of the pelagic squid *Todarodes sagitatus* // J. Sci. Food Agric.- 1987.- Vol. 39.- P. 85-94.
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., Dzungovskaya A.V., Artyukov A.A., Zakharova N.N. // Comp. Biochem. Physiol.- 1993.- Vol.106 B,

No. 3.- P.681-684.

12. Reid R.G.B., Rauchert K. Catheptic endopeptidases and protein digestion in the horse clam *Tresus capax* (Gould) // Comp. Biochem. Physiol.- 1976.- Vol. 54 B.- P. 467-472.

13. Tsai I.H., Lu P.J., Chuang J.L. The midgut chymotrypsins of shrimps (*Penaeus monodon*, *Penaeus japonicus* and *Penaeus penicillatus*) // Biochem. Biophys. Acta.- 1991.- Vol. 1080, No. 1.- P. 59-67.

14. Vonk H.J., Western J.R.H. Invertebrates proteinases // Compar. Biochem. and Physiol. of Enzymatic Digestion / Ed. by H.J.Vonk, J.R.H.Western.- London: Academic Press, 1984.- P. 184-254.

15. 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.

16. 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.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ ПРОТЕЗИРУЕМЫХ СИСТЕМ

Глазков В. П., Кулик А. А (г. Саратов, СГТУ, каф. «СИИ»)

The paper presents a method of research and security the stability motion of the prosthetic system. Research was carried out by the method of calculating the compensating torque developed by the control unit of the system. Compensating moments were calculated using the neural network simulation.

Активное развитие высокотехнологичного протезостроения, к которому относятся полуавтоматические протезируемые системы, требует применения новых методов не только в их проектировании, но и в обеспечении устойчивого движения протезируемых устройств.

Согласно определению устойчивости движения полуавтоматических и автоматических протезируемых устройств [1], движение протезируемой системы считается устойчивым, если отклонение реальных углов синергии системы совпадают с их идеальными значениями. Также необходимо учитывать, что устойчивость движения устройств рассматриваемого нами типа обуславливается устойчивостью работы электроприводной системы управления устройства. При этом для устойчивой работы системы управления необходимо, чтобы выполнялось условие  $U_{упр} = U_{ид}$ , где  $U_{упр}$  – управляющие сигнал;  $U_{ид}$  – идеальный сигнал. Выполнение данного условия обеспечивается минимизацией величины отклонения  $U_{упр}$  от  $U_{ид}$ , которое может быть осуществлено на базе нейросетевого моделирования.

Структурная схема компенсации нестабильности движения протезируемой системы на базе нейросетевого моделирования, представлена на рис. 1.

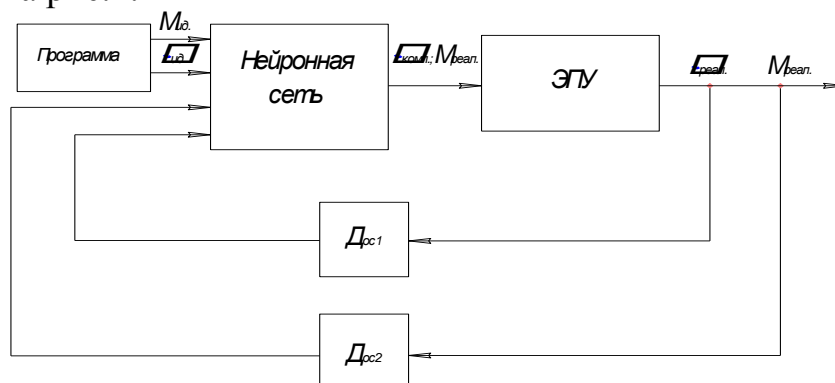


Рис. 1. Схема компенсации нестабильности движения протезируемой системы.

где  $M_{реал}$ ,  $M_{ид}$ ,  $M_{комп}$  – реальные, идеальные и компенсирующие значения электропривода,  $\theta_{реал}$ ,  $\theta_{ид}$ ,  $\theta_{комп}$  – реальные, идеальные и

компенсирующие значения углов поворота звена полуавтоматической протезируемой системы.

Согласно рис.1 сигналы  $U_{ид}$ ,  $U_{реал.}$  и  $U_{упр.}$  имеют следующие зависимости:

$$U_{ид} = f(\theta_i^o, M_i^o), U_{реал.} = f(\theta_i, M_i), U_{упр.} = f(\theta_i', M_i') \quad (1)$$

где  $\theta_i^o$  - идеальные значения углов поворота звеньев механизма;  $\theta_i$  - реальные значения углов поворота звеньев механизма;  $\theta_i'$  - значения углов компенсации отклонений реальных углов поворота звеньев механизма от идеальных;  $M_i^o$  - идеальное значение моментов прикладываемых к звеньям механизма;  $M_i$  - реальные значения моментов прикладываемых к звеньям механизма;  $M_i'$  - компенсирующие значения моментов прикладываемых к протезируемой системе.

Таким образом, контроль и управление работой электроприводом осуществляется по двум параметрам, определяющим устойчивое движение системы,  $\theta_i$  и  $M_i$ .

Кинематическая схема полуавтоматической протезируемой системы, представлена на рис.2 [2].



а

б

Рис. 2. Модель трехзвенной механической ноги: а- фаза опоры, б- фаза переноса.

Движение рассматриваемой протезируемой системы описывается дифференциальными уравнениями [2]:

а) для фазы опоры:

$$I_2 + m_2 a_2^2 + m_3 l_2^2 \ddot{\theta}_2 + m_3 l_2 a_3 \cos(\theta_2 - \theta_3) \ddot{\theta}_3 - (G_2 a_2 + G_3 l_2) \sin \theta_2 = M_2 - M_3, \quad (2)$$

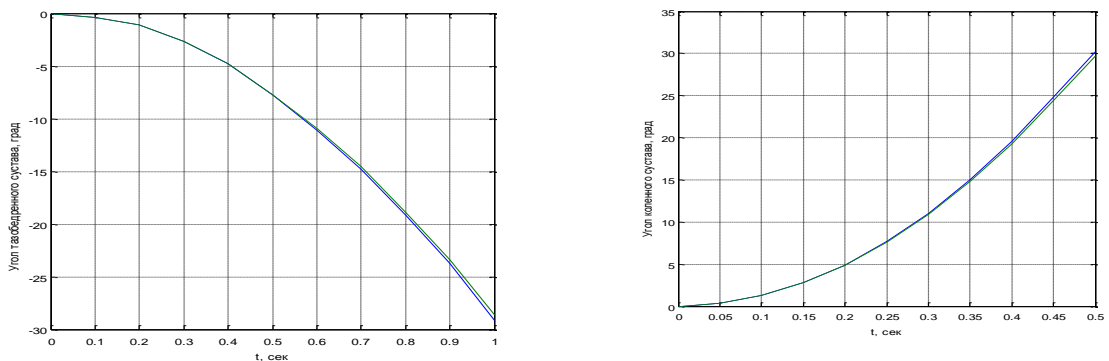
$$m_3 l_1 a_3 \cos(\theta_2 - \theta_3) \ddot{\theta}_2 + (I_3 + m_3 a_3^2) \ddot{\theta}_3 - G_3 a_3 \sin \theta_3 = M_3.$$

б) для фазы переноса.

$$\begin{aligned} I_3 + m_3 b_3^2 + (m_2 + m_1) l_3^2 \ddot{\theta}_3 + (m_2 l_3 b_2 + m_1 l_3 l_2) \cos(\theta_3 - \theta_2) \ddot{\theta}_2 + \\ + (G_3 b_3 + G_2 l_3 + G_1 l_3) \sin \theta_3 = M_3 - M_2, \\ (m_2 l_3 b_2 + m_1 l_3 l_2) \cos(\theta_3 - \theta_2) \ddot{\theta}_3 + (I_2 + m_2 b_2^2 + m_1 l_2^2) \ddot{\theta}_2 + (G_2 + G_1) b_2 \sin \theta_2 = M_2; \end{aligned} \quad (3)$$

где  $m_1, m_2, m_3$  – соответствующие массы звеньев;  $l_1, l_2, l_3$  – расстояния между суставами;  $a_1, a_2, a_3$  – расстояния между центрами тяжести звена и соответствующего сустава;  $b_1, b_2, b_3$  – расстояния между центрами тяжести звена и соответствующей точкой опоры;  $G_1, G_2, G_3$  – вес звеньев;  $M_1, M_2, M_3$  – суставные моменты;  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$  – угловые координаты, измеренные от вертикали.

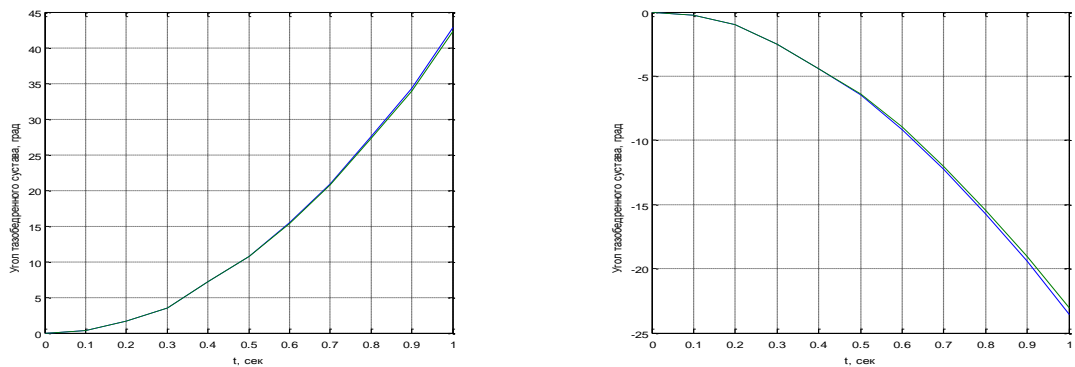
Решая дифференциальные уравнения (2) и (3) относительно угловых ускорений  $\ddot{\theta}_2$  и  $\ddot{\theta}_3$  можно построить зависимости  $\theta_i = f(t)$ . На рис.(2,3) показаны идеальные и реальные зависимости  $\theta_i = f(t)$ . Видно, что отклонение реальных внутренних углов поворота звеньев механизма от идеальных внутренних углов составляет  $\delta\theta_3(t) = [0 \div 0.5] \text{град}$ .



а

б

Рис. 3. Зависимость  $\theta_2 = f(t)$  для коленного сустава:  
а- фаза опоры, б- фаза переноса



а

б

Рис. 4. Зависимость  $\theta_3 = f(t)$  для тазобедренного сустава:  
а- фаза опоры, б- фаза переноса

Тогда при наличии известных значений реальных углов отклонения звеньев механизма, можно определить отклонения  $M_{\text{реал.}}$  от  $M_{\text{ид.}}$ :

- а) для тазобедренного сустава в фазе опоры  $\delta M(t) = [0 \div 2]H$  при  $t \in [0 \div 1]c$ ;
- б) для коленного сустава в фазе опоры  $\delta M(t) = [0 \div 0.35]H$  при  $t \in [0 \div 1]c$ ;
- в) для тазобедренного сустава в фазе переноса  $\delta M(t) = [0 \div 4]H$  при  $t \in [0 \div 1]c$ ;

г) для тазобедренного сустава в фазе переноса  $\delta\theta_2(t) = [0 \div 0.34]H$  при  $t \in [0 \div 0.5]c$ .

В ходе выполнения работы в качестве нейронной сети обеспечивающей стабильность движения рассматриваемой нами системы, была построена многослойная нейронная сеть с линейной функцией активации.

Структурная схема компенсирующей нейронной сети представлена на рис.5.

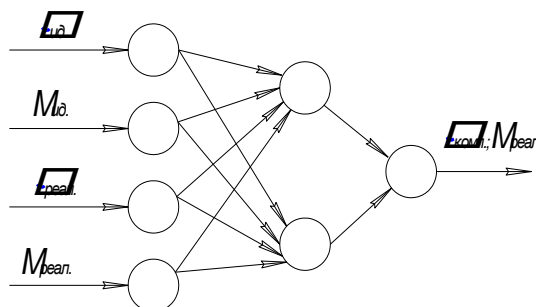


Рис.5. Структурная схема компенсирующей нейронной сети

В процессе проведенного нейросетевого моделирования, получены следующие результаты представленные в таблице.

Таблица. Результаты нейросетевого моделирования.

		$\theta_i$	$\theta_i^0$	$\theta_i^1$	$M_i$	$M_i^0$	$M_i^1$
Фаза опоры	Тазобедренный шарнир	10.66	10.74	10.74	44.76	45.1	45.1
		15.28	15.44	15.44	64.16	64.84	64.84
		20.68	20.92	20.92	86.84	87.85	87.85
		27.28	27.6	27.6	114.6	116	116
		33.94	34.34	34.34	142.5	144.2	144.2
		42.36	42.86	42.86	178	180	180
	Коленный шарнир	-7.72	-7.8	-7.8	5.2	5.35	5.35
		-10.95	-11.11	-11.11	7.5	7.62	7.62
		-14.51	-14.75	-14.75	9.9	10.12	10.12
		-18.87	-19.19	-19.19	12.95	13.17	13.17
		-23.34	-23.74	-23.74	16.02	16.3	16.3
		-28.64	-29.14	-29.14	19.65	20	20
Фаза переноса	Тазобедренный шарнир	-6.36	-6.44	-6.44	48.5	49.16	49.16
		-8.99	-9.15	-9.15	68.6	69.84	69.84
		-12	-12.24	-12.24	91.6	93.43	93.43
		-15.46	-15.78	-15.78	118	120.45	120.45
		-19.04	-19.44	-19.44	145.3	148.4	148.4
		-23.08	-23.58	-23.58	176	180	180
	Коленный шарнир	7.61	7.69	7.69	4.94	5	5
		10.89	11.05	11.05	7.19	7.3	7.3
		14.79	15.03	15.03	9.74	9.9	9.9
		19.3	19.62	19.62	12.68	12.9	12.9
		24.43	24.83	24.83	16.13	16.4	16.4
		29.74	30.24	30.24	19.66	20	20

Из таблицы видно, что значения вектора  $\bar{\theta}_i'$  совпадают со значениями вектора  $\bar{\theta}_i^0$ , что свидетельствует об адекватности работы нейронной сети согласно заданным параметрам.

Использование нейронных сетей в системах управления устройств такого типа, позволяет с высокой скоростью и точностью вычислить значения компенсирующих параметров управления, обеспечивающих устойчивое движение протезируемого механизма.

Таким образом, предлагаемый нами метод управления движением полуавтоматических протезируемых систем может быть успешно применен в их системах управления.

### **Литература**

1. Глазков В.П. Исследование устойчивости движения протезируемой системы / Глазков В.П., Кулик А.А. // Сборник трудов международной научной конференции «ММТТ-24», - Саратов, 2011 г., 2-й том, с.118-122.
2. Вукобратович М. Шагающие роботы и антропоморфные механизмы. Гл. ред. «Физико-математическая литература», М.: Наука. 1976.
3. Глазков В.П. «Математическая модель движения протезов и протезируемых систем для нижних конечностей человека» / Глазков В.П., Кулик А.А.// сб. трудов конф. ММТТ-23, июнь 2010г. С.141-143



**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ  
НАНОСТРУКТУРНОГО БЕМИТА НА СВОЙСТВА  
БИОКОМПОЗИТОВ**

**Мельникова И. П., Лясникова А. В., Веселухина С. В., Миндрин Е.С.**  
(г. Саратов, ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», кафедра «Биотехнические и медицинские аппараты и системы»)

*Using of AlOON mean creation of biocompatible material of new generation. The purpose of the work is the creation of technology of putting of nanocrystalline AlOON in the structure of plasma sprayed calcium-phosphate titanium coating for rising of its hardness and porosity and imparting it an antibacterial effect that was absent before. A process of impregnation of hydroxyapatite particles by AlOON suspension which based on distilled water and surfactant in ultrasonic bath and a structure of modified surface were studied.*

Для замещения костных дефектов различной этиологии в современной медицине широко используются биосовместимые материалы на основе алюмооксидной и кальцийфосфатной керамик. Недостатками подобных материалов являются низкая механическая прочность и отсутствие антимикробного эффекта.

Проблема повышения качества биосовместимых покрытий, на наш взгляд, может быть решена путём применения бемита (AlOON) в качестве элемента биокомпозиционного материала на основе гидроксиапатита (ГА).

В литературе имеются сведения о применении бемита для улучшения эксплуатационных характеристик материалов, связанных с его механическими свойствами и антисептическим воздействием [1,2].

Введение нанокристаллического бемита (5-30%) в порошок корунда и глинозёма приводит к повышению трещиностойкости до 25% и прочности при изгибе [1].

Широко применяются гидроксиды алюминия для создания абразивных и шлифовальных паст (в том числе зубных и антисептических) [1]. Американские фирмы «Argonide» и «NanoCeram<sup>TM</sup>» с участием российских специалистов наладили выпуск волокна диаметром 2 нм и длиной 10-100 нм из бемита. Благодаря наличию большого числа гидроксильных групп агрегаты волокон в водных растворах заряжаются положительно и активно сорбируют отрицательно заряженные бактерии, вирусы, неорганические и органические наночастицы, обеспечивая эффективную очистку воды, а также стерилизацию медицинских сывороток и биологических сред [3].

Ожидать при введении наноструктурного бемита появления антибактериального эффекта в плазмонапыленных модифицированных биосовместимых покрытиях можно также на основании того, что при лечении воспалительных процессов, возникающих при ожогах, пролежнях трофических язвах и т.д., уже применяются повязки, в которые вводится нанокристаллический бемит, что позволяет сокращать сроки лечения в среднем с 28 до 16 дней [4].

Целью работы является исследование применения наноструктурного бемита при создании биосовместимого плазмонапыленного покрытия на имплантаты из титана.

Давно разработаны и внедрены в клиническую практику препараты на основе серебра [5]. Однако введение его в ГА не приводит к значимому повышению его механических свойств.

Применение нанокристаллического бемита предполагает создание биосовместимых материалов нового поколения, применяемых в имплантологии.

В результате проведенного исследования предложены способы насыщения частиц ГА размером 40-90 мкм наночастицами бемита размером менее 50 нм в количестве 20 %.

Следует учесть, что при хранении нанопорошка бемита происходит его агрегация в агломераты размером 3-6 мкм. Проверка порошка на агломерирование путем взмучивания 1,5 г бемита в 5 мл дистиллированной воды показала, что через 30 минут происходит полная седиментация частиц. Поэтому при использовании порошка для его диспергирования целесообразно применение поверхностно-активного вещества (ПАВ) и обработки в УЗ ванне.

Опробован метод пропитки частиц ГА в ваннах с наночастицами бемита в количестве 1 г на 10 мл дистиллированной воды и 5%-ного раствора в дистиллированной воде ПАВ – полиэтиленгликоля ПЭГ-400. ПЭГ применяется в биомедицинской промышленности ввиду его высокой био- и гемосовместимости. Полимер не растворяется, а всего лишь набухает в воде. Образуются полимерные цепи, сшитые в сплошную сетку, которая может применяться как депо для наночастиц бемита, что облегчает процесс диспергирования порошка в суспензии и его проникновения в поры ГА.

При этом предварительно порошок бемита в воде или растворе ПЭГ-400 тщательно перемешивали механически и подвергали ультразвуковой обработке в течение 10 минут.

Полученные суспензии добавляли в порошок ГА и тщательно перемешивали. Кроме того порошок ГА смешивали с суспензией бемита в 5%-растворе ПЭГ и подвергали обработке в ультразвуковой ванне в течение 2 минут. Полученные три суспензии на основе порошка ГА

сушили на воздухе в течение суток, после чего в муфельной печи при температуре 200 °С в течение 1 часа.

На основании результатов лазерного микроспектрального анализа (рис. 1) и результатов изучения пористой структуры на компьютерном анализаторе поверхностей АГПМ6 (рис. 2) можно заключить, что наиболее эффективно насыщение частиц ГА наночастицами бемита перед их плазменным напылением происходит при обработке в УЗ ванне порошка и суспензии бемита и 5%-ного раствора ПЭГ в дистиллированной воде. При этом покрытия обладают развитой пористой структурой, позволяющей хорошо определять титановый подслои. Применение ультразвуковых колебаний в процессе пропитки частиц ГА бемитом приводит к полному насыщению пор и каналов частиц, а также к его поверхностному оседанию (рис.1 в). При пропитке порошка без использования ультразвука и ПЭГ получали лишь поверхностное оседание частиц бемита и закрытию ими пор покрытия, что иллюстрируется практически полным отсутствием линий титана в спектре покрытия (рис.1 а, таб. 1).

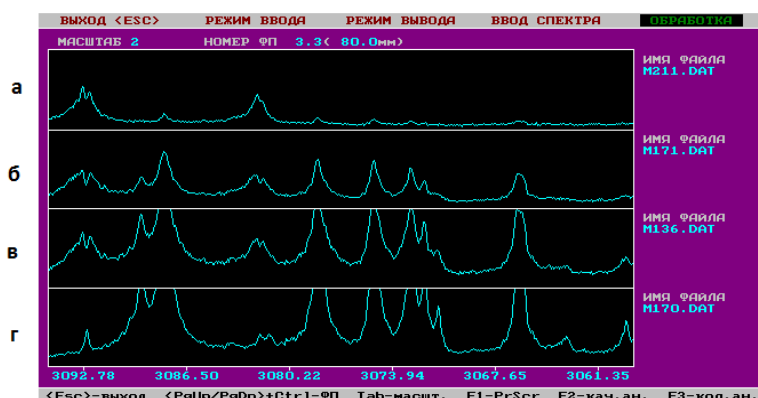
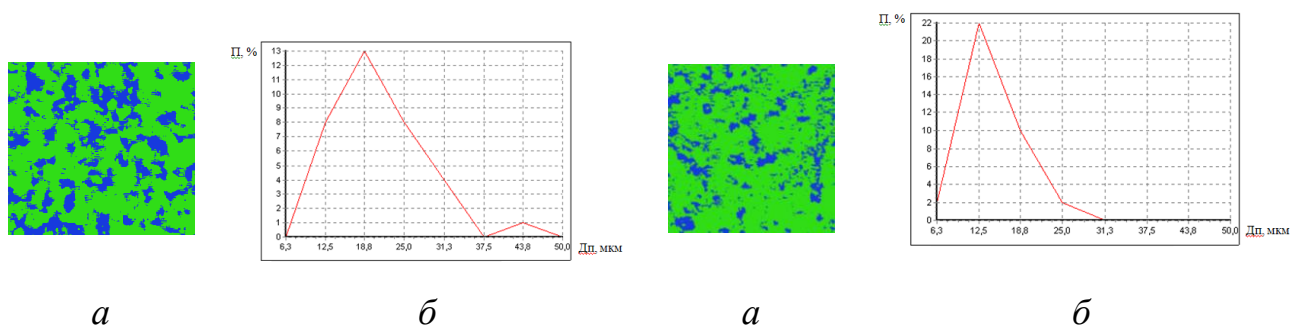


Рис.1. Спектр лазерного микроспектрального анализа покрытия ГА на титановом подслое, насыщенного бемитом: *а* – пропитка порошка из суспензии бемита в дистиллированной воде; *б* – пропитка порошка из суспензии бемита в 5% растворе ПЭГ в дистиллированной воде; *в* – пропитка в ультразвуковой ванне порошка и суспензии бемита в 5% растворе ПЭГ в дистиллированной воде; *г* – спектр титана.



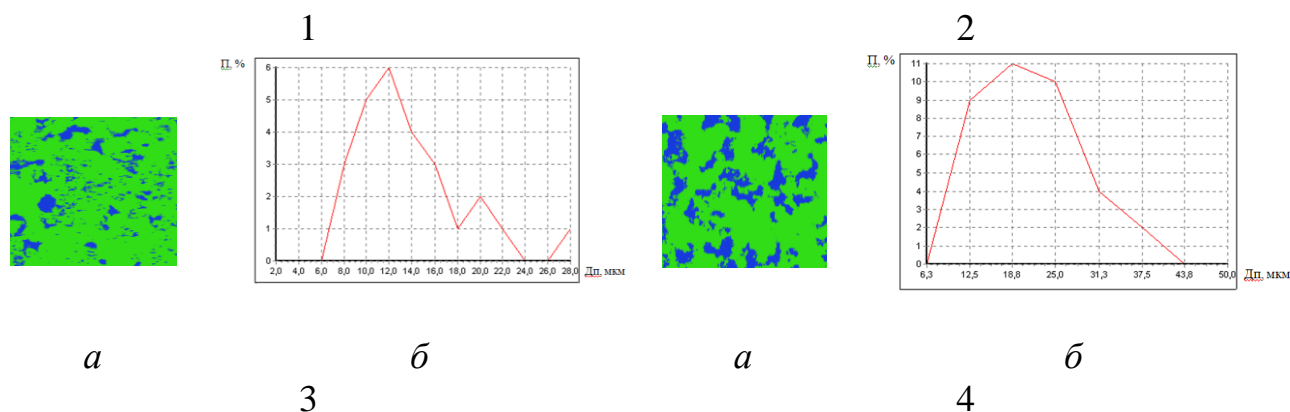


Рис.2. Структура плазмонапыленного покрытия ГА на титановом подслое (1) и насыщенного бемитом (2-4): а – пористость покрытия,  $400\times$ , б – зависимость пористости от размера пор; 1 – гидроксипатит, 2 – пропитка порошка перед напылением из суспензии бемита в дистиллированной воде; 3 – пропитка порошка из суспензии бемита в 5% растворе ПЭГ в дистиллированной воде; 4 – пропитка в ультразвуковой ванне порошка и суспензии бемита в 5% растворе ПЭГ в дистиллированной воде

Таб. 1. Отношение интенсивности линий компонента модификатора – алюминия Al 3082 нм и Al 3092 нм к интенсивности линии подслоя титана Ti 3078 нм в спектрах покрытия

Подготовка порошка перед напылением	$\frac{I \text{ Al } 3082}{I \text{ Ti } 3078}$	$\frac{I \text{ Al } 3092}{I \text{ Ti } 3078}$
ГА+(Al(OH) <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> O дист.) УЗ в течении 10мин	5	7
ГА+(Al(OH) <sub>3</sub> +5% ПЭГ в H <sub>2</sub> O дист.) УЗ в течении 10мин	0,57	0,86
ГА+(Al(OH) <sub>3</sub> +5% ПЭГ в H <sub>2</sub> O дист.) 1УЗ в течении 10мин 2УЗ в течении 2мин	0,5	0,67

Таким образом, при пропитке частиц ГА бемитом под ультразвуком наиболее мелкие наночастицы проникают в его поры и каналы, а крупные остаются на поверхности; при этом оставшиеся наночастицы в наименьшей степени забивают поры и каналы между частицами покрытия.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 12-08-31217 мол\_а.

### Литература

1. Мазалов Ю. А., Федотов А. В., Берш А. В., Судник Л. В., Лисицин А. В. Перспективы применения нанокристаллических оксидов и гидроксидов алюминия / М.: Технология металлов, № 1, 2008.-С. 8-11.
2. Интернет-сайт <http://www.rusnor.org/nanoworld/pro/7427.htm> - Результаты исследования применения наноструктурного бемита в

различных областях // Мазалов Ю. А., Судник Л. В., Федотов А. В., Берш А. В., Новожилов А. О. Дата обращения - 08.11.2011г.

3. Андриевский Р.А. Наноструктурные материалы: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 192с.

4. Пат. RU 2424825 С2 Гелеобразное покрытие из эластичного пенополиуретана для закрытия ран различной этиологии / Литинский М. А., Куранов А. А., Мальков А. В., Афонин А. В., заявл. 02.07.2009г., опубл. 10.01.2011г.

5. Мостовая О. С. Разработка и создание дентальных имплантатов с антимикробными свойствами для непосредственной установки в лунку удаленного зуба // Материалы Международной заочной научной конференции для молодых ученых, студентов и школьников «Наноматериалы и нанотехнологии: проблемы и перспективы»: электронное научн. издание. – ФГУП НТЦ «Информрегистр», Депозитарий электронных изданий, 2012. – С. 83-87.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И АДГЕЗИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАЗМОНАПЫЛЕННЫХ ГИДРОКСИАПАТИТОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Дударева О. А., Гришина И. П., Маркелова О. А., Протасова В. А., Лясникова А. В. (г. Саратов, ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», кафедра «Биотехнические и медицинские аппараты и системы»)

Results of researches of structural-morphological and adhesive characteristics of plasma coatings are given in article and the optimum modes of their spraying are offered.

В современной медицине широко используются имплантируемые конструкции различного назначения. Для повышения биосовместимости на поверхности таких конструкций с помощью технологии плазменного напыления наносятся биоконпозиционные покрытия, обладающие остеointегративными свойствами и способствующие долгому и надежному их функционированию [1-4]. Подобные покрытия должны быть адгезионнопрочными и высокопористыми, однако известно, что повышение степени пористости неизбежно связано с уменьшением прочности покрытия. Очевидно, что технология получения пористых покрытий имплантатов должна обеспечивать некоторое оптимальное соотношение между величиной прочности и пористости покрытия.

Целью работы было исследование адгезионных и структурно-морфологических показателей плазмонапыленных гидроксиапатитовых (ГА) покрытий, полученных при различных режимах напыления и характеристиках порошковых материалов.

Для решения поставленной задачи были использованы пластины из компактного титана ВТ-1-0 размером 15×15 мм, на которые с помощью технологии электроплазменного напыления наносили порошки титана (ПТС) и гидроксиапатита (БКС-50/150) различной дисперсности [1-3,5].

В зависимости от характеристик порошковых материалов и режимов напыления, образцы были разделены на шесть групп: 1. исходный порошок ГА, дисперсностью 40-150 мкм, дистанция напыления ГА – 150 мм; 2. исходный порошок ГА, дисперсностью 40-150 мкм, дистанция напыления ГА – 100 мм; 3. исходный порошок ГА, дисперсностью 40-150 мкм, дистанция напыления ГА – 50 мм; 4. ГА дисперсностью менее 90 мкм, дистанция напыления ГА – 100 мм; 5. ГА дисперсностью менее 70 мкм, дистанция напыления ГА – 100 мм; 6. ГА дисперсностью менее 40 мкм, дистанция напыления ГА – 100 мм.

Микрорельеф поверхности и распределение на ней пористости для групп образцов №1-3 представлены на рис. 2.

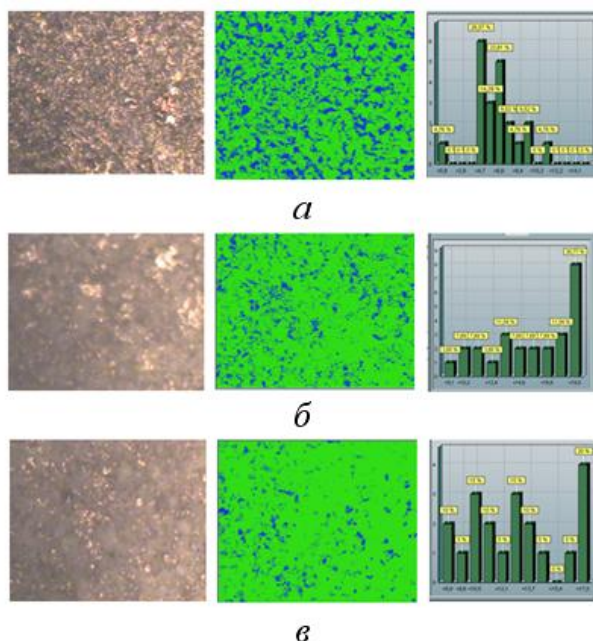


Рис. 2. Изображение микрорельефа поверхности и распределение пористости образцов из титана с подслоем титана и слоем ГА: *а* – дистанция напыления титан 200 мм, ГА 150 мм, *б* – дистанция напыления титан 200 мм, ГА 100 мм, *в* – дистанция напыления титан 200 мм, ГА 50 мм; поле зрения 640 мкм

Как видно из рис.2 *а*, поверхность образцов первой группы обладает высокой пористостью со средним размером пор 5,75 мкм. По-видимому, такое распределение пор по поверхности образца связано с тем, что дистанция напыления ГА составляла 150 мм, вследствие чего частицы порошка, достигая поверхности подложки, остывали и покрывали поверхность образца неравномерно.

На рис.2 *б* плазмонапыленное гидроксипатитовое покрытие представлено наличием мелких пор с включением крупных неправильной формы со средним размером пор 15,49 мкм, а также плотных, беспористых участков покрытия.

На рис.2 *в* поверхность образцов представляет малопористую неравномерную структуру с включениями плотных участков.

Микрорельеф поверхности и распределение на ней пористости для групп образцов № 4-6 были исследованы аналогичным образом. В результате чего установлено, что при уменьшении дисперсности порошка ГА происходит незначительное увеличение среднего размера пор.

При использовании порошка ГА  $\Delta_{ГА} < 40$  мкм покрытие формируется со средним размером пор 19,6 мкм, по-видимому это обусловлено тем, что частицы порошка ГА, имея размер менее 40 мкм, расплавляются в потоке плазменной струи и тем самым напыленное покрытие преимущественно состоит из частиц титана.

Морфология поверхности групп образцов были изучены с помощью металлографического микроскопа МИМ-7 (увеличение  $\times 120$ ) и представлены на приведенных ниже фотографиях (рис.3).

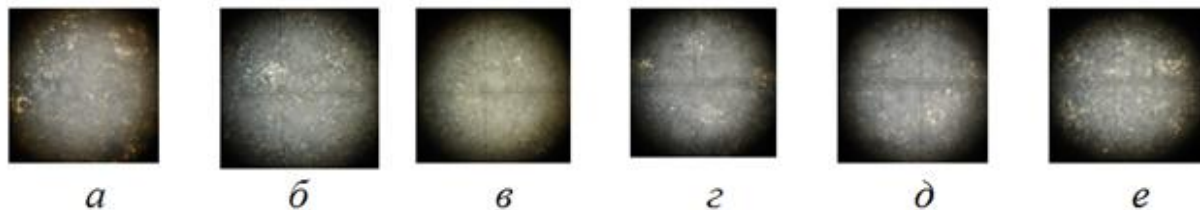


Рис. 3. Морфология поверхности образцов из титана с подслоем титана и слоем ГА:

*a* – дистанция напыления титан 200 мм, ГА 150 мм,  $\Delta_{ГА} < 150$  мкм; *б* – дистанция напыления титан 200 мм, ГА 100 мм,  $\Delta_{ГА} < 150$  мкм; *в* – дистанция напыления титан 200 мм, ГА 50 мм,  $\Delta_{ГА} < 150$  мкм; *г* – дистанция напыления титан 200 мм, ГА 100 мм,  $\Delta_{ГА} < 90$  мкм; *д* – дистанция напыления титан 200 мм, ГА 100 мм,  $\Delta_{ГА} < 70$  мкм; *е* – дистанция напыления титан 200 мм, ГА 100 мм,  $\Delta_{ГА} < 40$  мкм; увеличение  $\times 120$

На рис. 3 *a* представлена морфология поверхности образцов первой группы. Из рисунка видно, что сформированное покрытие состоит из частиц напыленного титана и отдельных агломератов гидроксиапатита, неравномерно распределенных по поверхности.

С уменьшением дистанции напыления порошка ГА (рис. 3 *б, в*), покрытие приобретает равномерный характер и однородную структуру. Однако при данных дистанциях напыления покрытие представлено плотным слоем.

При напылении порошка ГА дисперсностью 90 и 70 мкм (рис. 3 *г, д*) поверхность образцов выглядит равномерной и имеет хорошо прослеживаемые открытые поровые каналы с небольшими участками скопления расплавленных частиц ГА.

Исследование адгезионных характеристик напыленных ГА покрытий при различной дисперсности порошка ГА проводились в работах [3, 5], поэтому целесообразно провести исследования адгезионных свойств покрытия при изменении дистанции их напыления.

Для определения адгезии покрытия по методу нормального отрыва образцы попарно склеивали напыленными поверхностями.

Исследование покрытий на адгезию производили на образцах групп №1-3.

Первая группа образцов при нагрузке 80 кгс имеет адгезию, равную 5,7 МПа. Вторая и третья группы образцов при нагрузке 103 и 118 кгс имеют величину адгезии, равную 6,06 и 7,87 МПа соответственно.

На рис. 4 представлены фотографии образцов после разрыва на разрывной машине.



На представленных photographиях видно, что отрыв образцов произошел по линии гидроксиапатитового покрытия и адгезия покрытий составляет от 5,7 до 7,87 МПа.

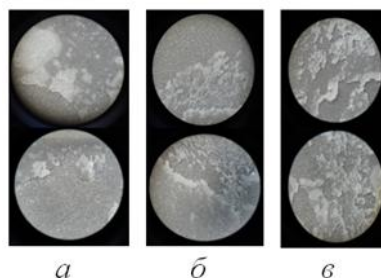


Рис.4. Поверхности образцов после разрыва: *а* – дистанция напыления титан 200 мм, ГА 150 мм,  $\Delta_{ГА} < 150$  мкм; *б* – дистанция напыления титан 200 мм, ГА 100 мм,  $\Delta_{ГА} < 150$  мкм; *в* – дистанция напыления титан 200 мм, ГА 50 мм,  $\Delta_{ГА} < 150$  мкм.

Таким образом, анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что наиболее оптимальными структурно-морфологическими характеристиками обладают покрытия, сформированные частицами ГА дисперсностью ГА 150-70 мкм при дистанции напыления 100 мм. Покрытия, сформированные при указанных параметрах, обладают наибольшей равномерностью и достаточно высокими значениями пористости. Такие покрытия могут быть рекомендованы для использования в качестве биосовместимых покрытий внутрикостных эндопротезов различного назначения, поскольку позволяют обеспечить хорошие показатели остеоинтеграции.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 12-08-31217 мол\_а.

### Литература

1. Лясникова А.В. Стоматологические имплантаты. Исследование, разработка, производство, клиническое применение / А.В. Лясникова, А.В. Лепилин, Н.В. Бекренев, Д.С. Дмитриенко. - Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2006. - 254 с.
2. Lyasnikova, A.V. Study of Structure of Bioceramic Coatings Obtained by Plasma Spraying of Hydroxyapatites of Synthetic and Biological Origins / V.N. Lyasnikov, A.V. Lyasnikova, A.V. Pivovarov, I.N. Antonov, V.A. Papshev // Biomedical Engineering. - Vol. 45. - № 4 - Pp. 119-127.
3. Лясникова А.В. Биосовместимые материалы и покрытия нового поколения: особенности получения, наноструктурирование, исследование свойств, перспективы клинического применения / А.В. Лясникова, Т.Г. Дмитриенко. - Саратов: Научная книга, 2011. - 220 с.

4. Хенч Л., Джоунс Д.. Биоматериалы, искусственные органы и инженеринг тканей. М.: Техносфера, 2006 – 304 с.

5. Гришина И.П., Маркелова О.А., Лясникова А.В. и др. Исследование влияния характеристик порошковых материалов и режимов плазменного напыления на структурно-морфологические параметры биосовместимых металлокерамических покрытий / Материалы Всероссийской заочной научной конференции для молодых ученых, студентов и школьников «Актуальные вопросы биомедицинской инженерии»: электронное научн. издание. – ФГУП НТЦ «Информрегистр», Депозитарий электронных изданий, 2011 – 191 с.

**Фундаментальные  
проблемы геологии  
Кольского полуострова и  
шельфа Баренцева моря**

## НОВЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБСТАНОВОК ФОРМИРОВАНИЯ ПРОТОЛИТОВ ДОКЕМБРИЙСКИХ КОМПЛЕКСОВ

**Козлов Н. Е.**<sup>1, 2</sup>, **Мартынов Е. В.**<sup>1, 2</sup>, **Сорохтин Н. О.**<sup>1, 2, 3</sup> (<sup>1</sup> – Апатиты, Геологический институт Кольского научного центра РАН; <sup>2</sup> – г. Апатиты, Апатитский филиал Мурманского государственного технического университета, кафедра геологии и полезных ископаемых; <sup>3</sup> – Москва, Институт Океанологии РАН)

The processes of developing nonlinear evolution of the Earth, which imposes restrictions on the use of the principle of actualism. An example of the use of an amendment to the evolution of matter in the reconstruction of a primary nature and conditions of formation of protoliths of granulite belts. It is shown that the amendment to varying degrees, affect the reconstruction of the complexes formed at different times.

Проблемами реконструкции первичной природы и геодинамических условий формирования протолитов супракрустальных комплексов, основанных на создании и использовании различных диаграмм, занимались многие авторы, среди которых можно назвать М.Р. Бхатиа, А.Ф. Грачева, Н.А. Домарацкого, А.С. Керра, В.А. Макрыгину, А.Н. Неелова, Дж.А. Пирса, А.А. Предовского, О.М. Розена, Х. Роша, А.В. Сидоренко, А. Симонена и многих других. Необходимо отметить, что в основу этих диаграмм ими закладывалась информация о содержании тех или иных элементов в объектах фанерозоя, что потом использовалось при исследовании супракрустальных комплексов докембрия. В целом этот подход известен как принцип актуализма.

Вместе с тем, некоторые данные позволяют предполагать, что процессы эволюции Земли развивались нелинейно, а, следовательно, названный принцип нельзя в полной мере применять к большинству комплексов раннего докембрия. Ранее и авторы настоящей работы [7] на большом фактическом материале, показали устойчивое значимое различие состава базальтов фанерозоя и метабазитов докембрия, что должно ограничивать возможности реконструкций с использованием вышеупомянутых диаграммных методов. Более корректным при проведении параллелей между докембрийскими и фанерозойскими породными комплексами представляется исходить из предположения о специфичности докембрийского периода развития планеты, с одной стороны, и некоторой общности в характере реализации геодинамических обстановок на всем протяжении геологической истории, с другой. Данный подход был сформулирован ранее [6] как положение о гомологичных рядах геодинамических режимов.

В настоящей работе описан новый подход к реконструкции обстановок формирования протолитов докембрийских комплексов, в определенной мере учитывающий описанное выше системное отличие состава объектов докембрия и фанерозоя. Данная работа продолжает исследования авторов, первые результаты которых были опубликованы ранее [4]. Необходимо отметить, что на ранних этапах работы авторы настоящей работы также как и другие исследователи использовали прямые аналогии, что порой приводило к неоднозначным результатам. Это может быть проиллюстрировано данными табл.1. Отчетливо видно, что близость фанерозойских объектов (№№ п/п 1,2 и 3 в табл. 1) к эталонным выборкам, соответствующим им по геодинамическим режимам, практически идеальная – «коэффициент близости» приближается к нулю, что означает их практическую идентичность. В то же время для докембрийских объектов результаты реконструкций (для каждого изученного объекта – верхняя строка таблицы), свидетельствуют о том, что без учета специфики докембрия во многих случаях мы получаем неоднозначный результат, что выражается в одновременной близости исследуемых объектов к нескольким эталонам.

Таблица 1

Результаты реконструкции обстановок формирования некоторых комплексов фанерозоя и докембрия (с использованием данных [4, 10, 1, 5, 12, 8])

NN п/п	Комплексы, пояса, районы	I	II	III	IV	V	VI
1*	Грабен о.Северный, Новая Зеландия	0.76	2.53	2.61	1.38	0.12**	2.72
2	Рифт о.Исландия	0.98	2.01	2.22	0.24	1.34	2.84
3	М.Антильская дуга	1.17	0.36	1.28	2.5	2.03	2.78
4	Северо- печенгский, Кольский п-ов	3.13** *	3.87	3.51	3.1	2.21	2.39
		3.09	3.68	3.44	2.98	2.18	2.35
5	Ольхонский, Прибайкалье	2.24	3.27	3.17	2.26	2.32	2.39
		2.18	3.13	3.08	2.23	2.26	2.31
6	Лапландский гранулитовый, Кольский по-в	2.67	2.68	3.16	3.53	3.26	3.5
		2.52	2.65	3.04	3.22	3.12	3.11
7	Анабарский щит	2.25	2.81	2.19	2.21	2.28	2.36
		2.08	2.73	2.15	2.14	2.22	2.18
8	Гранулиты С.-В. Азии	3.08	2.88	2.96	3.92	3.12	3.17
		2.63	2.77	2.84	3.12	2.87	3.01

9	Олекмо- курультино- зверевская зона (Алдан)	2.46	2.75	2.32	2.3	2.28	2.44
		2.14	2.71	2.26	2.21	2.2	2.2
10	С.-В. часть Сино- Корейского щита, Китай	2.44	2.78	2.57	3.22	2.61	2.57
		2.38	2.74	2.53	3.06	2.54	2.49
11	Шарыжалгайск ий, Прибайкалье	2.84	3.49	3.08	2.75	2.78	2.82
		2.63	3.28	2.97	2.74	2.76	2.8
12	Гранулиты Побужья, Украина	2.58	2.96	2.9	2.52	2.79	2.64
		2.13	2.92	2.87	2.24	2.63	2.33
13	Гранулиты Ю. Индии	3.16	3.75	3.39	3.46	3.25	3.14
		2.71	3.24	3.21	3.32	3.01	2.97

*I, II, III – юные, развитые и зрелые дуги, соответственно, IV- Сох, V- континентальные рифты, VI- траппы.*

*\*) 1-3 – фанерозойские комплексы, 4-13 – докембрийские комплексы с возрастом формирования протолиты 2.7 млрд.лет и менее (4-6), 2.7–3.3 млрд.лет (7-11), 3.4 млрд.лет, возможно более (12 -13).*

*\*\*\*) В таблице приведены расстояния выборок до соответствующих эталонных групп, условно названные «коэффициентами близости». Чем меньше значения приведенных коэффициентов, тем ближе сравниваемые объекты. Жирным выделены значения минимального отличия, если они значимо отличаются от ближайшего по величине значения.*

*\*\*\*\*) Подчеркнуты минимальные коэффициенты, незначимо отличающиеся друг от друга и значимо – от неподчеркнутых значений. Для докембрийских комплексов верхняя строка- значение «коэффициентов близости» без учета химической эволюции мантии, нижняя строка – с ее учетом.*

По нашему мнению, для получения достоверных результатов при сопоставлении состава древнейших породных ассоциаций с фанерозойскими гомологами необходим учет системных отличий состава докембрийских образований относительно фанерозойских эталонов (т.е. в данном случае «смещения» состава докембрийских метабазитов в многомерном пространстве относительно базальтов фанерозоя) и только после этого поиск эталона, максимально сходного с исследуемым объектом. В этой связи значительный интерес при решении задач реконструкции представляют теоретические данные, количественно описывающие эволюцию химического состава мантии [16]. Введение поправки на изменение мантийного вещества в ходе геологического времени позволяет более корректно применять этот принцип при решении

различных геологических задач. Математический аппарат для решения данной задачи был описан нами ранее [8].

Предложенный подход был проверен на примере реконструкции геодинамического режима формирования ряда докембрийских комплексов, исследованных ранее (табл.1). При введении поправки на химическую эволюцию мантии интерпретация становится достаточно определенной (табл.1, значения, приведенные в нижней строке) и ее достоверность при выбранном уровне значимости  $\varepsilon=0.05$  статистически значимо повышается (табл. 2). При этом результат реконструкций совпадает с полученным ранее в ходе независимых геолого-петрогеохимических исследований [3, 14, 6], что подтверждает возможность использования разработанной методики при проведении реконструкций геодинамических режимов раннедокембрийских объектов.

Необходимо отметить тот факт, что степень влияния данной поправки на результат реконструкции более древних по времени формирования протолита комплексов существеннее, чем для более молодых образований.

Таблица 2

Результаты распознавания геодинамических обстановок без учета и с учетом эволюции химического состава мантии (Литературные данные, обобщение [5, 6] с уточнениями [12, 9])

Комплексы, пояса, районы	Возраст протолита, млрд. лет	«коэффициент близости» к эталонам*		«коэффициент» близости» к эталонам после поправки		процент улучшения результата после поправки	
		без поправки					
Печенгский, Кольский п-ов	до 2.7	2.2	2.4**	2.2	2.3	1.4	2.9
Ольхонский, Прибайкалье)		2.2		2.2		1.8	
Лапландский гранулитовый, Кольский п-ов		2.7		2.5		5.6	
Анабарский щит	2.7 -3.3	2.3	2.6	2.1	2.4	7.6	9.0
С-В.Азия		3.1		2.6		14.6	
Олекмо-курультино-зверевская зона (Алдан)		2.5		2.1		13.0	

С-В часть Сино-Корейского щита (Китай)		2.4		2.4		2.5	
Шарыжалгайский (Прибайкалье)		2.8		2.6		7.4	
Побужский, Украина	3.4, возможно	2.6	2.9	2.1	2.4	17.4	15.8
Юго-Восточная Индия	древнее	3.2		2.7		14.2	

\* Имеется в виду тот эталон, с которым объект максимально сходен после проведения реконструкции,

\*\*Средние значения для группы

Так, для комплексов с возрастом протолита менее 3.0 млрд.лет, результат реконструкции улучшается в сравнении с данными, полученными ранее разработанным методом, в среднем примерно на 3%, с возрастом 3.3-3.2 млрд.лет –на 9%, а для более древних образований – более чем на 15% (табл.2). Этот факт хорошо коррелируется со сделанным нами ранее выводом [3, 4], что по мере эволюции Земли, при приближении к рубежу порядка 3.0 млрд. лет породы приобретают облик, близкий к современному, а, следовательно, поправка на химическую эволюцию мантии перестает серьезно влиять на итог реконструкций.

Вывод о геохимической специфичности этой границы не нов. Это фиксировалось ранее А.Б. Роновым с соавторами [13]. Согласно их наблюдениям, для Mn, Fe, Ni, Co, Cr и V на данном рубеже снижение содержания в базальтах составляет от 40 до 75% от общего снижения в ходе геологической истории. Заметим, что близкие цифры для Mg и Fe (40–70%) были получены нами при исследовании метавулканитов гранулитовых поясов [4]. Стоит также напомнить, что граница в 3.0 млрд. лет характеризуется, согласно расчетам тепловой эволюции Земли, резкой сменой интенсивности теплопотерь [11, 15]. Приблизительно в это же время, согласно О.Г.Сорохтину с соавторами [16], меняется целый ряд характеристик – расстояние от Земли до Луны, интенсивность магнитного поля, активность роста континентов, содержание железа в мантии. Возможно, геохимическая специфика периодов до и после трехмиллиардного рубежа определяла и принципиальные отличия зеленокаменных комплексов, имеющих возраст, соответственно, 3.5 - 3.3 и 3.0 – 2.7 млрд. лет [2].

Хотелось бы еще раз подчеркнуть, что при проведении реконструкций с помощью разработанного нами метода, мы делаем вывод лишь о близости состава изученных нами метаморфитов с составом магматических пород, сформированных в определенных геодинамических условиях фанерозоя, не проводя полных аналогий.



## ВЫВОДЫ

1. Предложенный метод реконструкций протоприроды и условий формирования протолитов древнейших комплексов позволяет вводить поправку на химическую эволюции вещества Земли, что повышает достоверность выводов.

2. Результаты исследования породных ассоциаций раннего докембрия подтверждают вывод о специфичности в геохимическом плане границы порядка 3.0 млрд. лет и формированию в это время и далее, в более молодые эпохи, комплексов, близких по петрогеохимическим особенностям к фанерозойским, в результате чего поправка на химическую эволюцию мантии перестает серьезно влиять на итог реконструкций.

## Литература:

1. Богатилов О.А., Цветков А.А. Магматическая эволюция островных дуг. М.: Наука, 1988, 248 с.

2. Гровс Д.И., Бэтт У.Д. Пространственные и временные вариации архейских металлогенических ассоциаций как отражение эволюции гранитоидно-зеленокаменных областей на примере Западно-Австралийского щита – в кн.: Геохимия архея, М., Мир, 1987, с.98-129.

3. Козлов Н.Е. Вещественный состав метаморфических комплексов высокотемпературных гранулитовых поясов и проблема формирования их протолитов (на примере Лапландских гранулитов). Автореферат докторск. дисс., С-Пб., ИГГД, 1995, 36с.

4. Козлов Н.Е., Иванов А.А., Мартынов Е.В., Предовский А.А. Моделирование условий формирования и эволюции докембрийских комплексов на основе изучения геологии вещественного состава слагающих их породных ассоциаций - в кн.: Геология и полезные ископаемые Кольского полуострова. Т. 3. Новые идеи и подходы к изучению геологических образований. Апатиты: изд. Полиграф, 2002, с. 96-110

5. Козлов Н.Е., Мартынов Е.В. К вопросу о первичной природе метаморфитов Лапландского гранулитового пояса (Балтийский щит), Геохимия, N I, 1992, с.128-133.

6. Козлов Н.Е., Мартынов Е.В. Гранулитовые пояса докембрия и некоторые аспекты петрогеохимической эволюции протосубдукционных зон в ходе развития Земли. Геология и геофизика, 1995, т.36, N12, с.105-112.

7. Козлов Н.Е., Мартынов Е.В., Иванов А.А. Черты петрогеохимических различий основных пород энсиалических и энсиматических комплексов (сравнительный анализ фанерозоя и докембрия), Геохимия, №6, 1999, с.582-588.

8. Мартынов Е.В., Козлов Н.Е., Сорохтин Н.О. Возможность учета изменения химического состава мантии в процессе эволюции Земли при реконструкции геодинамических обстановок формирования геологических

объектов// Международная научно-техническая конференция «Наука и образование-2012», Мурманск, 2012, изд.МГТУ, с. 157-161.

9. Левицкий И.В. Геохимия гранулитовых и зеленокаменных комплексов присаянского выступа фундамента Сибирской платформы. Автореферат кандидат. дисс., Иркутск, ИГХ СО РАН, 2012, 23с

10. Милановский Е.Е. Рифтовые зоны континентов. М.: Недра, 1976, 275 с.

11. Монин А.С., Сорохтин Н.О. Тепловая эволюция Земли при объемном механизме дифференциации ее недр.//ДАН СССР, 1982, т.266, №1, с.63-67.

12. Розен О.М. Сибирский кратон: тектоническое районирование, этапы эволюции// Геотектоника, 2003, №3, с.3-21

13. Ронов А.Б., Бреданова Н.В., Мигдисов А.А. Общие тенденции в эволюции химического состава осадочных и магматических пород земной коры континентов// Геохимия, 1988, №2, с.180-199.

14. [Смолькин В.Ф. Коматиитовый и пикритовый магматизм раннего докембрия Балтийского щита. С.-Пб.: Наука, 1992, 272 с.

15. Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Глобальная эволюция Земли. - М.:изд. МГУ,1991,446 с.

16. Сорохтин О.Г., Чилингар Дж.В., Сорохтин Н.О. Теория развития Земли (происхождение, эволюция и трагическое будущее). М.-Ижевск. Изд-во «Институт компьютерных исследований» 2010. 751 с.

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ МИГРАЦИИ ПЕТРОГЕННЫХ, РЕДКИХ И РАССЕЯНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ХОДЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОН КОНТАКТОВО-РЕАКЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЩЕЛОЧНО-УЛЬТРАОСНОВНЫХ КОМПЛЕКСОВ С КАРБОНАТИТАМИ (НА ПРИМЕРЕ МАССИВА ОЗЕРНАЯ ВАРАКА, КОЛЬСКИЙ РЕГИОН)**

**Козлов Е.Н.** <sup>1,2</sup>(<sup>1</sup> – *з. Апатиты, кафедра геологии и полезных ископаемых АФ МГТУ*; <sup>2</sup> – *з. Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН*)

The studies of metasomatic rocks in contact interaction zones of alkali-ultramafic complex Ozernaya Varaka allowed to determine change trends of mineral assemblages and the degree of mobility components during metasomatic alteration. Moreover, there was estimated the scale of addition and loss major and trace elements on different stages of the metasomatic system evolution within exo- and endocontact areas.

История исследования различных объектов девонской Кольской щелочной провинции насчитывает уже многие десятилетия. В то же время, несмотря на всю детальность проведенных работ, существует целый ряд нерешенных задач, чрезвычайно важных для магматической петрологии. Процессы внедрения и кристаллизации щелочных и карбонатитовых магм сопровождаются изменением их состава за счет выноса компонентов и/или биметасоматического обмена с породами обрамления. Произвести оценку масштабов подобных преобразований возможно лишь на основе изучения продуктов метасоматической переработки. Кроме того, контактовые зоны щелочно-ультраосновных массивов – уникальный природный объект для определения условий флюидной мобилизации и транспортировки крупноионных литофильных (LILE), высокозарядных (HFSE) и редкоземельных (REE) элементов, обогащенность которыми – одна из геохимических особенностей щелочных алюмосиликатных и карбонатитовых магм.

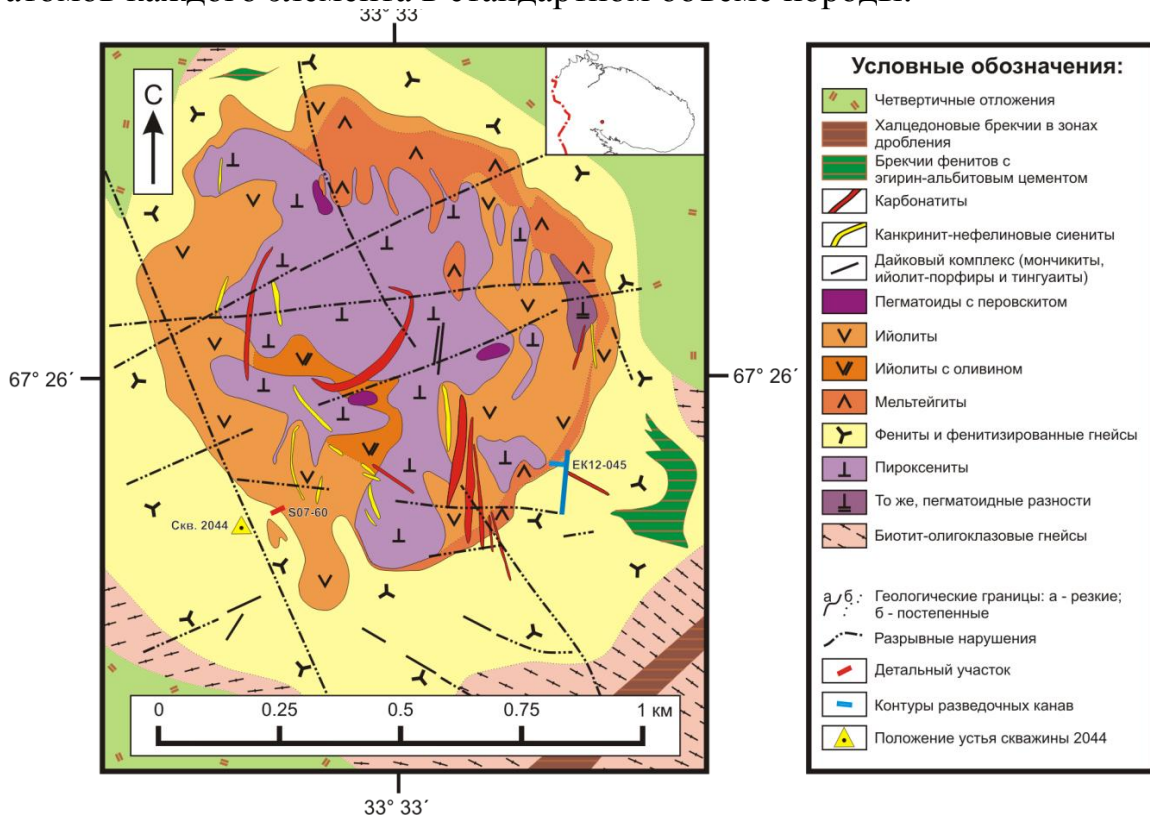
Целью нашей работы являлась оценка характера метасоматического воздействия на докембрийские породы обрамления в ходе различных этапов формирования щелочно-ультраосновных комплексов с карбонатитами. Для этого решался широкий круг задач, включавший (1) выявление минеральных парагенезисов как индикаторов воздействия разновозрастных процессов; (2) установление степени подвижности компонентов в ходе метасоматического преобразования пород; (3) определение количественных характеристик привноса-выноса компонентов.

Для исследования особенностей ранних метасоматитов, сформировавшихся на этапе внедрения фойдолитовых магм, в качестве эталонного объекта была выбрана контактовая зона комплекса Озёрная

Варака, в котором ультрамафиты и карбонатиты присутствуют в подчиненном количестве. Массив расположен в зоне сочленения Беломорского мегаблока и Имандра-Варзугского пояса карелид. Вмещающие породы представлены биотит-плагиоклазовыми гнейсами беломорского комплекса основания, возраст которых  $2723 \pm 17$  млн. лет [3]. Центральную часть массива слагают щелочные ультрамафиты, преимущественно нефелиновые пироксениты и мельтейгиты (рис. 1). Они окружены широким кольцом фойдолитов второй фазы внедрения (преимущественно представленных ийолитами). Возраст формирования пород данного комплекса оценен в  $376.1 \pm 2.9$  млн. лет [8]. К третьей фазе внедрения отнесены канкринитовые и канкринит-нефелиновые сиениты, присутствующие в виде немногочисленных жил, мощностью 1-2 м, секущих пироксениты и фойдолиты. Наиболее поздние породы - карбонатиты (преимущественно кальцитовые) с возрастом  $369.6 \pm 5.3$  млн. лет [8], - наблюдаются в виде жильных и штокообразных тел. При очень небольших размерах самой интрузии, площадь, занимаемая экзоконтактовыми метасоматитами ( $0.66 \text{ км}^2$ ), сопоставима с площадью интрузивных образований ( $0.8 \text{ км}^2$ ). Основной объем метасоматически переработанных пород сформировался на фойдолитовом этапе становления массива. Зона южного и западного контактов массива прослеживается в обнажениях, вскрыта канавами и расчистками. Полный разрез контактовой зоны изучен в двух скважинах, пересекающих как зоны экзо-, так и эндоконтактов на протяжении 200 м. Для решения наших задач наиболее представительным оказался юго-западный разрез контактовой зоны, в котором наблюдается следующая последовательность метасоматических пород (по направлению к контакту): биотит-плагиоклазовые гнейсы (породы обрамления) (зона 0) → фенитизированные гнейсы (зона 1) → бескварцевые апогнейсовые клинопироксен-полевошпатовые фениты (зона 2) → волластонит-клинопироксеновые породы (зона 3). Кроме того, в пределах зоны апогнейсовых фенитов присутствуют участки интенсивно альбитизированных пород (зона 4).

Комплексное минералого-геохимическое исследование показало, что породы данного разреза сформировались в ходе трех последовательно наложенных друг на друга процессов: (1) наиболее раннего высокотемпературного щелочного метасоматоза магматического этапа (фенитизации); (2) высокотемпературной базификации; (3) постмагматического среднетемпературного щелочного метасоматоза (альбитизации). Воздействие каждого процесса сопровождалось образованием собственного парагенезиса минералов (табл.1). Анализ вариаций химических составов пород позволил определить специфические петрохимические черты каждого типа метасоматитов.

С целью оценки степени подвижности элементов в ходе метасоматических преобразований на основании полученных минералого-геохимических критериев были отобраны пары пород «протолит – продукт его переработки». Их состав был пересчитан по атомно-объемной системе [4], что позволило определить количество привносимых-выносимых атомов каждого элемента в стандартном объеме породы.



**Рис. 1.** Схема геологического строения массива Озёрная Варака (составлена по данным МГРЭ и работам [1],[2])

**Таблица 1.**  
 Минеральные парагенезисы пород контактовой зоны на юго-западе массива Озёрная Варака.

Парагенезис	Зона 1*	Зона 2	Зона 3	Зона 4
Протолита	[Qz],[Pl (An=20)] [Mc],[Bt(Mg# 50)]	—	—	—
Фенитизации	Ab, Kfs, [Frct]	Ab, Kfs, Ano, Aeg-Aug <sub>1</sub> , [Di], Ap <sub>1</sub> , Ttn <sub>1</sub> (Nb)	Aeg-Aug <sub>1</sub> , [Ano], [Ap <sub>1</sub> ], (Nb)	Ab, Kfs, [Aeg-Aug <sub>1</sub> ] Ttn <sub>1</sub>
Базификации	Hed	Aeg-Aug <sub>2</sub> , Ap <sub>2</sub> (Sr)	Wo, Ap <sub>2</sub> (Sr)	Aeg-Aug <sub>2</sub> , [Ap <sub>2</sub> (Sr)]
Альбитизации	—	Ap <sub>3</sub> (Sr,REE), Ttn <sub>2</sub> (Sr)	—	Fsp, Ap <sub>3</sub> (Sr,REE)

*Примечание. Аббревиатуры минералов: Qz - кварц; Pl - олигоклаз; Mc - микроклин; Bt - биотит; Ab - альбит ( $Ab_{93-99}An_{0-6}Or_1$ ); Kfs - калиевый полевой (1-  $Or_{90-92}Ab_{7-9}An_1$ ; 2-  $Or_{87-89}Ab_{11-13}An_0$ , с микровключениями цельзиана); Anp - анортотоклаз ( $Ab_{50-75}Or_{48-24}An_1$ ); Frct - феррорихтерит; Hed - геденбергит; Di - диопсид; Aeg-Aug - эгирин-авгит; Ap - апатит; Ttn - титанит; Cc - кальцит. Минералы в квадратных скобках – реликтовые фазы*

*\*Нумерация зон соответствует приведенной в тексте*

Результаты данного исследования показали, что при преобразовании фенитизированных гнейсов в клинопироксен-полевошпатовые фениты происходило плавное увеличение содержания Na и  $Fe^{3+}$  и суммы двухвалентных оснований (в первую очередь - за счет Ca и Mg), сопряженное со слабой десиликацией пород. Al, K и  $Fe^{2+}$  являлись инертными компонентами. В процессе альбитизации возрастало содержание Na и Al при инертном поведении K и Si и выносе двухвалентных оснований и  $Fe^{3+}$ . Формирование волластонит-клинопироксеновых протекало при вполне подвижном режиме всех компонентов. На фоне практически полного выноса щелочей и Al, а также значительного выноса Si происходило интенсивное накопление оснований, в первую очередь – Mg и Ca.

Для определения изменения массы петрогенных и малых элементов в ходе метасоматических процессов использовалась методика, основанная на соотношении объемов и содержаний компонентов между протолитом и измененной породой [6,7], реализованная в компьютерном варианте [5]. Ключевым моментом при использовании данной модели является выбор инертных компонентов. Оценка массопереноса при формировании волластонит-пироксеновых пород производилась для условия постоянства объемов при метасоматозе. В остальных случаях в качестве инертных принимались компоненты, определенные на основе атомно-объемного пересчета.

Полученные результаты позволяют говорить о незначительном привносе HFS и RE элементов в ходе фенитизации, несмотря на интенсивность проявления контактового метасоматоза. Крупноионные литофильные элементы разделились на две группы – барий и стронций накапливались в фенитах, в то время как литий, цезий и рубидий выносились в фенитизированные гнейсы. Основной вклад в накопление и перераспределение редкоземельных элементов в контактовой зоне внес обогащенный фтором раствор из карбонатитового источника, спровоцировавший базификацию. В то же время, HFSE в процессе основного метасоматоза переходили во флюид. В результате альбитизации происходил вынос практически всего спектра исследовавшихся элементов-примесей.

### **Литература:**

1. Арзамасцев А.А., Федотов Ж.А., Арзамасцева Л.В. Дайковый магматизм северо-восточной части Балтийского щита. – СПб.: Наука, 2009. 383с.
2. Дудкин О.Б. Савицкий А.В., Кулешов Г.В. Минеральные ассоциации комплекса щелочных пород массива Озёрная Варака // Минеральные комплексы и минералы Кольского полуострова. Апатиты: Изд-во КФАН РАН СССР, 1980. С. 126-140.
3. Ризванова Н.Г., Левченков О.А., Богомолов Е.С., Морозова И.В., Левский Л.К. Сопоставление методик сепарации фаз цирконов для геохронологических целей // Геохимия. 1994. №7. С. 1076-1087.
4. Рудник В.А. Атомно-объемный метод в применении к метасоматическому минерало- и породообразованию.– Л.: Недра, 1966. 118 с.
5. Coelho J. GEOISO – a Windows<sup>TM</sup> program to calculate and plot the mass balances and the volume changes occurred in a wide variety of geologic processes // Computers Geosciences, 2006. V. 32. № 9. P. 1523–1528.
6. Grant J.A. The isocon diagram – A simple solution to Gresens' Equation for metasomatic alteration // Econ. Geology. 1986. V. 81. № 8. P. 1976–1982.
7. Gresens R.L. Composition-volume relationships of metasomatism // Chemical Geology. 1967. V. 2. № 1. P. 47–55.
8. Kramm U., Kogarko L.N., Kononova V.A., Vartiainen H. The Kola Alkaline Province of the CIS and Finland: Precise Rb-Sr ages define 380-360 age range for all magmatism // Lithos. 1993. V.30, P. 33-44.

## **ВЫСОКОБАРИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСРОВА И ЗАПАДНОЙ НОРВЕГИИ**

**Платонова О. Н.** (*г. Апатиты, кафедра геологии и полезных ископаемых АФ МГТУ*).

The paper presents the study of high-pressure associations of Belomorian mobile belt (the area of Shirokay Salma of lake Imandra). The article examined the geological structure of the objects of study and petrographic characteristics of rocks. As a comparison of selected complexes eclogite in Western Norway.

На Кольском полуострове эклогиты были обнаружены в районе пр. Широкая Салма оз. Имандра в пределах Енского зеленокаменного пояса. Разрезы пояса представлены чередованием мигматизированных гнейсов и амфиболитов.

Два крупных тела эклогитов закартированы в карьере на 1198 км автодороги С-Петербург-Мурманск и в выемке 1-07 (Эклогитовая) на 1192 км.

В карьере наблюдается крупное тело гранатовых амфиболитов, в котором выделены участки эклогитов. Как правило, между этими породами отсутствует четкая граница. При картировании эклогитами назывались гранат-клинопироксеновые породы. В массивных гранат-клинопироксеновых породах можно было наблюдать небольшие кварцевые жилки мощностью до 20 см, при этом в стороны от жилки наблюдался постепенное насыщение гранатом вмещающих пород (от полевошпатового амфиболита до эклогита), также это отмечалось в трещинках. Амфиболиты представлены гранатовыми и полевошпатовыми разностями. Среди эклогитов наблюдается крупное тело массивных ультраосновных пород в форме линзы. Кроме этого выделяются небольшие прослои гранат-биотитовых гнейсов.

В дорожной выемке пласты эклогитов чередуются с пластами гранатовых амфиболитов с реликтами эклогитов, со специфическими железистыми эклогитами бурого цвета, с гранатовыми и полевошпатовыми амфиболитами и гранатитами. В эклогитах наблюдается жила кианит-гранат-биотитовых гранитов, называемых адакитами. Тело метабазитов (тремолититов) тянется в виде будинированного прослоя, согласного с пластами эклогитов.

Петрографические особенности эклогитов Широкой Салмы.

Эклогиты карьера и дорожной выемки являются симплектитовыми эклогитами. Наблюдается несколько генераций различных минералов.

1. в эклогитах наблюдаются реликты первичного парагенезиса призматических зерен  $Omp + Grt + Qtz + Rt + Amf$  (рис. 1А).

2. в процессе ретроградного метаморфизма по омфациту развиваются симплектиты  $Crpx (Di)$  и  $Pl$  (рис. 1В). Иногда краевая часть



замещенного симплектитами зерна содержит кайму несимплектитового клинопироксена, что отражает первичную досимплектитовую зональность в омфаците.

3. вторым главным породообразующим минералом эклогитов является гранат с высоким содержанием пироба (до 30%). Зерна граната имеют сложное зональное строение. Как правило, они содержат большое количество включений, причем их число увеличивается от краев к центру (также изменяется и состав граната – уменьшается содержание пироба при увеличении альмандина). Иногда сохраняется идиоморфная форма зерен (рис. 1Б). Гранат окружен ретроградными каймами плагиоклаза и амфибола. Вокруг граната на контакте с кварцем развивается кайма клинопироксена.

4. плагиоклаз является вторичным минералом для эклогитов, так как его образование происходит лишь на ретроградной стадии. Он представлен четырьмя разновидностями: в червеобразных симплектитах с  $Sr_x$ , сростки с амфиболом вокруг граната, ксеноморфные зерна плагиоклаза в интерстициях между зернами, полигональные зерна плагиоклаза в сростках с биотитом.

5. эклогиты в разной степени амфиболлизированы. Амфиболы развиваются по клинопироксену и представлены несколькими разновидностями – симплектиты с плагиоклазом вокруг граната (рис. 1Г), призматические зерна бурого и зеленого амфибола.

Оба этих тела эклогитов размещены среди ТТГ гнейсов. Пик метаморфизма эклогитов достигает  $700-750^{\circ}C$  и около 15 кбар [4], а ретроградная стадия оценивается в 9-12 кбар и  $600-750^{\circ}C$  [1, 4]. Протолитом для эклогитов являются базальты, погруженные на глубину в зоне субдукции. Вмещающими породами являются кианит-гранат-биотитовые гнейсы, которые рассматриваются как продукты частичного плавления эклогитов, и образовывались при температуре  $690^{\circ}C$  и давлении в 9,7 кбар [3]. Эти тела эклогитов имеют различный изотопный возраст. Эклогитовое тело у пр. Широкая Салма имеет U-Pb изотопный возраст ~ 2,7 млрд. лет и, видимо, являются возрастными аналогами архейских эклогитов, ранее обнаруженных среди ТТГ гнейсов в р-не с. Гридино в Карелии. Цирконы из эклогитового тела, обнажающегося в 6 км к югу, показали U-Pb изотопный возраст ~ 2,86 млрд. лет [4].

Для сравнения рассмотрены эклогиты двух комплексов западной Норвегии: Западный Гнейсовый регион и район Берген Арк.

В комплексе Берген Арк Эклогиты приурочены к телам анортозитов, которые вместе со связанными с ними магматическими породами в результате Гренвильской орогении были перекристаллизованы в условиях гранулитовой фации около 900 млн. лет. В течение Каледонской орогении (425 млн. лет) гранулиты были преобразованы в эклогитовой фации метаморфизма ( $660-720^{\circ}C$  и 16-19 или 18-21 кбар). Эклогитовый

метаморфизм не был проникающим: перекристаллизация происходила в сдвиговой зоне вдоль трещин, по которым циркулировал флюид, оставляя большой объем реликтов или только слабо измененных гранулитов. Габброиды преобразовались в Grt-Omp классический тип эклогитов, в менее мафических породах преобладали Amf, Phn, Czo, Ky, Qtz [2].

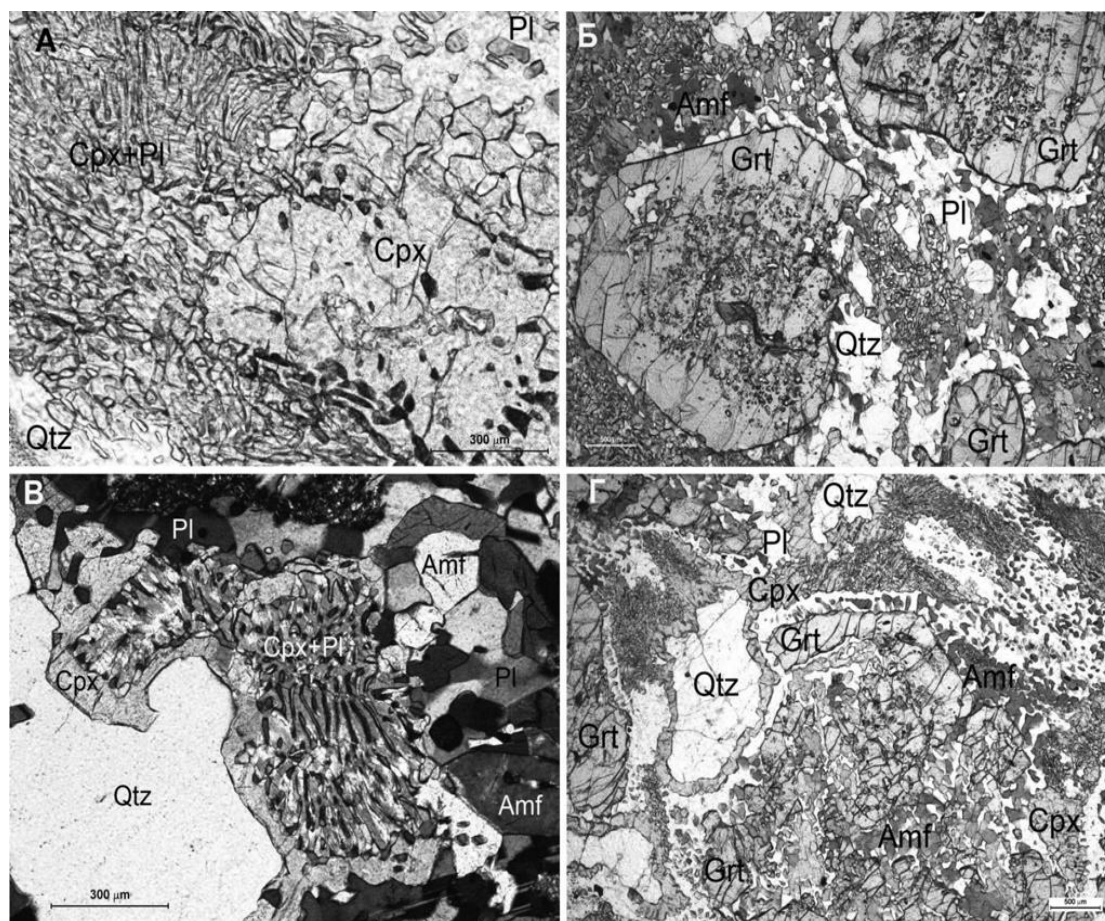


Рис.1. Петрографические разновидности эклогитов пролива Широкая Салма.

А – Реликтовое призматическое зерно омфацита, окруженное симплектитамы Na-авгита и плагиоклаза ( $\pm$ Amf); Б – зональные (по включениям) зерна граната; В – зерно клинопироксена с ядром омфацита, замещенного симплектитамы Na-авгита и плагиоклаза, краевая часть, представленная Na-авгитом, симплектитов не содержит; Г – каймы клинопироксена на границе граната и кварца, а также симплектиты амфибола (паргасита) с плагиоклазом на границе граната и омфацита (замещенного симплектитамы Na-авгита и плагиоклаза).

Западный Гнейсовый регион. Эклогиты каледонского возраста (400-440 млн. лет) представляют собой линзы внутри гнейсового террейна, который был подвержен пост-каледонским деформациям и метаморфизму амфиболитовой фации, но в нем сохранились свидетельства эклогитовой фации метаморфизма. По петрологическим особенностям различают УНР

и HP эклогиты и гнейсы. UHP эклогиты состоят из Grt, Omp, Ky, Phn, Qtz и Coe, Vt. В небольших количествах присутствуют Amf, минералы группы Ep, Cal, Rt, Zrn, Ar и сульфиды. HP эклогиты имеют отчетливо отличающиеся структуры и сохранили проградную эволюцию от амфиболовой до эклогитовой фаций. Они содержат Grt, Omp, Qtz, Vt-Pl симплектиты, Amf и Ep (отсутствует Coe, а в ретроградной амфиболитовой фации появляется Pl). Для UHP эклогитов условия образования составляли температуру в 791-845<sup>0</sup>С и давление в 27,8-29,9 кбар, а для HP эклогитов – 712-800<sup>0</sup>С и 21,3-23,5 кбар [5]. Области с HP и UHP предполагаются тектонически совмещенными на одном уровне.

Таблица 1. Эклогиты р-на пр. Широкая Салма и Западной Норвегии

Категория	Широкая Салма	Берген Арк	Западный Гнейсовый регион
Возраст	2,7-2,86 млрд. лет	425 млн. лет	400-440 млн. лет
Температура	700-750 С <sup>0</sup>	660-720 С <sup>0</sup>	UHP 791-845 С <sup>0</sup> HP 712-800 С <sup>0</sup>
Давление	около 15 кбар	16-19 или 18-21 кбар	UHP 27,8-29,9 кбар HP 21,3-23,5 кбар
Состав	Реликты первичного парагенезиса Omp + Grt + Qtz + Rt, сохранившихся в массе ретроградно измененных пород с симплектитами Di+Pl по Omp.	Grt-Omp тип эклогитов, в менее мафических породах преобладали Amf, Phn, Czo, Ky, Qtz.	UHP эклогиты – Grt, Omp, Ky, Phn, Qtz и Coe, Vt. Акцессории – Amf, минералы группы Ep, Cal, Rt, Zrn, Ar и сульфиды. HP эклогиты – Grt, Omp, Qtz, Vt-Pl симплектиты, Amf и Ep (отсутствует Coe, а в ретроградной амфиболитовой фации появляется Pl).

Эклогиты Широкой Салмы по минеральным парагенезисам и термобарометрии относятся к HP эклогитам плагиоклаз-эклогитовой субфации глубинности, менее высокобарическим по сравнению с более молодыми норвежскими UHP и HP-эклогитами (табл. 1).

### **Литература:**

1. Щипанский А.А., Конилов А.Н., Минц М.В., Каулина Т.В. Архейская Беломорская эклогитовая провинция Балтийского щита // Геодинамика, магматизм, седиментогенез и минерагения Северо-Запада России. –Петрозаводск: Институт геологии Кар НЦ РАН, 2007. – С. 458-460.
2. Andersen T., Austrheim H. and Burke E.A.J. Mineral-fluid-melt interactions in high-pressure shear zones in the Bergen Arcs nappe complex, Caledonides of W. Norway: Implications for the fluid regime in Caledonian eclogite-facies metamorphism. // *Lithos*, 27, 1991. – P. 187-204.
3. Konilov A. N., Shchipansky A. A. and Mints M. V. Belomorian HP-UHP metamorphic archean belt of the Pacific type. // *Precambrian Continental Growth & Tectonism*, 2005. – P. 239-241.
4. Konilov A.N., Shipansky A.A., Mints M.V., Volodichev O.I. Petrology of eclogites of the Belomorian Province // 32-nd International Geological Congress. Florence. 2004. – Poster 18-31.
5. Wain A., Waters D., Jephcoat A. and Olijnyk H. The high-pressure to ultrahigh-pressure eclogite transition in the Western Gneiss Region, Norway.// *Eur. J. Mineral*, 12, 2000 – P. 667-687.

**МЕТАМОРФИЗМ ГНЕЙСОВ ЁНСКОГО СЕГМЕНТА БЕЛОМОРСКОГО ПОДВИЖНОГО ПОЯСА**

**Пожиленко В.И.<sup>1, 2</sup>, Беляев О.А.<sup>2</sup>** (1 – г. Апатиты, кафедра геологии и полезных ископаемых АФ МГТУ; 2 – г. Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН)

Four tectono-metamorphic transformation cycles were revealed in gneisses in Yona area. The thermodynamic parameters of the metamorphism culmination vary from amphibolite to granulite facies. The first cycle - T 620-680° C, P 7.6-8.8 kbar. The second cycle - T 635-665° C, P 8.3-10.9 kbar in gneisses of the unstratified complex and T 665-695° C, P 9.7-10.6 kbar in gneiss of the greenstone belt. The third cycle - to T 790-860° C, P 14-14.8 kbar. The fourth cycle - T 490-520° C, P to 3.6-4.5 kbar.

Ёнский сегмент сложен преимущественно биотитовыми и амфибол-биотитовыми гнейсами, мигматитами и гранито-гнейсами, гранат-биотитовыми и кианит-гранат-биотитовыми гнейсами и амфиболитами. Весь комплекс пород в ранге беломорской серии подразделялся на свиты различного состава [8], позднее рассматриваемые как тектонические покровы [7]. Но на геологической карте Кольского региона [3] разные ассоциации пород были выделены в качестве трёх разновозрастных неоархейских комплексов: 1 – комплекс основания (инфракомплекс, комплекс ТТГ); 2 – нестратифицированный комплекс (нижнелопийский); 3 – стратифицируемые метаорто- и метапарапороды (верхнелопийские гнейсы и амфиболиты фрагментов зеленокаменных поясов).

В эндогенном развитии рассматриваемых комплексов по совокупности структурно-геологических, петрологических и изотопно-геохимических данных выделено 4 тектоно-метаморфических цикла (ТМЦ) [6, табл. 3.1]. Для определения термодинамических условий (параметров) метаморфизма отбирались пробы из нестратифицированного комплекса и из фрагментов зеленокаменных поясов (участки – Воче-Ламбина, Широкая Салма) из близких по петрохимическому составу гнейсов, содержащих парагенные гранат и биотит (табл.1). Результаты их изучения отражены на рис. 1 и 2.

Ранний тектоно-метаморфический цикл (ТМЦ), с возрастными рамками 2.9-2.8 млрд лет, проявлен только в породах основания и нестратифицированного комплекса и включает четыре этапа деформаций и метаморфизм амфиболитовой фации умеренно высоких давлений. P-T-параметры кульминации этого метаморфизма оценены по парагенезисам реликтовых мелкозернистых гранат-биотитовых гнейсов, так называемых "сухарей" (образец любезно предоставлен В.В. Балаганским) в 620-680°С и 7.6-8.8 кбар.

Характер деформаций, магматизма, метаморфизма и мигматизации трех последующих ТМЦ, а также их относительная последовательность, устанавливаются достаточно объективно как в нижне- так и в верхнелопийском комплексе, хотя определений радиологического возраста этих проявлений пока мало [6, табл. 3.1] и часть из них получена по цирконам методом ТИЭ [5].

Таблица №1. Составы гранат-слюдяных и кианит-гранат-слюдяных гнейсов

Енского сегмента.

мас.%	180-1	307-1-4	325-3-1	150-5	3529-1	3529-2	305-7
SiO <sub>2</sub>	62.42	56-50	61-88	53-63	59-87	59-33	63-81
TiO <sub>2</sub>	0.63	0.87	0.69	0.98	0.62	0.66	0.73
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.48	21.38	15.98	20.14	16.70	16.57	16.42
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.94	0.77	1.16	2.31	0.66	0.87	0.69
FeO	4.82	8.09	6.57	8.41	6.39	6.56	6.16
MnO	0.11	0.13	0.16	0.17	0.09	0.11	0.09
MgO	2.53	3.70	3.00	6.58	3.84	4.17	3.23
CaO	2.73	2.25	2.42	2.06	2.56	2.67	1.71
Na <sub>2</sub> O	3.14	2.26	3.68	1.41	4.54	4.04	2.57
K <sub>2</sub> O	2.28	1.59	2.50	2.10	2.32	2.82	1.97
H <sub>2</sub> O	2.18	1.71	1.62	1.29	1.66	1.82	1.76
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.07	0.09	0.02	0.10	0.21	0.27	0.03
S общ.	0.00	0.00	0.13	0.01	0.06	0.05	0.02
CO <sub>2</sub>	0.00	0.09	0.08	0.02	0.06	0.07	0.13
Сумма	100.33	99.43	99.89	99.21	99.60	100.01	99.32
a							
X <sub>Fe</sub>	0.591	0.572	0.587	0.472	0.505	0.498	0.540

*Примечание.* Нестратифицированный комплекс (ранний лопий, древнее 2.8 млрд. лет): обр. 180-1 – мелкозернистый гранат-биотитовый плагиогнейс («сухарь»), обр. 307-1-4 – крупнозернистый кианит-гранат-биотитовый гнейс-бластомилонит. Енский комплекс (поздний лопий): обр. 325-3-1, 3529-1 и 3529-2 – гранат-биотитовые гнейсы, обр. 150-5 – кианит-гранат-биотитовый гнейс, обр. 305-7 – кианит-гранат-биотитовый гнейс с кордиеритом.  $X_{Fe} = Fe / (Fe + Mg)$ .

Деформации и метаморфизм второго ТМЦ имели место в интервале 2.8-2.5 млрд лет назад. В супракомплексах ЗКП метаморфизм данного ТМЦ носил прогрессивный характер, а P-T-условия кульминации его отвечали 635-665°C и 8.3-10.9 кбар. Для инфракомплекса и нестратифицированного комплекса он являлся повторным, наложенным,

но проявленным практически повсеместно и сопряженным с покровообразованием (?) и широким развитием кианит-гранат-биотитовых бластомилонитов в примерно идентичных с супракомплексом зеленокаменных поясов условиях температур и давлений – 665-695°C и 9.7-10.6 кбар [4; 1].

Структурные и метаморфические преобразования первого и второго ТМЦ в пределах Ёнского сегмента БПП происходили во время позднеархейского орогенеза.

Третий ТМЦ проявлен и в том и в другом комплексах, скорее всего, не повсеместно, в линейных зонах интенсивных сдвиговых деформаций, образование которых, вероятно, генетически и во времени тесно связано с палеопротерозойским орогенезом. Степень структурных преобразований пород в этих зонах сильно варьирует, соответственно варьируют и P-T-параметры стресс-метаморфизма: в ЗКП от амфиболитовой фации в пределах 514-690°C и 4.2-13.0 кбар и местами достигают гранулитовой фации высоких давлений – 790-860°C и 14-14.8 кбар. Время проявления стресс-метаморфизма – около 2.1-1.95 млрд лет назад.

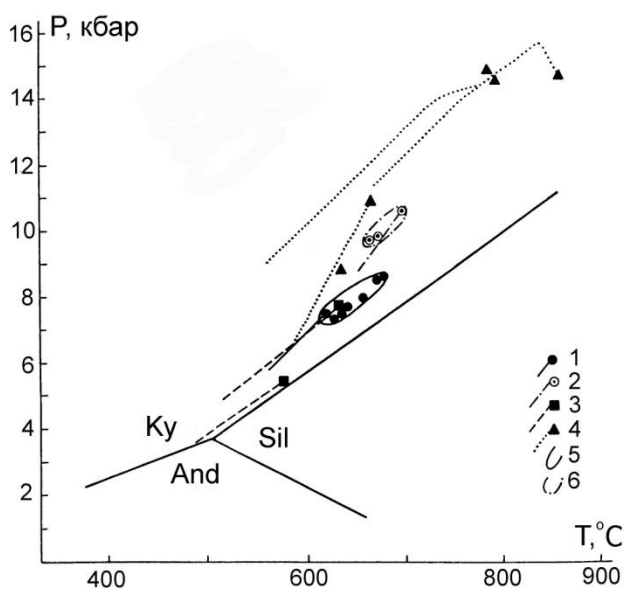


Рис. 1. P-T режим метаморфизма в гнейсах Ёнского сегмента:

1-3 – породы нестратифицируемого комплекса: 1 – гранат-биотитовые мелкозернистые гнейсы («сухари»); 2 – гранат-биотитовые кианитсодержащие гнейсы-бластомилониты; 3 – двуслюдяные гнейсы-диафториты. 4 – гранат-биотитовые и кианит-гранат-биотитовые гнейсы ёнского комплекса верхнего лопья. 5-6 – поля P-T параметров кульминации метаморфизма слюдяных гнейсов раннелопийского (5) и позднелопийского (6) цикла.

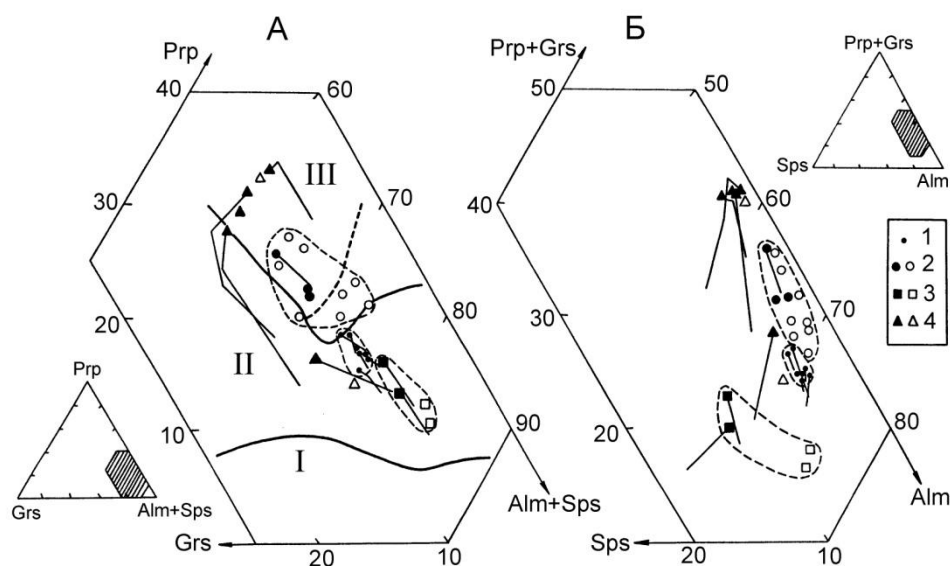


Рис. 2. Диаграммы для гранатов слюдяных гнейсов Ёнского сегмента: рис. А - [Grs – Prp – (Alm+Sps)]; рис. Б - [Sps – Alm – (Prp+Grs)]:

1-3 – породы нестратифицируемого нижнелопийского комплекса: 1 – гранат-биотитовые мелкозернистые гнейсы («сухари»); 2 – крупнозернистые гранат-биотитовые, кианитсодержащие гнейсы-бластомилониты; 3 – крупнозернистые двуслюдяные гнейсы из зон расланцевания и диафтореза. 4 – гранат-биотитовые и кианит-гранат-биотитовые гнейсы ёнского комплекса верхнего лопья. Залитые значки – по результатам микрозондовых анализов, не залитые – по результатам силикатного анализа [4]. Значками представлены составы ядер гранатов, а стрелкой – изменение их состава к краям зерен.

На рис. А сплошными линиями разделены поля эпидот-амфиболитовой (I), амфиболитовой (II) и гранулитовой (III) фаций метаморфизма кианитового типа [2], а пунктирная линия отделяет область перекрытия полей амфиболитовой и гранулитовой фаций.

Деформации и метаморфизм четвертого ТМЦ локализованы в линейных зонах расланцевания северо-западного и северо-восточного простирания, контролирующих проявление процессов мигматизации-, развитие двуслюдяных парагенезисов, размещение слюдоносных и мусковит-редкометалльных пегматитов свекофеннского возраста. Они проходили на фоне существенного снижения температур до 490-520°C и давлений – до 3.6-4.5 кбар.

Эндогенные процессы четвертого ТМЦ и, вероятно, часть эндогенных процессов третьего ТМЦ связываются с заключительными стадиями палеопротерозойскоорогенеза, в результате которого был сформирован Лапландско-Кольский ороген [9; и др.].

Общий P-T-t-путь эволюции метаморфизма Ёнского сегмента БПП направлен против часовой стрелки, отражая последовательную смену определенных геодинамических обстановок [1].



**Литература:**

1. Беляев О.А., Пожиленко В.И. Структурно-матаморфическая эволюция Беломорского подвижного пояса (Енский сегмент) // Беломорский подвижный пояс: геология, геодинамика, геохронология. - Петрозаводск, 1997. - С.17.
2. Великославинский Д.А. Сравнительная характеристика регионального метаморфизма умеренных и низких давлений. – Л.: Наука, 1972. – 189 с.
3. Геологическая карта Кольского региона (северо-восточная часть Балтийского щита) /Гл.ред. Митрофанов Ф.П./ – Апатиты, 1996. – 3 п.л.
4. Пожиленко В.И. Минеральные парагенезисы метапелитов - индикаторы полиметаморфизма Енской зоны Беломорья // Минеральные парагенезисы метаморфических и метасоматических пород. – Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1987. – С.110-117.
5. Пожиленко В.И., Балашов Ю.А., Ганнибал Л.Ф., Кошечев О.А. Возраст эндогенных процессов Енского сегмента Беломорья // Главнейшие рубежи геологической эволюции Земли в докембрии и их изотопно-геохронологическое обоснование. – СПб, 1995. – С.53-54.
6. Пожиленко В.И., Гавриленко Б.В., Жиров Д.В., Жабин С.В. Геология рудных районов Мурманской области (под редакцией Митрофанова Ф.П., Бичука Н.И.). – Апатиты: изд. Кольского научного центра РАН, 2002. – 359 с.
7. Миллер Ю.В., Милькович Р.И. Покровно-складчатая структура Беломорской зоны и ее соотношение с Карельской гранит-зеленокаменной областью // Геотектоника, 1995, №6. – С.80-92.
8. Шуркин К.А., Горлов Н.В., Салье М.Е. и др. Беломорский комплекс Северной Карелии и юго-запада Кольского полуострова (геология и пегматитоносность). – М.-Л., изд. АН СССР, 1962. – 306 с.
9. Daly J. S., Balagansky V.V., Timmerman M.J. et al. Ion microprobe U- Pb zircon geochronology and isotopic evidence supporting a trans-crustal suture in the Lapland Kola Orogen, northern Fennoscandian Shield // Precambrian Res. 2001. - V.105. - N 2- 4. – P. 289- 314.

## НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ШЕЛЬФОВЫХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОБЛАСТЕЙ ОБРАМЛЕНИЯ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА

Предовский А. А.<sup>1,2</sup>, Чикирёв И.В.<sup>1,2</sup>, Некипелов Д. А.<sup>1</sup>, Аксёнов И. В.<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup> – г. Апатиты, кафедра геологии и полезных ископаемых АФ МГТУ;  
<sup>2</sup> – г. Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН)

In article is concluded that in addition to biogenic factor need to be considered endogenous processes in the formation of oil and gas deposits. In addition the article discusses the location of major oil and gas regions of the Earth.

Представляет не только практический, но и теоретический интерес строение области перехода от Печоро-Баренцевоморской до Североморской нефтегазоносных площадей (рис. 1). Рассматриваемые акватории и территории обладают рядом важных особенностей. Необходимо назвать следующие из них.

1. Прежде всего, это область обрамления Балтийского щита, удлинённый контур которого имеет северо-восточное направление. В пределах щита преимущественно распространены образования раннего докембрия от архейских до раннепротерозойских включительно. Верхнепротерозойские (рифейские, в основном верхнерифейские) толщи, возникшие в основном за счёт размытия раннедокембрийских комплексов щита, как бы уходят за его пределы и окаймляют его очертания. Это важная черта верхнего протерозоя региона, прямо указывающая на то, что в конце рифея, возможно впервые проявилось воздымание континентальных (щитовых) масс относительно окружения.

2. К северо-востоку, востоку и северу от щита располагаются шельфовые метаплатформы, подчинённые в своем развитии системе Северного Ледовитого океана – крупнейшая из них Баренцевоморская (№4 на рис. 1) и структурно связанная с ней Печороморская (№3 на рис. 1). Далее к востоку начинается отдалённая от названных выше структур разломными зонами Урало-Новоземельского пояса огромная Карско-Западно-Сибирская нефтегазоносная область (№5 на рис. 1). Подчеркнем, что это переход уже к Азиатскому континентальному массиву.

3. К юго-западу от щита располагается Кельтский и Североморский шельф (№2 на рис. 1) и в его восточной части, прилегающей к щиту – Североморская метаплатформа. На рис. 1 видно, что все крупные структурные элементы обрамления щита и сам щит контролируются в известной мере долгоживущими линейными зонами (здесь и далее – ДЛЗ). Кельтский и Североморский шельф – это зона влияния не Северного Ледовитого, а Атлантического океана.

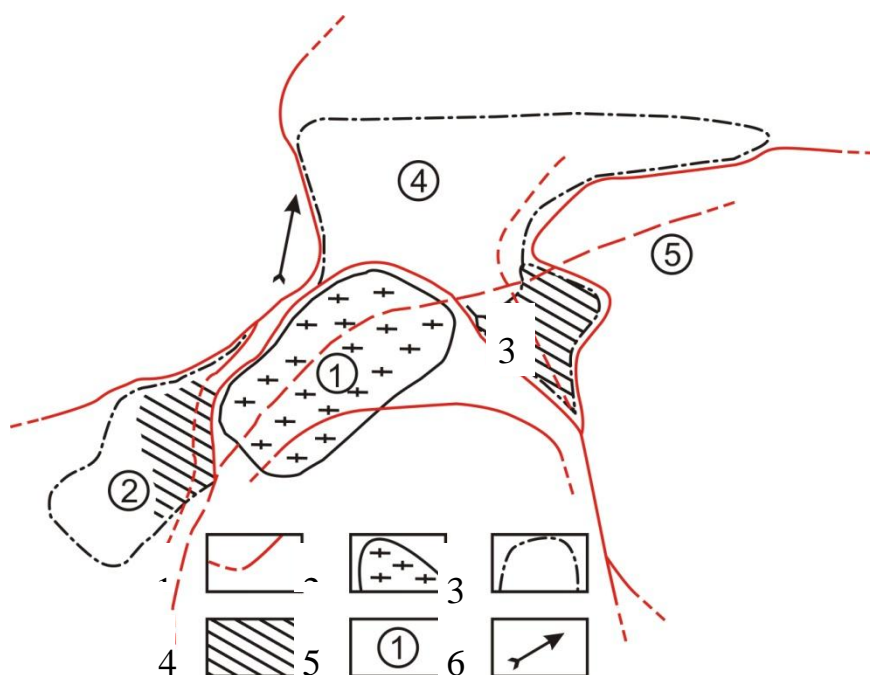


Рис. 1. Шельфовое обрамление Балтийского щита (схема).

1 – главные (сплошная линия) и сопровождающие их (прерывистая линия) субпараллельные долгоживущие глубинные линеаментные зоны; 2 – Балтийский щит; 3 – контуры шельфовых областей; 4 – метаплатформы; 5 – номера основных структурных элементов (цифрами обозначены: 1 – щит, 2 – Североморский и Кельтский шельф, заштрихована Североморская метаплатформа, 3 – Печороморская метаплатформа, 4 – Баренцевоморский шельф, 5 – Карско-Западно-Сибирская нефтегазоносная область); 6 – направление на север.

Возникает вопрос – почему наиболее перспективными на углеводороды среди названных областей являются Баренцевоморская и Карско-Западно-Сибирская. Простой ответ дать трудно, но в последние годы появились некоторые возможности для размышлений.

В 2004 г. двое из авторов настоящего сообщения опубликовали работу о некоторых важных закономерностях размещения крупных нефтегазоносных областей Земли [4]. Графически результаты исследования отражены на рис. 2, заимствованном из упомянутой публикации, которая и сегодня не противоречит вновь появившимся фактическим данным.

Поскольку у авторов за последние четыре года в результате сопоставительного анализа новых литературных геолого-геофизических материалов возникла вероятность выявления самих причин закономерного размещения крупных нефтегазоносных областей Земли, имеет смысл напомнить здесь эти закономерности, описанные в упомянутой работе 2004 г. Отметим, что возврат к обсуждаемой проблеме объясняется тем, что стало возможным привлечение к ее разрешению принципов

морфоструктурного подхода в виде новых данных по мантийно-коровому взаимодействию [2], [3] и [5].

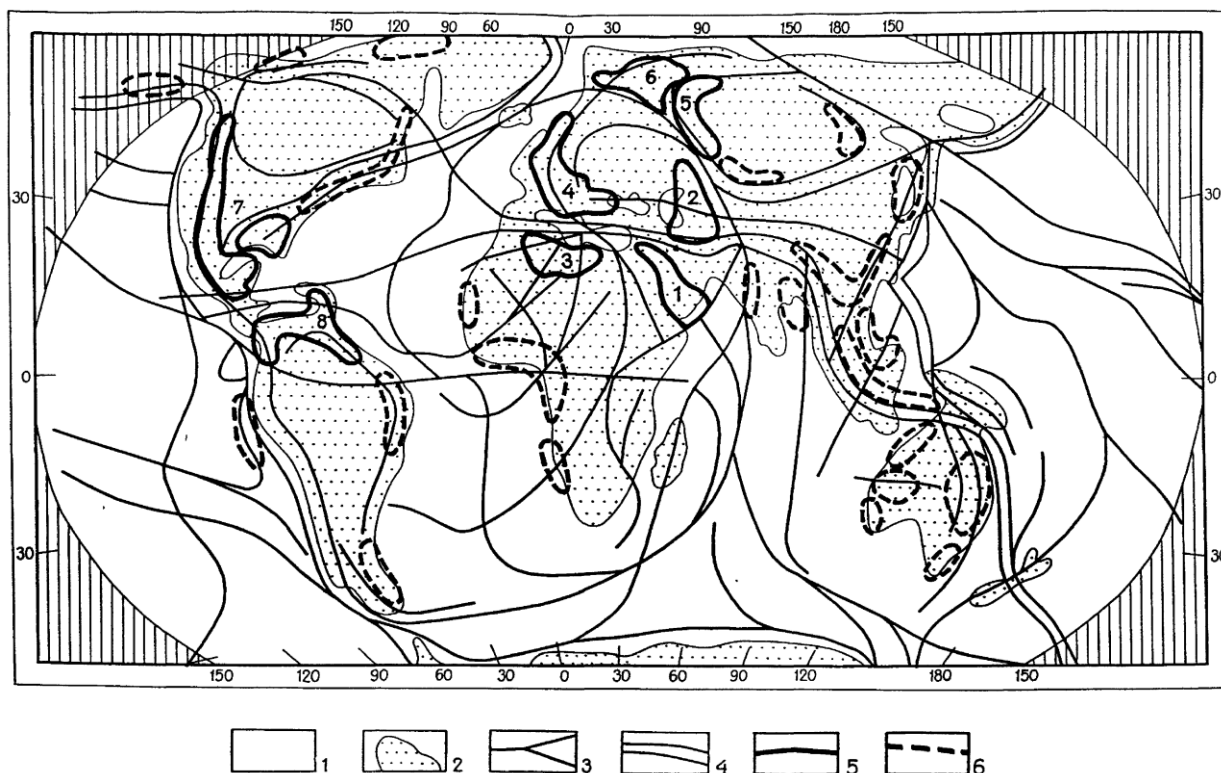


Рис. 2. Пространственное соотношение континентов (с шельфами), глобальной долгоживущих глубинных линеаментных зон и крупных нефтегазоносных областей Земли на плоскостной проекции.

1 – океанические и морские площади; 2- континентальные и шельфы; 3 – долгоживущие глубинные линеаментные зоны; 4 – то же в пределах складчатых поясов фанерозоя, прежде всего позднего; 5 – важнейшие нефтегазоносные области (цифрами обозначены: 1 – Персидская; 2 – Волого-Уральская; 3 – Северо-Африканская; 4 – Европейская и Североморская; 5 – Западно-Сибирская; 6 – Карско-Баренцевоморская; 7 – Западно-Американская и Мексиканская; 8 – Маракаибская и Оринокская); 6 – крупные нефтегазоносные области.

Закономерности размещения крупных нефтегазоносных областей Земли (далее – КНО), отраженные на рис. 2, сводятся к следующим основным моментам.

Все КНО располагаются в пределах континентов и шельфов, тяготея к периферии континентов или их древних ядер (щитов) и обнаруживая в то же время явную связь с долгоживущими глубинными линеаментными зонами и узлами их сложного пересечения.

КНО и перспективные площади, особенно важнейшие из них, преимущественно приурочены к территориям и акваториям сближенного расположения континентов (де факто, а не в смысле коллизионных соотношений). Оптимальным при этом является наличие в зонах

сближения активных геосинклинальных и складчатых поясов, а также присутствие поперечных к ним ДЛЗ и узлов их пересечения.

Подчеркнем, что самые важные (на 2002 год) по масштабам КНО – Западно-Американская и Мексиканская на юге Северной Америки и противостоящие им Маракайбская и Оринокская на севере Южной Америки, так же как Европейская и Североморская с Волго-Уральской и противостоящие им Северо-Африканская и Персидская, а также противостоящие друг другу Баренцевоморская и Карско-Западносибирская находятся в такой диспозиции, когда контролирующие их континентальные массы разделяются наиболее крупными и активными подвижными складчатыми поясами субширотными Центрально-Американским, Средиземноморским, субмеридиональным Урало-Новоземельским соответственно. Перечисленные пояса на продуктивных площадях в свою очередь пересекаются одиночными или разнонаправленными взаимно пересекающимися ДЛЗ.

Охарактеризованные закономерности размещения КНО могут быть сопоставлены с намечающимися общими тенденциями эволюционного развития внешних оболочек Земли, которые недавно в предположительном порядке описаны одним из авторов настоящего сообщения [5]. Они отражают взаимосвязи последовательного развития сначала континентов, а затем океанов и обусловленную этим специфику процессов мантийно-корового взаимодействия, важную для развития КНО.

Если правомерно представление о том, что длительное «строительство» континентов, начавшееся в архее, выразилось в радиальном транспорте по ДЛЗ основных магматических расплавов в кору и на поверхность и в дальнейшей их переработке, то именно это, в конечном счете, привело к увеличению массы континентальных блоков, менее плотных по сравнению с мантийным веществом. В результате началось «всплывание» континентов и пластическое перетекание под них anomalно подогретого мантийного вещества из окружающих областей. Перегрев выше нормальной градиентной температуры возможно обеспечивался мигрирующими по активизированным ДЛЗ глубинными флюидами-теплоносителями. Среди последних, по современным данным, весьма вероятно присутствие метана и его гомологов. Поэтому рассматриваемая ситуация может быть интерпретирована как возможность привноса в периферические части континентов (их подкоровые и коровые зоны) углеводородов вместе с субгоризонтально перетекающими мантийными массами. Такой процесс может не только активизировать явления нефтидогенеза в осадочных толщах верхних частей коры, но и быть дополнительным источником углеводородов для нефтегазовых месторождений. Наиболее интенсивным предполагаемое явление может быть именно в областях сближенного расположения континентальных масс, в которых активизация глубинных подкоровых зон и миграция

восстановленных флюидов теплоносителей может быть достаточно мощной.

Сказанное выше может быть использовано для объяснения закономерностей размещения наиболее значимых КНО, что отражено на рис. 1 и рис. 2, а также в пояснениях к ним.

Необходимо отметить, что настоящее сообщение – одно из тех, в которых признается необходимость использования наряду с традиционным представлением о биогенной природе вещества нефтегазовых месторождений важную роль его абиогенного источника и эндогенных процессов формирования этих месторождений. В этом не только признание ценности давних суждений Д.И. Менделеева о возможности участия в нафтидогенезе абиогенных глубинных углеводородов, но и путь к обогащению базовых представлений о происхождении нефти и газа в осадочных толщах верхних частей земной коры. Эта тема достаточно отчетливо звучит в современной геологической литературе.

В заключение необходимо сказать, что схематически намеченная в данном сообщении модель последовательного и взаимосвязанного развития вначале континентов, а потом океанов Земли, приведшего к процессам глубинного «перетекания» мантийного вещества и с ним миграции флюидных теплоносителей и в их числе углеводородов обнаруживает определенное соответствие с литературными данными по составу и эволюции мантии. Приведем лишь один пример из многих. В статье А.Б. Вревского и др. [1] на основе результатов изучения химического состава, термобарометрии перидотитовых ксенолитов из кимберлитов и щелочных базальтов континентальной литосферной мантии под раннедокембрийскими и позднепротерозойскими-кайнозойскими структурами обсуждаются масштабы и причины неоднородности состава мантии и эволюция ее состава и термодинамического состояния.

Один из основных выводов названной работы заключается в том, что главной причиной химической и термальной неоднородности мантии, по-видимому, являются процессы плавления исходной примитивной мантии, протекавшие неоднократно и в различных термодинамических условиях. Такая формулировка не противоречит нашей схематической модели и догадок о сущности истории «строительства континентов». В статье допускаются и другие возможные варианты, в том числе влияния мантийной конвекции. Но, во-первых, приведенная выше формулировка – все же главный вывод авторов. А во-вторых, мантийная конвекция – это умозрительное допущение и оно может быть лишь поклоном вежливости в адрес господствующей парадигмы.

#### **Литература:**

1. Вревский А.Б. Континентальная литосферная мантия под разновозрастными структурами земной коры: химический состав,

термальное состояние, эволюция. / А.Б. Вревский, В.А. Глебовицкий, А.Г. Гончаров, Л.П. Никитина, Ю.Д. Пушкарев // Вестник ОНЗ РАН. – том 2. – NZ6009, 2010.

2. Предовский А.А. Формационный анализ супракрустальных толщ (введение в проблему стратисферы Земли) / А.А. Предовский. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2011. – 190с.

3. Предовский А.А. К истории петрогеохимических исследований супракрустальных толщ докембрия в Карело-Кольском регионе / А.А. Предовский // Вестник КНЦ РАН. – Апатиты, 2012. – № 4. – С. 93–98.

4. Предовский А.А. Размещение крупных нефтегазоносных областей Земли в свете концепции глобальной системы глубинных зон нарушения сплошности планеты / А.А. Предовский, В.В. Любцов, И.В. Чикирёв // Материалы Международной научно-технической конференции «Наука и образование – 2004». – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2004. – С. 66-69.

5. Предовский А.А. Существенные особенности мантийно-корового взаимодействия как важного фактора морфоструктурного процесса // А.А. Предовский, И.В. Чикирёв // Вестник Кольского научного центра РАН. – № 1, 2012. – С. 159-166.

## НОВЫЕ ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО РАЗРЕЗУ ВУЛКАНИТОВ ПЕЧЕНГСКОЙ СТРУКТУРЫ

Баянова Т.Б.<sup>1</sup>, Скуфьин П.К.<sup>1, 2</sup>, Елизаров Д.В.<sup>1</sup>, Серов П.А.<sup>1</sup> (<sup>1</sup> – г. Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН, <sup>2</sup> – г. Апатиты, кафедра геологии и полезных ископаемых АФ МГТУ)

The results determine the absolute age of mayarvinskaya volcanic suite (I VS) volcanics of the Pechenga complex underlying the Early Proterozoic volcanic rocks of the Pechenga structure cross-section. U-Pb zircon age of andesite-dacite is  $2350 \pm 5$  Ma. Given geological and geochemical characteristics of the I VS rocks.

Печенгская структура представляет собой синклиорий, северная часть которого сформирована породами печенгского комплекса мощностью до 11 км (Рис. 1). Юго-западная часть синклиория срезана Пороярвинским шовным прогибом, заполненным породами южнопеченгского комплекса. Печенгский комплекс сложен четырьмя вулканогенными свитами (ВС), в основании которых – маломощные осадочные свиты: маярвинская (I ВС), пирттиярвинская (II ВС), заполярнинская (III ВС) и матерская (IV ВС).

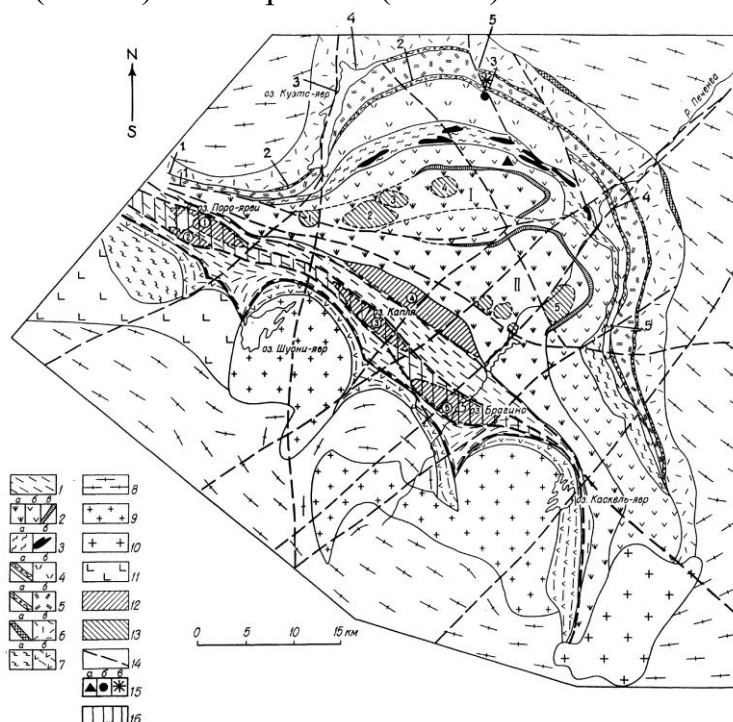


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Печенгской структуры:

1 – породы южнопеченгского комплекса (1905-1700 млн. лет), 2-6 – породы северопеченгского комплекса (2550-1905 млн. лет): 2 – вулканиты IV ВС (1980±34 млн. лет): а – базальты кровли разреза; б – базальты и ферропикриты подошвы разреза; в – вулканиты кислого состава, 3 – осадки продуктивной свиты (IV ОС): а – туфогенно-осадочные породы, б



– габбро-верлиты, 4 – породы III ОС и III ВС (2114±52 млн. лет): а – осадки, б – вулканиты, 5 – породы II ОС и II ВС (2214±54 млн. лет): а – осадки, б – вулканиты, 6 – породы I ОС и I ВС (2324±28 млн. лет): а – осадки, б – вулканиты, 7 – породы неясного стратиграфического положения: а – гнейсосланцы, б – амфиболиты, 8 – гнейсогранитный комплекс архейского фундамента, 9 – плагиограниты и гранодиориты Каскельяврского и Шуонияврского массивов (1940 млн. лет), 10 – микроклиновые граниты лицо-арагубского комплекса (1765 млн. лет), 11 – габброиды каскамско-шуортинского архейского интрузивного комплекса; 12 – локальные вулканические центры в Южнопеченгской зоне; 13 – локальные вулканические центры в Северопеченгской зоне; 14 – дизъюнктивные нарушения; 15 – положение СГ-3 (а) и структурных скважин IX (б) и X (в); 16 – положение Пороярвинского приразломного прогиба.

Крупные мульдообразные структуры в Северопеченгской зоне: I – Северная мульда, II – Южная мульда. Для I и II ВС показано положение разрезов (№№ 1-5).

Вулканиты Печенгской структуры изучаются уже на протяжении почти полувека: [1,2,3,4] и др. Однако многие определения абсолютных возрастов реперных уровней разреза были проведены недостаточно точными Rb-Sr, Sm-Nd и др. методами (Табл. 1). Для построения надежной петрологической модели эволюции магматизма раннего протерозоя необходимо применение прецизионных методов, одним из которых является метод U-Pb датирования акцессорного циркона. Для исследования нами были выбраны лежащие в основании разреза печенгского комплекса породы маярвинской (I ВС) свиты.

Сариолийские вулканиты маярвинской свиты залегают или на осадочных породах телевинской (I ОС) свиты, или непосредственно на архейском фундаменте.

Таблица 1.

Абсолютные возраста отдельных стратиграфических подразделений Печенгской структуры.

Стратиграфические подразделения	Абсолютный возраст
Андезиты и дациты каплинской свиты	Rb-Sr: 1855±54 Ma [1]
Пикробазальты менельской свиты	Rb-Sr: 1865±58 Ma [1]
Андезито-дациты г. Порьиташ	
Базальты Заполярнинского палеовулкана	U-Pb: 1918±3 Ma [4]
Перидотиты Аллареченского м-ния	U-Pb: 1918±29Ma [4]
аббро-верлитовый комплекс	U-Pb: 1980±10 Ma; 1987±54 Ma; 1941±3 Ma [4]

Пикриты матертской (IV BC) свиты	Sm-Nd: 1990±40 Ma [1]
Базальты III BC	Rb-Sr: 2114±52 Ma [1]
Силл риодацитов в подошве III BC	U-Pb: 2043±18 Ma [4]
Трахибазальты II BC	Rb-Sr: 2214±54 Ma [1]
Андезибазальты I BC	Rb-Sr: 2314±28 Ma [1]

Разрез вулканитов свиты сложен следующими типами вулканитов (в %): Mg-базальт - 7, базальт - 13, ферробазальт - 5, андезибазальт - 42, андезит - 26, дацит - 7. Породы обладают реликтивными признаками типичных магматических структур базальтовых и среднекислых лав - интерсертальной, микроофитовой, микролитовой, витрофио-микролитовой. В интенсивно метаморфизованных разновидностях, превращенных в ортоамфиболиты, развиваются гранобластовые и нематогранобластовые структуры.

Таблица 2.

Средний состав (мас. %) вулканитов маярвинской свиты

	Базальты магнелиальные (n = 3)	Базальты субщелочные (n = 12)	Ферробазальты (n = 2)	Андезибазальты (n = 40)	Андезиты (n = 21)
SiO <sub>2</sub>	53.07	51.27	47.64	55.24	58.88
TiO <sub>2</sub>	0.87	1.09	2.22	1.00	1.07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.96	14.24	11.99	14.06	13.06
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.49	2.38	7.32	2.79	2.90
FeO	10.37	9.67	9.82	7.96	7.33
MnO	0.16	0.19	0.18	0.16	0.18
MgO	8.74	6.11	7.85	4.63	3.19
CaO	8.86	8.14	7.58	7.43	6.47
Na <sub>2</sub> O	2.00	3.29	2.68	3.35	3.23
K <sub>2</sub> O	1.63	1.03	0.81	1.49	1.80
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.14	0.17	0.20	0.17	0.22
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0.24	0.16	0.25	0.26	0.28
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1.29	1.94	1.70	1.52	1.45
CO <sub>2</sub>	0.20	0.07	0.11	0.16	0.23
Сумма	100.02	99.66	100.35	100.20	100.29

Базитовые вулканиты свиты относятся к кварц-нормативным гиперстенным, реже оливин-нормативным разновидностям, в то время как андезиты – к кварц-нормативным гиперстен-авгитовым породам. Андезиты относятся к магнелиально-железистым разновидностям – содержание MgO в них колеблется в пределах 3-6%, суммарное содержание Fe – 9-12%, а глинозема – 12-15%. На диаграмме AFM часть

фигуративных точек, отражающих состав вулканитов свиты, расположена в пределах поля известково-щелочной серии (55%), другая - толеит-базальтовой (45%); это, вероятно, объясняется контаминацией сиалическим материалом коры магматического базальтового расплава. Соотношение  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  для вулканитов I BC составляет 0.7040 [1], что указывает на участие корового материала в их формировании. Значения  $\epsilon\text{Nd}(T)$  для андезибазальтов I BC (–3.39; –6.26; –4.19) типичны для производных обогащенной мантии. По общему химизму вулканиты близки андезитам орогенных обстановок фанерозоя, особенно андезитам бонинитовых островодужных серий. В этих андезитах, наряду с породами толеитовой серии, отличающимися избытком Mg, Ni, Cr и дефицитом щелочей, отмечена существенная доля андезитов известково-щелочной серии. Обстановки современных островных дуг далеки от обстановок, характерных для раннепротерозойских подвижных поясов. Однако геодинамические процессы сжатия, типичные на орогенных этапах эволюции и для островных дуг, и для Печенгской структуры, могли обусловить выплавление близких по составу мантийно-коровых пород.

Для U-Pb датирования вулканитов I BC были выбраны хорошо раскристаллизованные свежие образцы андезибазальтов из щебеночного карьера к С-3 от г. Заполярный. Из андезибазальтов была отобрана проба весом 250 кг, при обработке которой с использованием магнитов разной мощности и бромформа были выделены цирконы, которые вручную были разделены на две популяции. Изотопный U-Pb возраст цирконов равен  $2350 \pm 5$  млн. лет (Рис. 2). Нижнее пересечение дискордии с конкордией равно нулю, потери свинца современные, U-Pb система почти не нарушена в цирконах. Химические процедуры разложения цирконов проводились по методике Т.Кроу [5], использовался смешанный трассер  $^{208}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  и силикагель. Расчет координат точек и параметры изохроны проводились по программам К.Людвига [6,7], использовались принятые константы распада, все ошибки даны на уровне  $2\sigma$ . Все изотопные измерения выполнены на семиканальном масс-спектрометре Finnigan-MAT-262(RPQ) в статическом режиме.

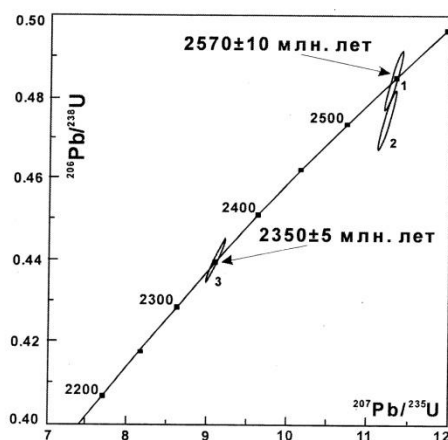


Рис. 2. U-Pb диаграмма с конкордией для цирконов из андезибазальтов I BC.

### **Литература:**

1. Балашов Ю.А. Геохронология раннепротерозойских пород Печенгско-Варзугской структуры Кольского полуострова // Петрология, 1996, т. 4, N 1. С. 3-25.
2. Предовский А.А., Федотов Ж.А., Ахмедов А.М. Геохимия Печенгского комплекса (метаморфизованные осадки и вулканиты). Л., Наука, 1974, 139 с.
3. Скуфьин П.К. Эволюция вулканизма рудоносной Печенгской структуры (Кольский полуостров) // Геол. рудн. месторожд., 1993, т. 35. С. 271-283.
4. Скуфьин П.К., Баянова Т.Б. Раннепротерозойский вулкан центрального типа в Печенгской структуре и его связь с рудоносным габбро-верлитовым комплексом (Кольский полуостров) // Петрология, 2006, т. 14, N 6, С. 649-669.
5. Krogh T.E. A low-contamination method for hydrothermal dissolution of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determinations // *Geochim. Cosmochim. Acta.* 1973. V. 37. P. 485-494.
6. Ludwig K.R. Using ISOPLOT/Ex. Version 2.05: A geochronological toolkit for Microsoft Excel // Berkeley Geochronology Center, Special Publication. № 1a. 1999. 43 p.
7. Ludwig K.R. PBDAT – A computer Program for Processing Pb-U-Th isotope data. Version 1.22. // Open-file report 88-542. US Geol. Surv. 1991. 38 p.

**ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ОБЛАСТЕЙ АКТИВИЗАЦИИ  
ТЕКТОНО-МАГМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АРХЕЙСКОМ  
ФУНДАМЕНТЕ КОЛЬСКОГО РЕГИОНА**

**Филатова В. Т.** (г. Апатиты, АФ МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых)

This work is based on numerical modeling. On example of the north-eastern Baltic Shield, the tectonophysical simulation has been performed to reveal structures draining the uprising of mantle basic-ultrabasic magmas. The obtained results revealed a location heredity of magma feeding channels in the region from the Archaean up to the Early Proterozoic and Palaeozoic.

Значительная часть исследуемого региона сложена докембрийскими породами [2,3,6,12]. Эти породы с возрастом в интервале 3.2-2.6 млрд. лет слагают архейские мегаблоки - Мурманский, Кольский, Беломорский и Карельский. Среди второстепенных структур выделяется архейская Кейвская структура, встроена в структуру Кольского мегаблока. Кроме этого значимыми являются: архейские зеленокаменные пояса - Колмозеро-Воронья, Ёнский и Терско-Аллареченский, раннепротерозойские мобильные пояса - Лапландский гранулитовый и Печенга-Варзугский рифтогенный, а также гигантские палеозойские щелочные массивы (Хибинский, Ловозерский). Раннепротерозойский Печенга-Варзугский рифтогенный пояс наследует область развития архейского Терско-Аллареченского пояса. В позднем архее консолидация земной коры превращает регион в относительно стабильную континентальную структуру и исследуемая область на тот период находится в устойчивом состоянии [11]. В раннем протерозое основной фронт тангенциальных напряжений был направлен на северо-восток [2,6]. В последующие эпохи значительных геолого-тектонических процессов регион не переживал.

Полагаем, что северо-восточная часть Балтийского щита на весь период геологической истории региона представляла собой неоднородное упругое тело, подверженное действию объёмных сил и заданных напряжений на его границе. Рассматриваемая область состоит из нескольких конечных подобластей, каждая из них считается однородно изотропной и линейно-упругой с линейно-упругими постоянными (коэффициент Пуассона ( $\mu$ ) и модуль Юнга ( $E$ )). Каждый архейский мегаблок – это отдельная подобласть. Зоны глубинных разломов, разделяющие архейские мегаблоки, рассматриваются как подобласти шириной 25-30 км. Задаём условие, что область находится в состоянии равновесия и компоненты тензора напряжений  $\sigma_{ij}$  в случае плоской задачи удовлетворяют условиям равновесия [5]. При численном решении данной краевой задачи в напряжениях использовался метод граничных элементов

[4]. Весь процесс численного решения задач алгоритмизирован и был заложен в основу разработанного пакета программ для ЭВМ с учётом результатов ранее выполненных исследований в данном направлении [7-9].

Применительно к исследуемому региону были выполнены расчёты для нескольких вариантов нагрузки области (**А**, **Б**, **В**) и, соответственно, на каждом этапе задавалась определённая базовая модель, описывающая исследуемую область с учётом сформировавшихся к этому времени геологических структур. (**А**) Возрастной интервал – 3.0-2.8 млрд. лет назад; базовая модель включает структурные элементы архейского фундамента, сформировавшиеся на момент завершения аккреции земной коры региона; в качестве подобластей используются архейские мегаблоки (Мурманский, Кольский, Беломорский и Карельский), Кейвская структура, а также разломные зоны, разъединяющие мегаблоки. Область подвержена всестороннему равномерному сжатию. (**Б**) Интервал – 2.8-2.5 млрд. лет назад; исходная базовая модель дополняется подобластями, отмеченными аномальными значениями скальвающих напряжений на первом этапе исследований и перекрывающими территории развития зеленокаменных поясов Колмозеро-Воронья и Терско-Аллареченский. Область также подвержена всестороннему равномерному сжатию. (**В**) Интервал - 2.5-1.6 млрд. лет назад; исходная базовая модель по конфигурации подобластей в большей степени повторяет модель **Б**. Область подвержена одноосному сжатию равномерно распределёнными усилиями с юго-запада и с северо-востока. Для каждой базовой модели были рассчитаны максимальные по абсолютному значению скальвающие напряжения. Значения линейно-упругих постоянных ( $\mu, E$ ) для пород архейских мегаблоков, зеленокаменных поясов, Кейвской структуры и разломных зон задавались согласно данным, приведённым в работе [9]. Области, отмеченные аномальными скальвающими напряжениями, рассматривались как ослабленные зоны в фундаменте региона. Все работы выполнялись в масштабе 1:1000000 с использованием исходной геологической карты масштаба 1:500000 [1].

На рисунке 1 представлены выделенные по аномальным значениям максимальных скальвающих напряжений ослабленные зоны региона, сформировавшиеся в период поздний архей - ранний протерозой. Выделенные области имеют вид поясовых структур и коррелируются как с областями распространения базит-гипербазитовых интрузий, так и с зонами тектонических нарушений в Кольском регионе. Выполненные расчёты для базовой модели **А** позволили выделить ослабленные зоны 1-7, для модели **Б** – зоны 8-14, для модели **В** – зоны 15 – 25. Зоны 1-4 (1 - Колмозеро-Воронья, 2 - Терско-Аллареченский пояс, 3 - Цагинская, 4 - Щучьеозерская) известны по геологическим данным как архейские магмапроводящие области. Зоны 5-6 (5 - Туломская, 6 - Колвицкая) известны как раннепротерозойские. Зона 7 (Лиинахамарская)

прослеживается вдоль по разлому СВ направления, секущего Мурманский и Кольский мегаблоки. Разломы северо-восточного простирания кольскими геологами считаются архейскими. Выделенные зоны 8-12 (8 - г. Генеральская, 9 - Порьиташская, 10-Сальнотундровская-1, 11 - Сальнотундровская-2, 12 - Мончетундровская) являются раннепротерозойскими. Зона 13 (Хибинская) известна как палеозойская. Зона 14 (Восточно-Кольская), простирающаяся субмеридианально и секущая восточную оконечность Кольского полуострова и акваторию Белого моря, не отмечается как магмапроводящая структура, её возраст и генезис не известен. При этом следует отметить, что зона 14 сечёт под углом в 10° систему разломов, показанную на тектонических схемах [2,6,11]. Зона 15 (Северо-Кольская) известна как архейская (Колмозеро-Воронья), но магматическая активность в данном районе наблюдалась и в последующие эпохи. Зоны 16-19 (16 – Вайноспаа, 17 – Печенгская, 18 – Лицко-Арагубская, 19 – Кола – оз.Имандра) являются раннепротерозойскими. Зона 20 (Контозеро-Хибины-Ковдор) известна как палеозойская. Зоны 21-22 являются продолжением бортов Восточно-Баренцевоморской рифтовой системы палеозойского возраста (21 – продолжение западного борта, 22 – восточного борта). Зоны 23-24 (23 - Восточные Кейвы - Панаречка, 24 - Имандра-Варзуга) имеют раннепротерозойский возраст, а зона 25 (Кандалакшская) известна как рифейская.

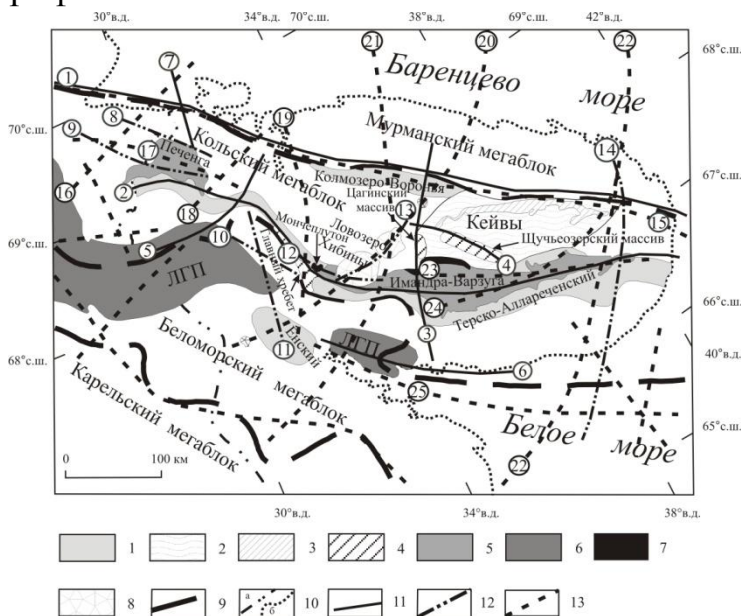


Рис.1. Ослабленные зоны в фундаменте Кольского региона, сформировавшиеся в раннем докембрии в интервале 3.0– 1.6 млрд. лет назад.

1 – архейские пояса: Колмозеро-Воронья, Терско-Аллареченский, Ёнский; 2 – Кейвская структура; 3 – высокоглиноземистые гнейсы Кейвской серии; 4 – массивы анортозитов и

габбро-анортозитов (архей/ранний протерозой); 5 – Печенга-Имандра-Варзугская палеорифтогенная структура; 6 – Лапландский гранулитовый пояс; 7 – расслоенные массивы основных и ультраосновных пород (ранний протерозой); 8 - щелочные интрузивы (палеозой); 9 – разломы (зоны разломов) на контакте мегаблоков; 10 – а) государственная граница России, б) современная береговая линия. Магмапроводящие (ослабленные)

зоны, установленные по аномальным значениям рассчитанных максимальных скалывающих напряжений: 11 – сформировавшиеся в интервале 3.0-2.8 млрд. лет; 12 – в интервале 2.8-2.5 млрд. лет; 13 – в интервале 2.5-1.6 млрд. лет. Цифры в кружочках – номера выявленных зон.

Следует отметить, что все главные магмавыводящие структуры региона отмечаются аномальными значениями скалывающих напряжений. Таким образом, выполненные исследования позволили реконструировать зоны повышенной проницаемости фундамента, сформировавшиеся в раннем докембрии. При этом чётко прослеживается унаследованность положения магмапроводящих структур от архея до раннего протерозоя, что подтверждается геологическими данными. Сформировавшиеся в коре региона мобильно-проницаемые зоны можно рассматривать как каркасные тектоногены – линейные деформационно-магматические структуры, используя терминологию, предложенную в работе [10]. Данные структуры являлись областями разрядки напряжений в коре, вдоль которых в течение каждого тектонического цикла шла перестройка коры, её качественное изменение; имели различие в возрасте формирования, а некоторые развивались наследованно. В итоге древние архейские блоки региона прошиваются системой каркасных тектоногенов, контролирующей локальное накопление энергии и приводящих к резкой активизации тектонических, термических и магматических процессов. Сформировавшаяся в раннем докембрии система проницаемых зон в фундаменте Кольского региона определила ход развития геодинамических и магматических мантийных процессов в последующие эпохи.

#### **Литература:**

1. Геологическая карта Кольского региона (северо-восточная часть Балтийского щита). Масштаб 1:500000 / Под ред. Ф.П.Митрофанова. - Апатиты: ГИ КНЦ РАН, 1996.
2. Загородный В.Г., Радченко А.Т. Тектоника раннего докембрия Кольского полуострова (состояние изученности и проблемы). – Л: Наука, 1983. – 96 с.
3. Земная кора восточной части Балтийского щита / Под ред. К.О.Кратца. – Л: Наука, 1978. – 232 с.
4. Крауч С., Старфилд А. Методы граничных элементов в механике твёрдого тела. - М.: Мир, 1987. – 328 с.
5. Мухелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. - М.: Наука, 1966. – 707 с.
6. Радченко А.Т., Балаганский В.В., Виноградов А.Н., Голионко Г.Б., Петров В.П., Пожиленко В.И., Радченко М.К. Докембрийская тектоника северо-восточной части Балтийского щита (объяснительная записка к тектонической карте масштаба 1:500000). - Санкт-Петербург: Наука, 1992. – 111 с.



7. Филатова В.Т. Особенности формирования полей напряжений в Беломорском мегаблоке при режиме коллизионной геодинамики // ДАН. 2002. – Т. 382. № 6. – С.821-825.
8. Филатова В.Т. Оценка напряжённно-деформированного состояния земной коры северо-восточной части Балтийского щита в позднем архее // ДАН. 2009. Т. 424. №2. С. 249-253.
9. Филатова В.Т. Влияние напряжённно-деформированного состояния среды на формирование ослабленных зон в архейском фундаменте северо-восточной части Балтийского щита // Геофизический журнал НАН Украины. –2009. – Т.31. – №3. – С.41-52.
10. Шейнманн Ю.М. Очерки глубинной геологии. - М.: Недра, 1968. – 231 с.
11. Эволюция земной коры и эндогенной металлогенической зональности северо-восточной части Балтийского щита / Под ред. И.В.Белькова. - Л.: Наука, 1987. – 112 с.
12. Mitrofanov F.P., Pozhilenko V.I., Smolkin V.F. et. al. Geology of the Kola Peninsula (Baltic Shield). - Apatity: KSC RAS, 1995. – 144 p.

## ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ ВЕРХНЕДОКЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КОЛЬСКОГО РЕГИОНА И BARENTS SEA REGION (П-ОВ ВАРАНГЕР, СЕВЕРНАЯ НОРВЕГИЯ)

**Чикирёв И. В.** <sup>1,2</sup> (<sup>1</sup> – г. Апатиты, кафедра геологии и полезных ископаемых АФ МГТУ; <sup>2</sup> – г. Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН)

On the basis of lithogeneous analysis of sediments is proposed new correlation scheme between Upper Precambrian cross-section of Kil'din, Rybachi structural-formational zones (Kola region) and Upper Precambrian cross-section of Barents Sea Region structural-formational zone (Varanger Peninsula, northern Norway).

На территории полуостровов Среднего и Рыбачьего (Кольский регион) в многочисленных береговых обрывах морских террас обнажаются осадочные породы верхнего докембрия. Их «промежуточное» положение между разновозрастными отложениями, распространенными на п-ове Варангере (Северная Норвегия) и Тиманском кряже, является важным для корреляции разрезов верхнего докембрия северной периферии Восточно-Европейской платформы

В пределах исследуемого региона по совокупности вещественных признаков, интенсивности деформаций и степени постседиментационных преобразований пород выделяется две структурно-формационные зоны: кильдинская и рыбачинская, разделенных крупным разломом надвигового характера. Следует отметить, что данный разлом является юго-восточный продолжением надвиговой зоны Тролльфиорд-Комагельва, установленной на полуострове Варангер в Норвегии.

*Рыбачинская структурно-формационная зона* включает территорию п-ова Рыбачий. Последний входит в состав Кольско-Канинской моноклинали, являющейся структурным элементом Тимано-Варангерской системы байкалитид, протягивающейся от Полюдова Камня на юго-востоке до п-ова Варангера на северо-западе.

Отложения, слагающие п-ов Рыбачий, находятся в аллохтонном залегании и представлены однородной ассоциацией пород, разделенную на две серии: эйновскую и баргоутную [3]. Серии характеризуются флишоидным типом строения и представлены переслаиванием псефитов, псаммитов, алевролитов и алевропелитов. Ярко выражена тенденция уменьшения доли грубообломочных пород за счет увеличения объема тонкозернистых разностей снизу вверх по разрезу как для отдельных свит, так и для всего разреза в целом (рис. 1).

Характер ритмичности и закономерность ее изменения в направлении от мотовской к цыпнаволоцкой свите свидетельствует о том,

что осадки представляют собой отложения подводного конуса выноса, сформированного в условиях лавинной седиментации.

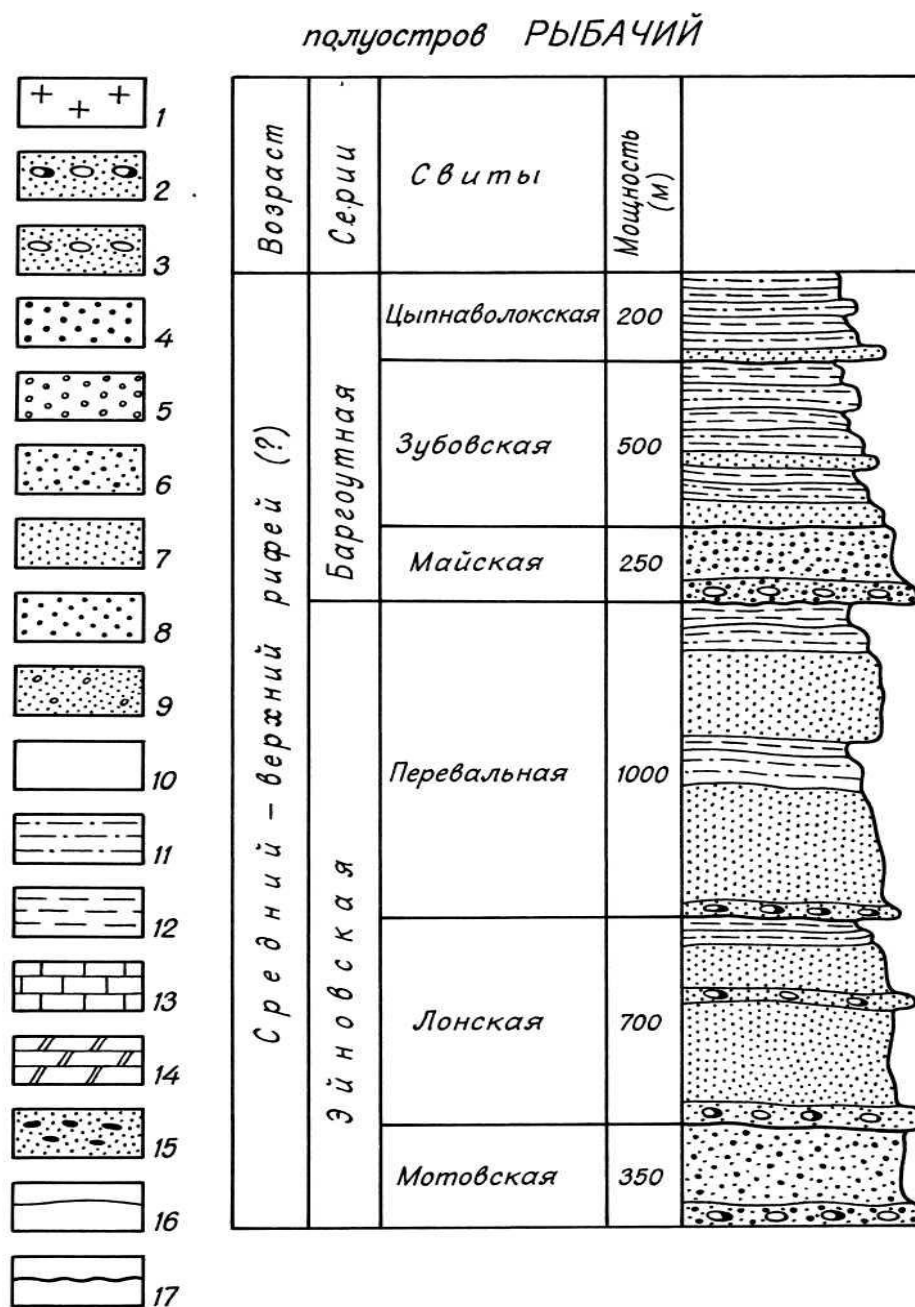


Рис. 1. Стратиграфический разрез верхнедокембрийских отложений п-ова Рыбачьего.

1 – породы фундамента. Псефиты: 2 – полимиктовые, 3 – кварцевые. Гравелиты: 4 – полимиктовые, 5 – кварцевые. Псаммиты: 6 – полевошпатовые граувакки, 7 – аркозовые, 8 – мезомиктовые, 9 – олигомиктовые, 10 – кварцевые. 11 – граувакковые алевролиты. 12 – гидрослюдистые пелиты. 13 – доломиты. 14 – мергели. 15 – обломочные фосфориты. Контакты: 16 – постепенные, 17 – эрозионные.

По литолого-геохимическим характеристикам верхняя (баргоутная) серия п-ова Рыбачьего достаточно надежно коррелируется с верхнерифейскими породами формации Kongsfjord (структурно-формационная зона Varents Sea Region), залегающими в основании всего спарагмитового комплекса Северной Норвегии. Данное заключение согласуется с выводами других исследователей региона [1], [4]. По нашему мнению, аналоги отложений нижней (эйновской) серии на п-ове Варангер отсутствуют.

Кильдинская структурно-формационная зона включает территорию п-ова Среднего и о. Кильдина. Здесь распространены терригенно-карбонатные отложения кильдинской и волоковой серий позднерифейско-ведского (?) возраста (рис. 2), сформированные в условиях перикратонного опускания северо-восточного края Восточно-Европейской платформы. Возраст серий определен по радиометрическим данным и микрофоссилиям [2], [3]. Контакт между сериями носит явно эрозионный характер, что свидетельствует о длительном перерыве в осадконакоплении в предкуяканское время.

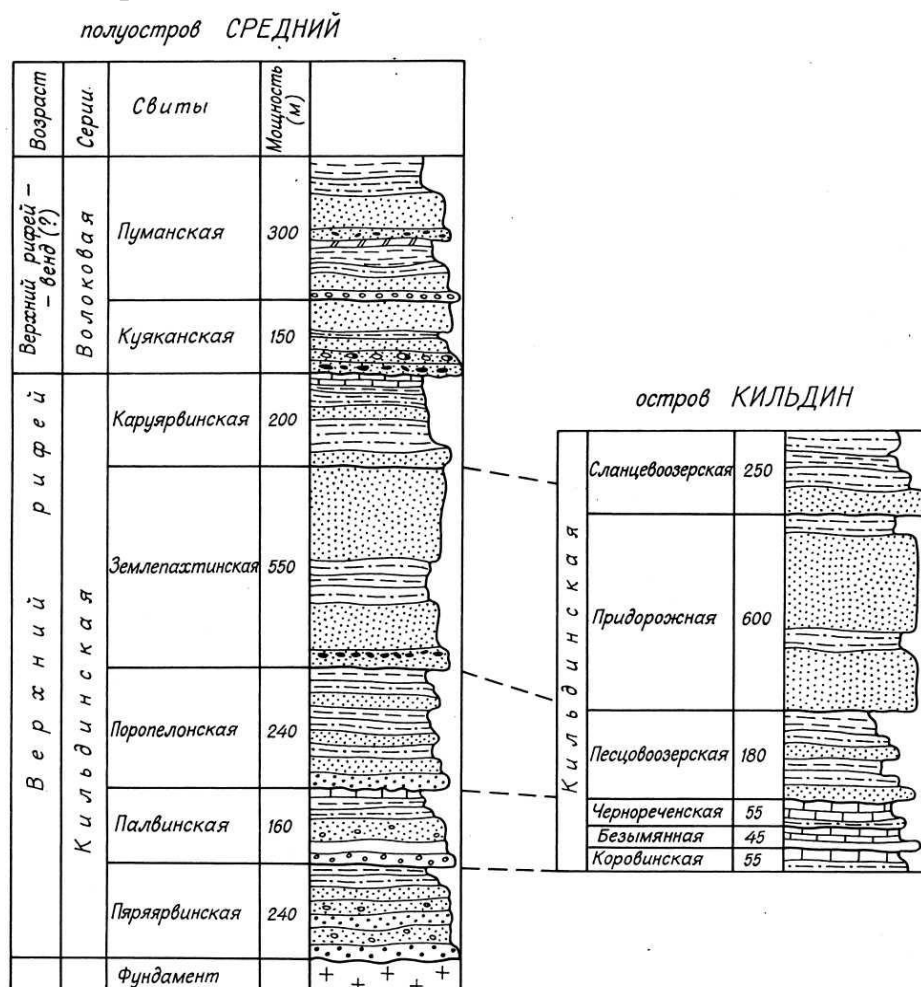


Рис. 2. Стратиграфический разрез верхнедокембрийских отложений п-ова Среднего и о. Кильдина (составлен с использованием данных [2] и [3]). Условные обозначения см. на рис. 1.

По нашему мнению, отложения переярвинской и палвинской свит кильдинской серии не имеют аналогов среди пород структурно-формационной зоны Varents Sea Region.

Отложения поропелонской и землепахтинских свит по своим литологическим, геохимическим характеристикам, обстановкам осадконакопления и комплексу микрофоссилий надежно коррелируются с отложениями формации Basnaering (Varents Sea Region) верхнего рифея.

Пестроцветные терригенно-карбонатные отложения каруярвинской свиты надежно сопоставляются с аналогичными породами формации Batsfjord верхнего рифея. Вышележащая формация Tuvjofjellet (Varents Sea Region) аналогов на п-ове Среднем и о. Кильдине не имеет и ее накопление, по-видимому, приходится на время предкуяканского перерыва.

Отложения куюканской и пуманской свит мы сопоставляем с вендскими породами формаций Sandfjord и Styret по нескольким признакам. Во-первых, накопление формаций так же как и на п-ове Среднем фиксируют новый этап развития бассейна, по-видимому, совпадающим с началом венда. Во-вторых, породы формаций имеют общие литологические характеристики с отложениями п-ова Среднего, и их формирование происходило, как мы считаем, в сходных обстановках.

Вышележащие формации Skjaergardn, Stordalselva и Skidnefjellet (Varents Sea Region) аналогов на п-ове Среднем не имеют. Это может быть связано прежде всего с тем, что Кольский сегмент единого позднедокембрийского бассейна раньше завершил свое развитие.

Мы считаем, что в позднем докембрии отложения кильдинской структурно-формационной зоны формировались в краевой части бассейна, в то время как породы структурно-формационной зоны Varents Sea Region в его центральной части. С этим, по-видимому, следует связывать и различие в мощностях верхнедокембрийских отложений двух регионов.

### **Литература**

1. Коноплева Н.Г. Верхнепротерозойская ритмичная толща п-ова Рыбачьего / Н.Г. Коноплева // Докл. АН СССР. – 1974. – Т. 219. – № 1. – С. 175 – 178.
2. Любцов В.В. Литостратиграфия и микрофоссилии позднего докембрия Кольского полуострова / В.В. Любцов, Н.С. Михайлова, А.А. Предовский – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1989. – 130 с.
3. Негруца В.З. Стратиграфия гиперборейских отложений полуостровов Среднего, Рыбачьего и острова Кильдина / В.З. Негруца // Проблемы геологии докембрия Балтийского щита и покрова Русской платформы. – Тр. ВСЕГЕИ, Нов. сер. – Т. 175. – 1971. – С. 153-186.
4. Siedlecka A. The bedrock geology of Varanger Peninsula, Finmark, North Norway: an excursion guide // A. Siedlecka, D. Roberts // Nor. Geol. Unders., Special Publ. – 1992. – Vol. 5. – 45 p.

# **Геофизические процессы в Арктике**

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СПОКОЙНЫХ ВАРИАЦИЙ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ И КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ В МАКСИМУМЕ F2-СЛОЯ ИОНОСФЕРЫ

Ботова М. Г., Намгаладзе А. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра физики)

**Abstract.** The paper presents the results of studying the ability of the Earth's Upper Atmosphere Model (UAM) to reproduce background variations of the ionosphere total electron content (TEC) for the problem of search of the ionospheric precursors of the earthquakes. The results of the TEC and NmF2 modeling were compared with the data obtained from the empirical ionospheric model IRI-2007 and GIM (Global Ionosphere Maps) of the TEC provided by the NASA in IONEX format derived from IGNSS network data. It was shown that a quantitative agreement between theoretical and empirical TEC and NmF2 is satisfactory except the main ionospheric trough region for all date's simulations.

### 1. Введение

В ряде работ, например [1], описываются попытки обнаружить ионосферные предвестники землетрясений с использованием данных о концентрации электронов в максимуме F2-слоя (NmF2). С развитием глобальной системы позиционирования (GPS) и публикацией карт полного электронного содержания (TEC) ионосферы появилась возможность поиска ионосферных предвестников землетрясений и в данных TEC. Любые исследования, связанные с поиском ионосферных предвестников землетрясений, зависят от фоновых вариаций TEC. В данной работе представлены результаты численных экспериментов по воспроизведению широтных вариаций NmF2 и TEC.

### 2. Метод

Исследование проводилось методом математического моделирования с использованием глобальной трехмерной самосогласованной численной модели верхней атмосферы Земли UAM(Upper Atmosphere Model) [2].

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.

Численные эксперименты по воспроизведению вариаций NmF2 и TEC проводились в двух различных версиях UAM: 1) с использованием

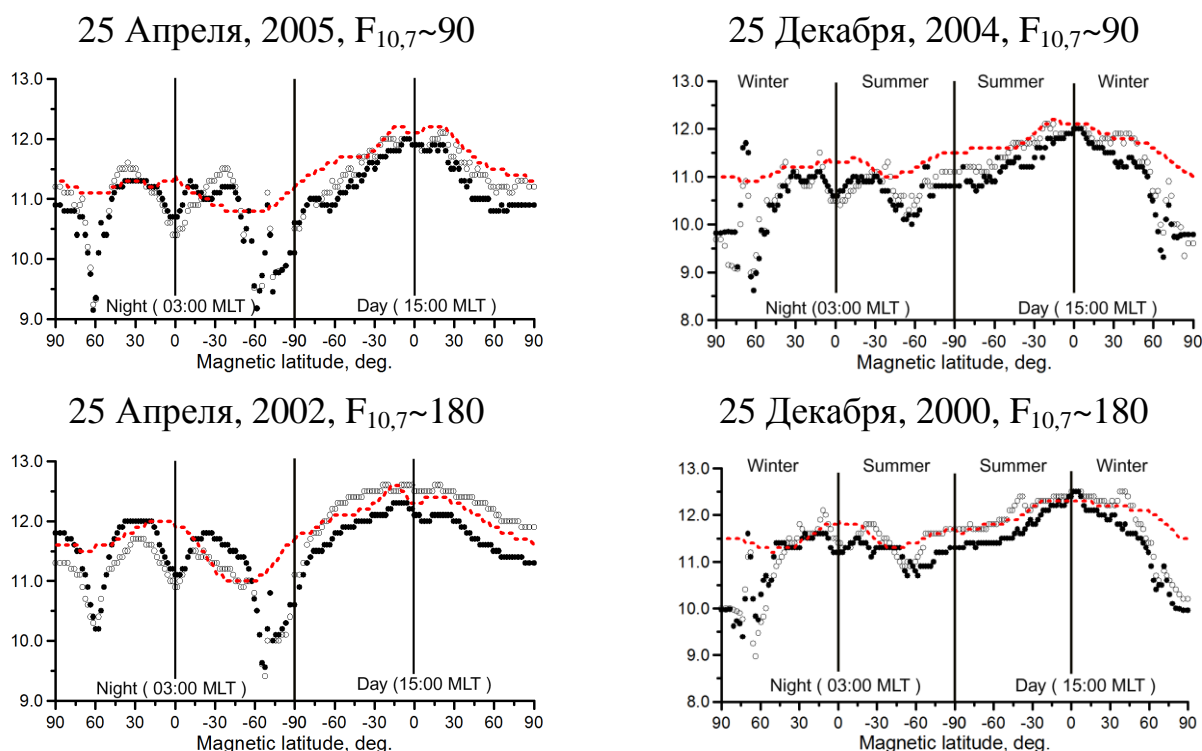
эмпирической термосферной модели NRLMSIS-00[3] для нейтральных компонент (UAM-TM) и 2) с использованием теоретического расчета термосферных параметров путем решения уравнений непрерывности, теплового баланса и движения для нейтральной атмосферы (UAM-TT). Модельные расчеты проводились для условий равноденствия и солнцестояния для разных уровней солнечной активности ( $F_{10,7} \sim 90$  и  $F_{10,7} \sim 180$ ). Были проанализированы вариации NmF2 и TEC для меридионального разреза 15–03 местного магнитного времени (MLT). Результаты модельных расчетов были сопоставлены с данными, полученными по эмпирической модели IRI-2007[4] и GIM по TEC, предоставляемыми NASA в формате IONEX[5].

### 3. Результаты моделирования

#### 3.1 Моделирование широтных вариаций концентрации электронов в максимуме F2-слоя

На рисунке 1 представлены широтные вариации концентрации электронов в максимуме F2-слоя (NmF2), рассчитанные с использованием версий UAM-TM, UAM-TT и эмпирической модели IRI-2007 для магнитного меридиана 15-03 MLT.

Широтные вариации NmF2 представлены для условий равноденствия (левая панель) и солнцестояния (правая панель) для разных уровней солнечной активности.



**Рис. 1.** Широтные вариации NmF2 для магнитного меридиана 15-03 MLT, UT=24:00.

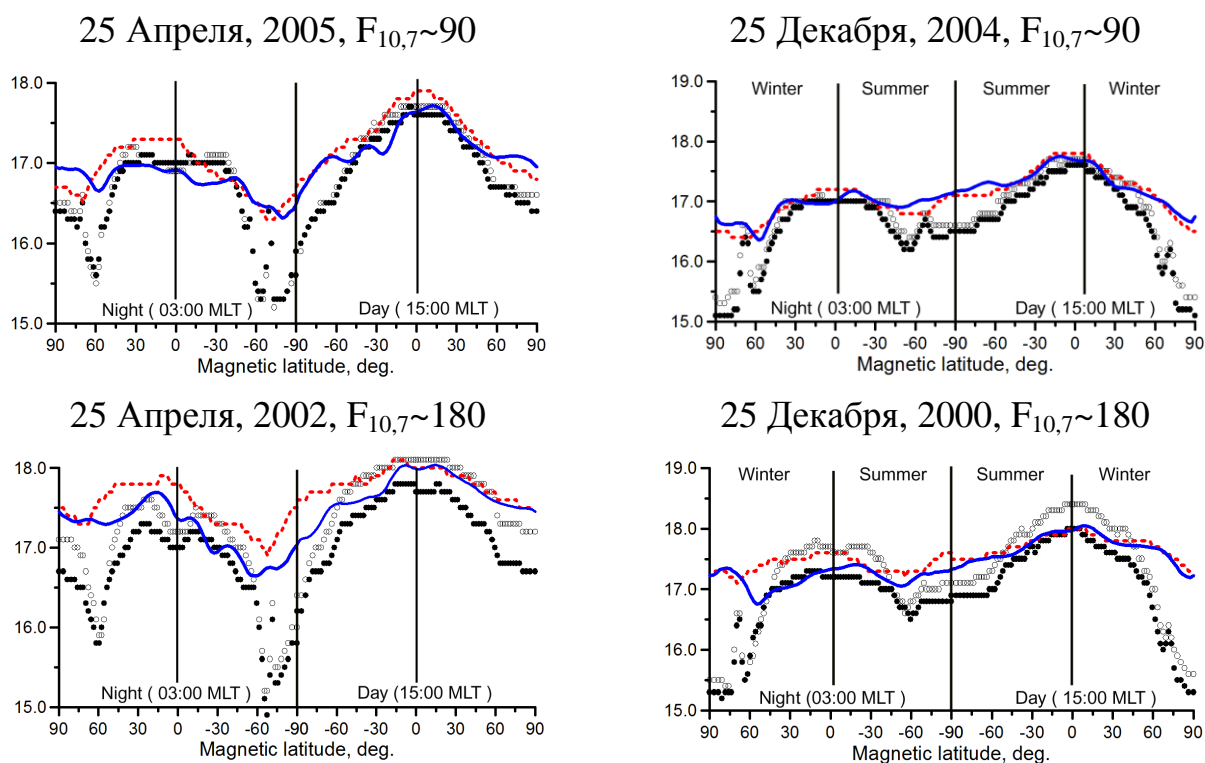
Белые кружки – UAM-TM, черные кружки – UAM-TT,  
красная штриховая линия – IRI-2007.



### 3.2 Моделирование широтных вариаций полного электронного содержания

На рисунке 2 представлены широтные вариации полного электронного содержания (TEC), рассчитанные с использованием версий UAM-TM и UAM-TT, эмпирической модели IRI-2007 и данных GPS для магнитного меридиана 15-03 MLT.

Широтные вариации TEC представлены для условий равноденствия (левая панель) и солнцестояния (правая панель) для разных уровней солнечной активности.



**Рис. 2.** Широтные вариации TEC для магнитного меридиана 15-03 MLT, UT=24:00.

Белые кружки – UAM-TM, черные кружки – UAM-TT, красная штриховая линия – IRI-2007, синяя сплошная линия – TEC GPS.

#### 4. Выводы

Проведенные численные эксперименты показывают, что:

- 1) удовлетворительное количественное согласие между значениями NmF2 и TEC для UAM-TM и UAM-TT, IRI-2007 и TEC GPS имеет место для низких широт ( $\pm 30^\circ$ ) в дневное время для всех сезонов и уровней солнечной активности;
- 2) наилучшее согласие между значениями NmF2 для UAM-TM и IRI-2007 и UAM-TM и TEC GPS имеет место для зимних условий и низкой солнечной активности;
- 3) наихудшее согласие между значениями NmF2 и TEC для UAM-TM и UAM-TT, IRI-2007 и TEC GPS имеет место в области главного ионосферного провала и над полярными шапками,

где наблюдения практически отсутствуют, а кривые для IRI и TEC получены экстраполяцией более низкоширотных данных.

#### **Литература**

1. Pulinets S.A., Boyarchuk K. Ionospheric Precursors of Earthquakes. Berlin: Springer, 2004. P. 315.
2. Namgaladze A.A., Martynenko O.V., Namgaladze A.N. // Geomagnetism and Aeronomy International. 1998. V.1. No.1. P.53-58.
3. Picone J.M., Hedin A.E., Drob D.P. et al. // J. Geophys. Res. 2002. V.107. P.1468.
4. Bilitza D., Reinisch B.W. // Adv. Space Res. 2008. V.42. P.599-609.
5. <ftp://cdis.gsfc.nasa.gov/pub/gps/products/ionex/>

## К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ФОНОВОЙ ВАРИАЦИИ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОНОСФЕРЫ В ПРИЛОЖЕНИИ К ЗАДАЧЕ ПОИСКА И ВЫЯВЛЕНИЯ ИОНОСФЕРНЫХ ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Золотов О.В. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра физики*)

**Abstract.** Here this paper I present some considerations related to the quiet undisturbed conditions definition problem in application to seismo-ionosphere GPS-TEC earthquakes' forerunners discrimination and detection. Differences on the level (magnitude) of the TEC disturbances revealed by various authors are discussed. All the results are illustrated on the basis of Japan March 11 2011 devastating earthquake.

Основная проблема состоит в том, что нет какого-либо «общепринятого» метода определения фоновой вариации, как нет и общепринятых критериев для выработки такого механизма. Беглый обзор (не претендующий на полноту) позволяет выявить ряд подходов к определению фоновых невозмущённых условий (вариаций полного электронного содержания – ПЭС – ионосферы) перед сильными землетрясениями:

1. Выбор в качестве фоновой вариации данные эмпирических моделей, например, различных версий IRI
2. Ближайший геомагнитно спокойный день
3. Различные скользящие средние с различной шириной окна сглаживания – 7, 15, 27 дней и др. Различное положение окна сглаживания относительно рассматриваемого момента (например, до, центрировано, после);
4. Различные преобразования рядов наблюдения для выделения главной компоненты, в т.ч. вейвлет-преобразований, калмановской фильтрации, интерквартильного анализа.

Дополнительную сложность вносит рассмотрение этих возмущений как в абсолютных единицах, так и в относительных. Настоящая работа ограничивает круг вопросов различными медианами и критериями определения «уровня» значений аномальных возмущений ПЭС ионосферы, т.к. эти методы получили широкое распространение ввиду их простоты и нетребовательности к вычислительным ресурсам.

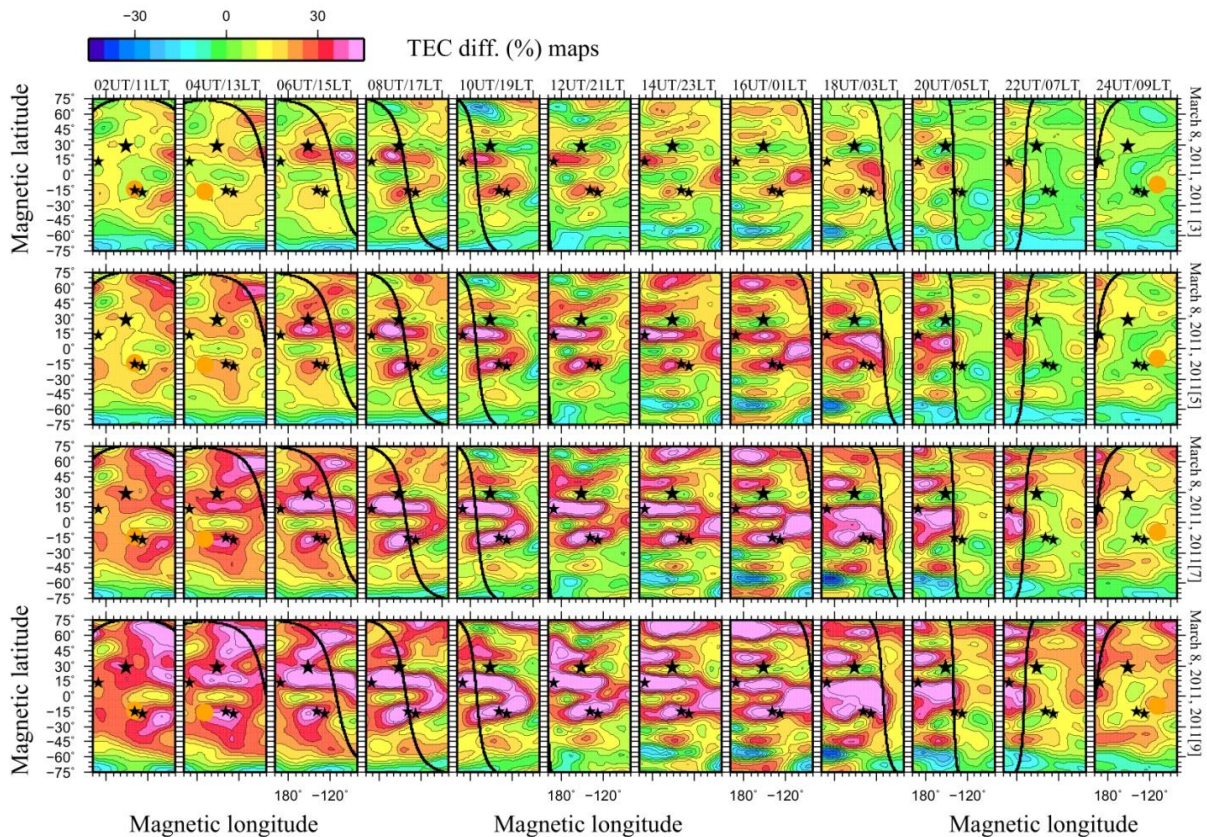


Рис. 1. Карты относительных возмущений ПЭС ионосферы от фоновой вариации для 02-24UT (слева направо). Представлены расчёты для разной ширины окна сглаживания (сверху вниз): 3, 5, 7 и 9 дней. Большая звезда – эпицентр землетрясения 11 марта 2011 г., Япония. Малые звёзды – эпицентры других сейсмических событий, произошедших за неделю или через неделю от японского землетрясения. Чёрная кривая – линия терминатора. Оранжевый круг – подсолнечная точка.

На Рис. 1 показано, как изменяются относительные вариации полного электронного содержания ионосферы в зависимости от ширины окна сглаживания. Как минимум в этом случае амплитуда возмущений возрастает с увеличением количества дней, используемых для вычисления фона. Это может быть связано с тем, что ряд данных является нестационарным и закон его распределения отличается от нормального. Это делает невозможным использование большинства методов статистики (которые предполагают гауссовость распределения или как минимум известность закона распределения случайной величины). Такое поведение объясняется ростом дисперсии с увеличением длины ряда. С физической точки зрения такое поведение тоже объяснимо: осреднение по нескольким дням призвано выделить характерную вариацию и «сгладить» случайные выбросы. Применяемая группировка данных для осреднения по моментам местного времени имеет своей целью «включить в фильтр» данные из «одинаковых условий» - с одинаковым местным временем, одинаковым положением подсолнечной точки и, как следствие, с одинаковыми условиями солнечной освещённости. Но это предположение

выполняется лишь с некоторой точностью – день ото дня подсолнечная точка смещается, и с увеличением длины ряда (т.е. чем больше «край» отстаёт от исследуемого момента) происходит смещение положения подсолнечной точки и, как следствие, для вычисления фоновой вариации начинают использоваться данные от «других» условий. Максимальное расхождение при этом может быть получено, когда в исследуемую область пространства войдёт анτισолнечная точка, т.к. когда в фильтре фактически будут участвовать ночные и дневные значения.

Таким образом, расхождения в оценке амплитуды и размера (площади) аномалии в работах различных авторов могут быть объяснены использованием различной фоновой вариации. При этом для определения фоновой вариации (при использовании различных окон сглаживания) небольшим числом дней, обычно не больше 7.

## ПОТОК ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ НАД ДУГОЙ ПОЛЯРНОГО СИЯНИЯ

Волков М. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра физики)

In this work the solution for the electric field across the auroral arc consistent with currents flowing into and from of the arc has been obtained. The model of the currents flowing into and from the arc has been specified but at the same time the currents across the arc have been calculated taking into account the ionization and recombination processes in the ionosphere. The solution for the auroral arc electric field depends on the background electric field or the field of the large-scale magnetospheric-ionospheric convection. The case where the current across the arc has opposite direction to the electric field has been considered. In this case, the arc is a generator of electromagnetic energy, and the Poynting vector is directed upward from the ionosphere.

### Введение

Вопрос об ионосферных или магнитосферных механизмах генерации дуги полярного сияния до сих пор остается открытым. Энергия в дугу сияния может поступать как в корпускулярной форме, так и в электромагнитной. Возможны также переходы из одной формы энергии в другую. В ряде работ рассмотрена ситуация, когда электромагнитная энергия из ионосферы над дугой сияния передается в магнитосферу и там превращается в кинетическую энергию заряженных частиц, высыпаящихся затем в дугу сияния [1]. Прямые измерения потоков электромагнитной энергии над дугами дают противоречивые результаты, т.к. измеряется мгновенное, сильно флуктуирующее значение вектора Пойтинга [2]. Выделение же постоянной составляющей этого вектора затруднено коротким временным промежутком наблюдений из-за малых поперечных размеров дуги сияния. В настоящей работе приведены модельные расчеты электрического поля и токов поперек дуги полярного сияния, на основании этих расчетов построена модель потока вектора Пойтинга над дугой сияния. Входными параметрами модели являются токи, втекающие и вытекающие из дуги сияния. При расчете концентрации плазмы в дуге учитываются процессы ионизации, рекомбинации и переноса. Источник ионизации в дуге сияния моделируется вытекающим из дуги током.

### Система основных уравнений

Уравнение непрерывности для электронов с учетом процессов ионизации и рекомбинации имеет следующий вид:

$$\partial n / \partial t + \operatorname{div}(n\mathbf{v}) = \alpha(j_{\parallel}^2) - r(n^2 - n_0^2), \quad (1)$$

где  $n, v$ -концентрация и скорость электронов,  $n_0$ -фоновое значение концентрации,  $r$ - коэффициент рекомбинации (квадратичный закон рекомбинации выполняется для высот  $E$  слоя),  $\alpha(j_{||}^2)$ -мощность ионизации, зависящая от плотности продольного тока  $j_{||}$ ,  $\alpha=0$  для вытекающего тока. Квадратичную зависимость мощности ионизации от вытекающего тока можно обосновать следующим образом. Поток высыпающихся электронов пропорционален  $j_{||}$ . Средняя энергия, высыпающихся в дугу электронов, пропорциональна ускоряющей разности потенциалов между ионосферой и магнитосферой, которую можно считать также пропорциональной току. Тогда поток энергии электронов или мощность ионизации  $\sim j_{||}^2$ .

Полный ток  $\mathbf{j}$  вдоль и поперек магнитного поля в ионосфере удовлетворяет уравнению непрерывности:

$$\operatorname{div} \mathbf{j} = 0, \quad (2)$$

Используем прямоугольную систему координат, ось  $y$  направим на восток, ось  $x$  к полюсу, ось  $z$  вниз, вдоль магнитного поля (северное полушарие). Дуга сияния вытянута вдоль оси  $y$  рис.1.

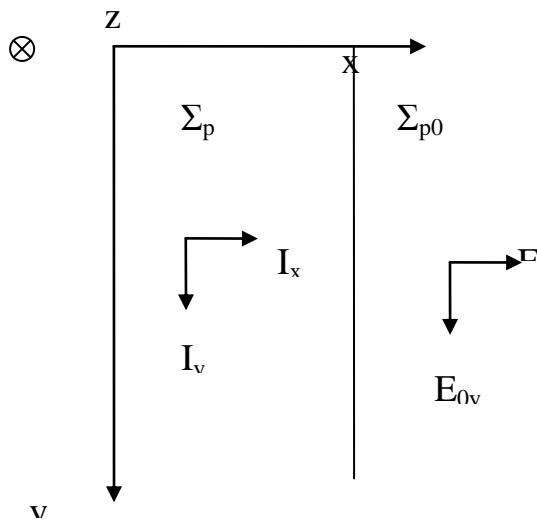


Рис.1  $E_{0y}, E_{0x}$  – электрическое поле крупномасштабной ионосферной конвекции.  $\Sigma_{p0}, \Sigma_{h0}, \Sigma_p, \Sigma_h$ - проинтегрированные по высоте ионосферы проводимости Педерсена ( $p$ ) и Холла ( $h$ ) вне дуги (индекс 0) и внутри дуги.  $I_{x,y}$ - интегральный ионосферный ток в дуге сияния.

В дуге сияния будем считать выполненным условие  $\partial/\partial y=0$ . На высоте  $E$  слоя частоты столкновения ионов с нейтральными частицами  $\nu_{in} \gg \omega_i$  ионной гирочастоты, для электронов это соотношение обратное  $\nu_{en} \ll \omega_e$ , тогда основной вклад в  $\Sigma_p$  дают ионы, а в проводимость  $\Sigma_h$  электроны. Электроны движутся поперек магнитных силовых линий со скоростью электрического дрейфа  $v=E/B$  ( $B$ -магнитная индукция в ионосфере). Вдоль

магнитных силовых линий движение электронов переносит продольный ток в дугу или из дуги сияния. Амбиполярной диффузией электронов и ионов вдоль магнитных силовых линий пренебрегаем, в этом случае движение ионов будет направлено только поперек магнитных силовых линий.

Проинтегрировав уравнения (1-2) вдоль магнитного поля по высоте ионосферы получим уравнения, зависящие только от координаты  $x$  и времени  $t$ :

$$\partial N/\partial t + E_{0y}/B \partial N/\partial x = \alpha(j_z^2)h + j_z/e - r(N^2 - N_0^2)/h, \quad (3)$$

$$E_x \Sigma_p = I_z(x) + (\Sigma_h - \Sigma_{h0})E_{0y} + \Sigma_{p0}E_{0x}, \quad (4)$$

где  $I_z = \int_0^x j_z dz$  - ток, втекающий в дугу,  $N = \int_0^h n dz$ , - проинтегрированная по высоте ионосферы концентрация электронов,  $h$  - высота ионосферы,  $e$  - элементарный заряд,  $\Sigma_{p,h} = \int_0^h \sigma_{p,h}(z) dz$ .

$$\text{Будем считать, что: } N^2 \approx \frac{1}{h} \int_0^h n^2 dz.$$

В  $E$  слое проводимости  $\sigma_p$  зависят не только от концентрации  $n$ , но и от отношения  $v_{in}/\omega_i$ , проводимость  $\sigma_h$  зависит практически только от  $n$ , и пропорциональна  $n$ . Интегральная проводимость  $\Sigma_h \approx eN/B$ , в дугах сияний  $\Sigma_h$  в 3÷4 превышает  $\Sigma_p$ , примем  $\Sigma_h/\Sigma_p = 3$ . Значения других параметров зададим следующими:  $\alpha = 10^{-6} \text{ м}^4/\text{А}^2$ ,  $r = 2 \cdot 10^{-13} \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $N_0 = 10^{16} \text{ м}^{-3}$ ,  $E_{0y} = -10^{-2} \text{ В/м}$  (поле направлено к западу),  $E_{0x} = 0$ , поперечные размеры дуги сияния 30 км.

### Распределение концентрации и электрического поля поперек дуги

На рис.2 (b,c) приведены результаты расчетов относительной интегральной концентрации  $N/N_0$  и поперечного электрического поля  $E_x/E_{0y}$  для заданного распределения продольного тока  $j_z$  ( $\text{А/км}^2$ ) (a). В центре дуги электрическое поле отрицательно и направлено против тока, текущего поперек дуги ( $I_x > 0$ ).

### Поток электромагнитной энергии над дугой сияния

Определим величину удельных джоулевых потерь в дуге полярного сияния  $q$ :

$$q = (\mathbf{I} \mathbf{E}),$$

$$\text{где } \mathbf{I} = (E_x \Sigma_p - \Sigma_h E_{0y}) \mathbf{e}_x + (\Sigma_p E_{0y} + \Sigma_h E_x) \mathbf{e}_y,$$

$$\mathbf{E} = E_x \mathbf{e}_x + E_{0y} \mathbf{e}_y,$$

$\mathbf{e}_{x,y}$  - единичные вектора, направленные вдоль осей  $x$  и  $y$ ,

$$q = \Sigma_p (E_x^2 + E_{0y}^2). \quad (5)$$

Поток электромагнитной энергии:

$$\mathbf{P} = [\mathbf{E} \times \mathbf{H}].$$



Напряженность магнитного поля  $\mathbf{H}$  определяется магнитным полем продольного тока  $j_z$  и полем ионосферного тока  $\mathbf{I}$ . В случае однородной ионосферы магнитные поля, создаваемые продольным током и током Педерсена  $I_p$  одинаковы над токовым слоем (ионосфера) и одинаковы по величине, но противоположны по направлению под ним. Результирующее магнитное поле токов  $j_z$  и  $I_p$  ниже ионосферы будет равно нулю. Напряженность магнитного поля над ионосферой тогда можно записать следующим образом:

$$\mathbf{H}=[\mathbf{e}_z, \mathbf{I}_p + \mathbf{I}_h/2],$$

С учетом этого выражение для  $\mathbf{P}$  примет следующий вид:

$$\mathbf{P} = \sum_p (E_x^2 + E_{0y}^2) \mathbf{e}_z,$$

это выражение совпадает с удельными потерями электромагнитной энергии в ионосфере для  $q$  (5).

Перепишем выражение для  $\mathbf{P}$  несколько другим образом:

$$\mathbf{P} = \mathbf{P}_{xy} + \mathbf{P}_{yx}, \quad (6)$$

$$\mathbf{P}_{xy} = E_x \mathbf{H}_y \mathbf{e}_z = (\sum_p E_x^2 - \sum_h E_{0y} E_x / 2) \mathbf{e}_z \quad (7)$$

$$\mathbf{P}_{yx} = -E_{0y} \mathbf{H}_x \mathbf{e}_z = (\sum_p E_{0y}^2 + \sum_h E_{0y} E_x / 2) \mathbf{e}_z \quad (8)$$

Каждое слагаемое  $\mathbf{P}_{xy}$  и  $\mathbf{P}_{yx}$  в (6) представляет собой плотность потока электромагнитной энергии с определенной поляризацией электрического и магнитного полей.  $\mathbf{P}_{xy}$  - плотность потока, в котором электрическое поле направлено поперек дуги.  $\mathbf{P}_{yx}$  - поток с электрическим полем, направленным вдоль дуги. На рис.2(d,e) приведены рассчитанные значения  $q$ ,  $\mathbf{P}_{xy}$  и  $\mathbf{P}_{yx}$  над дугой сияния. В рассматриваемом случае  $\mathbf{P}_{xy} < 0$ , поток с поперечным электрическим полем направлен из дуги в магнитосферу,  $\mathbf{P}_{yx} > 0$ , поток с продольным электрическим полем направлен в дугу из магнитосферы. Из выражений (7-8) также следует, что поток из ионосферы над дугой не может быть больше потока из магнитосферы, следовательно генератор дуги должен находиться в магнитосфере. С другой стороны существование потока энергии электромагнитного поля другой поляризации в магнитосферу говорит о том, что ионосферу нельзя рассматривать как простую нагрузку магнитосферного генератора, этот поток, возможно, играет значительную роль в механизмах генерации дуг сияний. Наличие потока электромагнитной энергии из дуги является также причиной неоднозначности в определении направления потоков электромагнитной энергии над дугами сияний в экспериментальных данных. Выражения (7-8) являются точными только для однородной ионосферы, в случае неоднородности множитель перед вторыми слагаемыми в (7-8) станет другим, но скорее всего изменится незначительно, т.е. картина распределения потоков сохранится.

### Выводы

Вектор Пойтинга над дугой сияния может быть представлен суммой двух слагаемых, каждое из которых определяет плотность потока энергии

электромагнитного поля определенной поляризации, в этих потоках электрическое поле ориентировано поперек или вдоль дуги.

Электрическое поле поперек дуги полярного сияния может быть направлено противоположно поперечному электрическому току. В этом случае вектор Пойтинга с поперечной поляризацией электрического поля направлен из дуги сияния в магнитосферу.

Полный вектор Пойтинга всегда направлен в дугу из магнитосферы и равен удельным Джоулевым потерям. Величина вектора Пойтинга продольной поляризации над дугой сияния достигает  $20 \text{ мВт/м}^2$ .

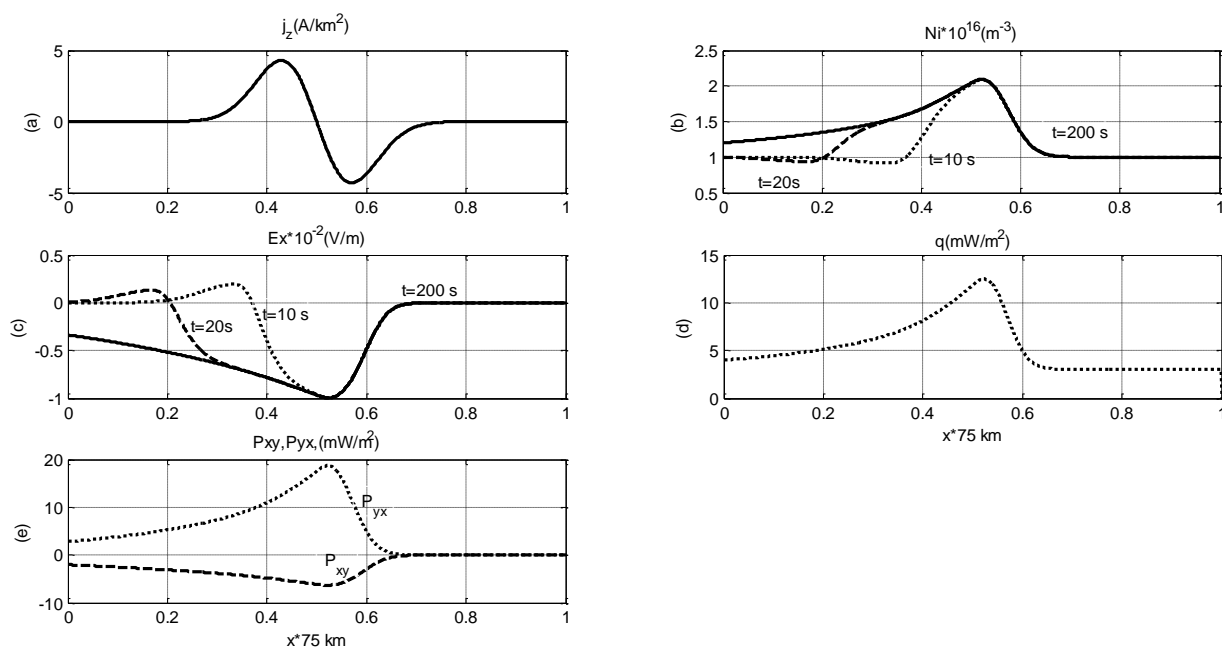


Рис.2 (а) модельное распределение продольного тока над дугой сияния, (b) расчетное распределение интегральной концентрации  $N$  над дугой сияния в разные моменты времени, характерное время установления стационарного решения  $\sim 100$  с, (c) расчетные значения электрического поля поперек дуги сияния также в разные моменты времени, (d) удельные джоулевые потери  $q$  над дугой сияния, (e) составляющие вектора Пойтинга над дугой сияния,  $P_{xy}$ -с поперечной поляризацией электрического поля,  $P_{yx}$ - с продольной поляризацией электрического поля.

### Литература

1. Gerhard Haerendel, Auroral arcs as current transformers //JGR, VOL. 113, A07205, doi:10.1029/2007JA012947, 2008.
2. A. Vaivads, M. Andre', S. Buchert, A. I. Eriksson, A. Olsson, J.-E. Wahlund,
3. P. Janhunen, G. Marklund, L. M. Kistler, C. Mouikis, D. Winningham, A. Fazakerley, and P. Newell, What high altitude observations tell

us about the auroral acceleration: A cluster/DMSP conjunction// GRL, VOL. 30, NO. 3, 1106, doi:10.1029/2002GL016006, 2003.

# **Технологии дистанционного обучения**

## **ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ: ТЕОРЕТИКО- ИСТОРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

**Панкратова М. Е.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра Гражданского и международного права*)

It is told in article that distance learning has its own specificity. Author has defined conditions of effective pedagogical cooperation by distance form of learning and has analysed development of standard of interactive distance learning.

Дистанционное образование представляет собой высокотехнологичный продукт научно-технической революции, широко использующий идею маркетингового подхода к обслуживанию студентов, чем и объясняется его активное распространение во всем мире. И сегодня дистанционное обучение органично впитывает в себя компьютерные и Интернет-технологии обучения. Современные технологии являются связующим звеном между студентом и преподавателем, которых могут разделять тысячи километров. Обучение ведётся в корпоративной сети, по сети Интернет, e-mail и с помощью других современных средств связи.

Дистанционное обучение занимает всё большую роль в модернизации образования. Согласно приказу Министерства образования и науки РФ от 06.05.2005 г. № 137 «Об использовании дистанционных образовательных технологий» [1], итоговый контроль при обучении с помощью ДОТ (дистанционных образовательных технологий) можно проводить как очно, так и дистанционно. В настоящее время Госдума РФ рассматривает проект поправок к закону об образовании, связанных с дистанционным обучением.

Дистанционное обучение – совокупность технологий, обеспечивающих доставку обучаемым основного объема изучаемого материала, интерактивное взаимодействие обучаемых и преподавателей в процессе обучения, предоставление обучаемым возможности самостоятельной работы по освоению изучаемого материала в процессе обучения.

Следует отметить, что современное дистанционное обучение строится на использовании следующих основных элементов: среды передачи информации (почта, телевидение, радио, информационные коммуникационные сети); методов, зависящих от технической среды обмена информацией.

Целесообразно отметить, что в настоящее время перспективным является интерактивное взаимодействие с учащимся посредством информационных коммуникационных сетей, из которых массово выделяется среда интернет-пользователей. В 2003 году инициативная группа ADL начала разработку стандарта дистанционного интерактивного

обучения SCORM который предполагает широкое применение интернет-технологий. Введение стандартов способствует как углублению требований к составу дистанционного обучения, так и требований к программному обеспечению. Ценно, то, что уже имеются отечественные разработки программного обеспечения, которые достаточно широко применяются как отечественными, так и зарубежными организациями, предоставляющими услуги по дистанционному обучению.

Использование технологий дистанционного обучения позволяет:

- снизить затраты на проведение обучения (не требуется затрат на аренду помещений, поездок к месту учебы, как учащихся, так и преподавателей и т. п.);
- проводить обучение большого количества человек;
- повысить качество обучения за счет применения современных средств, объемных электронных библиотек и т.д.
- создать единую образовательную среду (особенно актуально для корпоративного обучения).

В Европе в конце XVIII века, с появлением регулярной и доступной почтовой связи, возникло «корреспондентское обучение». Учащиеся по почте получали учебные материалы, переписывались с преподавателями и сдавали экзамены доверенному лицу или в виде научной работы. В России данный метод появился в конце XIX века.

Начало XX века характеризуется бурным технологическим ростом, наличием телеграфа и телефона. Но достоверных фактов об их использовании в обучении, нет. В то же время, продолжается эпоха «корреспондентского обучения», множество ВУЗов во всем мире вели и ведут его до сих пор.

В 1969г. в Великобритании был открыт первый в мире университета дистанционного образования – Открытый Университет Великобритании был назван так, чтобы показать его доступность за счет невысокой цены и отсутствия необходимости часто посещать аудиторные занятия.

К известным университетам с программами дистанционного обучения за рубежом относятся: национальный технологический университет (США, 1984), (программы ДО по инженерным специальностям), Открытый университет Хаген (Германия), ИНТЕС-колледж Кейптауна (ЮАР), Испанский национальный университет дистанционного обучения, Открытая школа бизнеса Британского открытого университета, Австралийская территориальная информационная сеть.

В конце 80-х доступность персональных компьютеров дала новую надежду, связанную с упрощением и автоматизацией обучения. Компьютерные обучающие программы появились на первых компьютерах в виде различных игр.

В 1988 был реализован Советско-американский проект «Школьная электронная почта».

Пионерами спутниковых технологий дистанционного обучения в 90-х годах стали Международная ассоциация «Знание» и ее коллективный член Современная гуманитарная академия.

В России датой официального развития дистанционного обучения можно считать 30 мая 1997 года, когда вышел приказ № 1050 Министерства образования и науки РФ, позволяющий проводить эксперимент дистанционного обучения в сфере образования. Однако данный документ утратил юридическую силу в связи с принятием приказа Министерства образования и науки РФ от 27.06.2000 г. № 1924 «Об эксперименте в области дистанционного образования» [2].

В XXI веке доступность компьютеров и Интернета делают распространение дистанционного обучения еще проще и быстрее. Интернет стал огромным прорывом, значительно большим, чем радио и телевидение. Появилась возможность общаться и получать обратную связь от любого студента, где бы он ни находился. Распространение «быстрого интернета» дало возможность использовать «он-лайн» семинары (вебинары) для обучения.

Вышесказанное позволяет заключить, что наиболее распространёнными являются виды дистанционного обучения, основанные на: интерактивном телевидении; компьютерных телекоммуникационных сетях (региональных, глобальных), с различными дидактическими возможностями в зависимости от используемых конфигураций (текстовых файлов, мультимедийных технологий, видеоконференций); сочетание технологий компакт-дисков и сети Интернет.

Преимущество обучения, базирующегося на интерактивном телевидении, заключается в его возможности непосредственного визуального контакта с аудиторией, находящейся на различных расстояниях от преподавателя. Его отрицательная сторона состоит в том, что при таком обучении практически тиражируется обычное занятие, будь оно построено по традиционной методике или с использованием современных педагогических технологий. Это может быть допустимо только при демонстрации уникальных методик, лабораторных опытов, когда преподаватели, и студенты могут стать свидетелями и участниками использования новых знаний, методов в своей области, новых информационных технологий, принять участие в дискуссии. Данная форма дистанционного обучения интерактивна и может считаться весьма перспективной в системе повышения квалификации и подготовки специалистов. Но в настоящий момент это чрезвычайно дорогостоящие технологии. Следующий способ организации дистанционного обучения предполагает использование компьютерных телекоммуникаций в режиме электронной почты, телеконференций, информационных ресурсов

региональных сетей и сети Интернет. Это самый распространенный и не дорогой способ дистанционного обучения. При его организации предусматривается применение новейших средств телекоммуникационных технологий.

Третий способ, предполагает использование компакт-дисков в качестве базового электронного учебника. Он включает в себе большие дидактические возможности для вузовского образования и для повышения квалификации специалистов. Преимущество компакт-диска в том, что он сочетает в себе следующие качества: интерактивность, мультимедийность, содержит большой объем информации и за счёт этого в значительной степени оптимизирует процесс дистанционного обучения.

Накопленные на сегодня знания позволяют утверждать, что уровень интеллекта определяется совершенством, прежде всего степенью структурированности и обобщенности, модели мира человека и степенью отработанности операций на этой модели. Иными словами, знания человека - это не сумма, а система. Создание такой системы и отработка на ее базе когнитивных операций, обеспечивающих успешную деятельность в нестандартных ситуациях – основная задача образования.

### **Литература**

1. Российская Федерация. Приказ. Об использовании дистанционных образовательных технологий : приказ Минобрнауки РФ : [6 мая 2005 г. № 137] // Рос. газ. – 2005. – 16 авг. (№ 179).

2. Российская Федерация. Приказ. Об эксперименте в области дистанционного образования : приказ Минобрнауки РФ : [27 июня 2000 г. № 1924.] // Бюллетень Минобрнауки РФ. – 2000. – № 9.



## **ЭЛЕКТРОННЫЕ УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ КАК ОСНОВА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

**Коркешко О. И.** (*Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета*)

Информатизация общества определяет актуальность использования современных информационных и коммуникационных технологий в образовании. Без этого невозможна реализация многих задач, стоящих перед системой образования. Информационные технологии являются одним из наиболее удобных и проверенных способов дистанционного обучения. Электронные учебные пособия открывают неограниченные возможности для реализации эффективности процесса дистанционного обучения.

Персональный компьютер как обучающее средство позволяет активизировать учебный процесс, индивидуализировать обучение, повысить наглядность учебного материала, сочетать теоретические знания с закреплением практических навыков, поддерживать интерес и мотивацию к обучению.

При создании электронных учебных пособий используется современная компьютерная информационная технология – мультимедиа, позволяющая объединить в компьютерной системе текст, звук, видеоизображение, графическое изображение и анимацию. Занятия с привлечением аудиовизуальных материалов создают условия для расширения диапазонов различных видов образовательной деятельности учащихся, стимулируют их способности к образованию и самообразованию.

Электронные издания ориентируются на современные формы обучения, но при этом необходимо обеспечить преемственность с традиционными методами изложения учебного материала.

Преподавателю необходимо всесторонне продумать структуру электронного пособия. Оно должно соответствовать учебной программе изучаемой дисциплины с одновременной ориентацией на углубленное изучение теории. Следует обратить внимание на последовательность в изложении материала, сочетать теоретическую и практическую части, разработать контрольные задания и тесты, включить демонстрации. Электронные пособия должны иметь детальную систему контекстно-зависимых справок, комментариев, подсказок.

В основном система дистанционного обучения применяется для студентов заочной формы обучения, поэтому к электронным изданиям предъявляются определённые требования. Процесс усвоения учебного материала должен строиться в соответствии с современными методами научного познания: эксперимент, сравнение, наблюдение, абстрагирование, обобщение, конкретизация, аналогия, индукция и

дедукция, анализ и синтез, метод моделирования, в том числе и математического, а также метод системного анализа.

Необходимо в максимальной степени использовать преимущества аудиовизуального представления учебных материалов: наблюдаемых и скрытых, реальных и воображаемых элементов, объектов, явлений и процессов, использовать возможности компьютерного моделирования. Многие процессы и объекты могут быть представлены в динамике их развития, а также в виде двухмерных или трёхмерных моделей, что вызывает иллюзию реальности изображаемых объектов.

Интерактивность позволяет установить обратную связь от студента к преподавателю. Для интерактивного взаимодействия характерна немедленная ответная и визуально подтвержденная реакция на действие, сообщение.

Неоспоримое преимущество электронных пособий состоит в том, что преподаватель может быстро дополнять и изменять текстовый или иллюстративный материал.

Таким образом, электронные пособия имеют большую практическую ценность. С их помощью можно не только сообщать фактическую информацию, снабженную иллюстративным материалом, но и наглядно демонстрировать те или иные процессы, которые невозможно показать при использовании стандартных методов обучения.

Задача электронного учебника состоит в том, чтобы донести до студента учебный предмет, а не науку в целом. Студенты должны освоить основные законы и методы науки, чтобы в дальнейшем использовать свои знания в научной или практической деятельности.

Вышеперечисленные преимущества электронных учебных пособий позволяют считать их основой дистанционного обучения.

## **МОДЕЛИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА, И НЕДОСТАТКИ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

**Панкратова М. Е.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра гражданского и международного права*)

It is told in article that distance learning has its own specificity. Author has disclosed models upon which is based system of open and distance learning of the current time. He has gave consideration to advantages and shortcomings of distance learning in modern educational process.

Считаем необходимым раскрыть модели, на которых базируется существующая в настоящее время сеть открытого и дистанционного обучения.

Первая модель – обучение по типу экстерната. Она ориентированна на школьные или вузовские (экзаменационные) требования и предназначенное для учащихся и студентов, которые по каким-то причинам не могут посещать очные учебные заведения.

Вторая модель – обучение на базе одного института. Это уже целая образовательная система для студентов, которые обучаются не стационарно, а на расстоянии, заочно (открытые формы) или дистанционно, т.е. на основе новых информационных технологий, включая компьютерные телекоммуникации. Такие программы используются для получения разнообразных аттестатов образования.

Третья модель – обучение, основанное на сотрудничестве нескольких учебных заведений. Она предусматривает совместную подготовку единых программ заочного дистанционного обучения для нескольких учебных заведений по ведущим дисциплинам (в любых районах страны и за рубежом). Такое сотрудничество в подготовке программ дистанционного обучения позволяет сделать их более качественными и менее дорогостоящими. Перспективная цель программы – дать возможность любому гражданину стран содружества, не покидая своей страны и своего дома, получить любое образование на базе функционирующих в странах содружества колледжей и университетов.

Четвертая модель – автономные образовательные учреждения, специально созданные для целей открытого или дистанционного обучения, в которых студенты могут получить образование по различным направлениям. Они специализируются в создании мультимедийных курсов. Обучение полностью оплачивается организациями и фирмами, в которых работают студенты. Самым крупным подобным учреждением является Открытый университет в Лондоне, на базе которого в последние годы проходят обучение дистанционно большое число студентов не только из Великобритании, но из многих стран Содружества.

Пятая модель – обучение по автономным обучающим системам. Обучение в рамках подобных систем ведется целиком посредством ТВ видеозаписей или радиопрограмм, а также дополнительных печатных пособий. Примерами такого подхода к обучению на расстоянии могут служить американо–самоанский телевизионный проект.

Нельзя не отметить неформальное, интегрированное дистанционное обучение на основе мультимедийных программ. Такие программы ориентированы на обучение взрослой аудитории, тех людей, которые по каким-то причинам не смогли закончить школьное образование. Такие проекты могут быть частью официальной образовательной программы, интегрированными в эту программу (примеры таких программ существуют в Колумбии), или специально ориентированные на определенную образовательную цель (например, Британская программа грамотности), или специально нацеленные на профилактические программы здоровья, как, например, программы для развивающихся стран.

Согласно вышеизложенному, можно выделить основные преимущества дистанционного обучения:

- Обучение дисциплинам в индивидуальном темпе – скорость изучения материалов устанавливается самим студентом в зависимости от его личных обстоятельств и желаний.
- Свобода и гибкость обучения – студент может выбрать любой из предоставляемых на выбор многочисленных курсов обучения, а также абсолютно самостоятельно рассчитывать время и продолжительность своих занятий.
- Доступность обучения для любого человека – независимо от вашего географического и временного положения, вы можете получить образование дистанционно в любом ВУЗе, поддерживающем данные технологии, что позволяет удовлетворить образовательные потребности любого человека.
- Скорость общения – эффективное осуществление обратной связи между преподавателем и студентом является неотъемлемым элементом процесса обучения.
- Технологичность образовательного процесса – использование в процессе обучения новейших достижений и открытий информационных и телекоммуникационных технологий.
- Социальное равноправие – подразумевает равные возможности получения дистанционного образования в независимости от места проживания, состояния здоровья, национальности и материального состояния обучаемого. Творчество – благоприятные условия для творческого самовыражения студента в процессе усвоения знаний.

Эксперименты подтвердили, что качество и структура учебных курсов, равно как и качество преподавания при дистанционном обучении

зачастую намного лучше, чем при традиционных формах обучения. Новые электронные технологии могут не только обеспечить активное вовлечение учащихся в учебный процесс, но и позволяют управлять этим процессом в отличие от большинства традиционных учебных сред. Интеграция звука, движения, образа и текста создает новую необыкновенно богатую по своим возможностям учебную среду, с развитием которой увеличится и степень вовлечения учащихся в процесс обучения. Интерактивные возможности используемых в системе дистанционного обучения программ и систем доставки информации позволяют наладить и даже стимулировать обратную связь, обеспечить диалог и постоянную поддержку, которые невозможны в большинстве традиционных систем обучения. Современные компьютерные телекоммуникации способны обеспечить передачу знаний и доступ к разнообразной учебной информации наравне, а иногда и гораздо эффективнее, чем традиционные средства обучения.

Нельзя не отметить еще одно достоинство – это обучение в максимально комфортной и привычной обстановке, что способствует продуктивному обучению.

Но, разумеется, наряду с преимуществами дистанционное обучение обладает и недостатками:

- Отсутствие личного общения с преподавателем, а также общение с другими студентами. Хотя можно возразить, что в настоящее время это решается довольно просто – электронная почта, телефон, icq, программы видео-конференций.

- Целый ряд индивидуально-психологических условий отсутствует при домашнем обучении. Для получения дистанционного образования необходима регулярная жесткая самодисциплина, а результат обучения напрямую зависит от самостоятельности, способностей и самосознательности студента.

- Необходим постоянный доступ к источникам получения образовательных материалов (электронных учебников, видеоматериалов и т.д.). Для этого нужна хорошая техническая оснащенность дома, но не все желающие получить образование имеют компьютер и доступ к Интернету.

- Отсутствие практических занятий, необходимых для закрепления теории и более качественного усвоения знаний.

- Отсутствие регулярного контроля со стороны преподавателя над обучающимся, что для русского человека является скорее отрицательным признаком, чем положительным.

- Обучающие электронные программы и курсы не всегда хорошо разработаны и удовлетворяют всем международным требованиям из-за недостаточной квалификации специалистов, создающих подобные учебные пособия, так как на сегодняшний день это ещё новое и недостаточно изученное направление.

- В дистанционном образовании обучение ведется в основном только в письменной форме. Для некоторых студентов отсутствие возможности и требований излагать свои знания в устной форме может повлечь за собой некачественное усвоение знаний и множество других проблем.

Кроме того, следует отметить, что эффективность дистанционного обучения напрямую зависит от тех преподавателей, кто ведет работу с учащимися по программе ДОТ. Это должны быть преподаватели с универсальной подготовкой: владеющие современными педагогическими и информационными технологиями, психологически готовые к работе с учащимися в новой учебно-познавательной сетевой среде. К сожалению, в нашей стране не ведётся подготовка специалистов подобного рода, кроме курсов связанных с повышением квалификации. Другая проблема – инфраструктура информационного обеспечения студента в сетях. Вопрос о том, какой должна быть структура и композиция учебного материала остаётся открытым. Наряду с этим ставится вопрос об условиях доступа к курсам дистанционного обучения. Не решен так же вопрос организации и проведения оценки знаний «дистанционных» учащихся. Для его решения необходимо создание нормативно-правовой базы оценки знаний учащихся.

Если подвести итог, то дистанционное образование – это шаг в будущее. Но все-таки не стоит забывать традиционное образование, которое дает больше навыков, особенно при получении основного образования. Дистанционное обучение пока рекомендуется получать, как дополнительное или если у гражданина нет возможности учиться традиционно по каким-то веским причинам. Однако в качестве дополнительного образования или повышения профессиональной квалификации дистанционное обучение лидирует.

### **Литература**

1. Аверченко, Л. Дистанционная педагогика // Кадровик. Кадровый менеджмент. – 2011. - № 2. – С. 2-5.
2. Зернова, И. Дистанционное обучение // Бюджетные учреждения образования: бухгалтерский учет и налогообложение. – 2010. - № 6. - С. 11-13.
3. Мещерякова, И.Е., Парина, Л.В. О дистанционном обучении юридическим дисциплинам // Открытое образование. – 2003. - № 1. - С. 69-73.
4. Скибицкий, Э.Г., Слудков, А.В. Дистанционное обучение в системе Сибирского института финансов и банковского дела // Дистанционное образование. – 2000. - № 6. – С. 56-59.
5. Скуратов, А.К. Методологические исследования в контексте дистанционного обучения // Телекоммуникации и информатизация образования. – 2003. - № 3. – С. 24-28.
6. Хасанов, П.Ф., Батиров, М.А. Новые технологии для дистанционного образования // Открытое образование. – 2001. - № 6. – С. 57-61.

## **К ВОПРОСУ ИНСТИТУЦИОНАЛИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ**

**Пьянзина Е. П.** (*г. Екатеринбург, НОУВПО Гуманитарный университет, кафедра информационных технологий*)

In this report we present the questions about the status of the remote education in the Russian Federation after 1th of September 2013 when the federal law “About education in the Russian Federation” will be accepted. Universities have to take into account both technological and social furthers of application of the remote education technologies in their activity.

Информационные технологии, проникнув во все области человеческой деятельности, не могли не затронуть один из основополагающих институтов – институт образования. Информатизация образования – это технологический процесс внедрения информационных технологий в образовательные. Обратимся к российскому законодательству. В пункте 1 статьи 16 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации», вступающем в силу с 1 сентября 2013 года, дистанционное образование трактуется следующим образом: «Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников». Дистанционные технологии признаются полноправными образовательными технологиями, следовательно «дистанционное образование» включается в родовое понятие «образование», а информатизация рассматривается как средство реализации дистанционной формы образования. Дистанционное образование (как результат, процесс, система) – новая форма образования, осуществляемая опосредованным информационными технологиями взаимодействием.

Участники процесса дистанционного образования, коммуникации которого опосредованы информационными технологиями, попадают в новое образовательное пространство, которое можно рассматривать как конгломерат нескольких пространств. Человек остается в обычном физическом трехмерном пространстве, но посредством информационно-сетевых технологий выходит в виртуальное пространство, в котором свойства физического пространства меняются: установление связи с контрагентом, удаленным на значительные расстояния происходит практически мгновенно. Это требует более быстрого реагирования, следовательно, время в виртуальном пространстве убыстряется, расстояния сокращаются.

Одновременно с определением дистанционных образовательных технологий в законе «Об образовании в Российской Федерации» введено

новое понятие электронного обучения. В пункте 1 статьи 16 говорится: «Под электронным обучением понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников». Базы данных, используемые при электронном обучении должны содержать электронные образовательные ресурсы, для создания которых возможно использование всего многообразия современных информационных технологий. Электронные образовательные ресурсы, разработанные на основе мультимедиа, дают студенту возможность воспринимать учебный материал в различных формах. Телекоммуникационные технологии обеспечивают взаимодействие студента и преподавателя, что позволит создать эффект личного общения.

Определение в пункте 4 статьи 16 места осуществления образовательной деятельности как места «нахождения организации, осуществляющей образовательную деятельность, или ее филиала независимо от места нахождения обучающихся» законодательно закрепляет возможность любого человека получить образование независимо от места его проживания, особенно в случае значительной удаленности от места обучения.

Дистанционное образование как социальное явление возникло относительно недавно, но, тем не менее, претендует на достаточно заметную роль в общей системе образования. Интенсификация производства информации в промышленной и экономической сфере вызвала необходимость интенсификации образования за счет использования современных средств коммуникации, заменяющих или трансформирующих традиционное общение обучающего и обучающегося. Полученное традиционным путем базовое образование требует подпитки, которую легко организовать дистанционными формами. Следовательно, эта форма обучения может стать условием профессионального роста индивида. Дистанционное образование ускоряет процессы получения знаний, не только за счет быстрого предоставления информации, но и за счет научения находить эти знания в информационных сетях, базах и банках информации. Новые формы образования, интенсифицированные современными информационно-сетевыми технологиями, реализуют принцип непрерывного образования – «образование не на всю жизнь, а образование в течение всей жизни».

На современном этапе обозначена принципиально новая и важная задача, требующая решения в системе образования. В основных положениях Концепции Федеральной целевой программы развития



образования на 2011 - 2015 годы подчеркивается, что стратегической целью государственной политики в области образования является повышение доступности качественного образования, соответствующего требованиям инновационного развития экономики, современным потребностям общества и каждого гражданина.

В русле этих тенденций в Гуманитарном университете была разработана Концепция создания системы дистанционного образования, основанного на использовании современных педагогических, информационных, коммуникационных технологий при территориальной разобщенности преподавателя и студента. В ходе работы должны быть выполнены две группы целей и задач.

**Основные цели и задачи:**

- предоставление обучающимся возможности освоения основных и дополнительных образовательных программ высшего профессионального образования непосредственно по месту жительства обучающегося или по месту их временного пребывания;
- обеспечение доступности высшего профессионального образования для всех категорий обучающихся, включая лиц, имеющих ограниченные возможности для обучения;
- привлечение к получению высшего образования граждан РФ и других государств, имеющих общее среднее, среднее профессиональное или высшее профессиональное образование, не имеющих возможности пройти обучение по очной или заочной форме для получения высшего профессионального образования, но имеющие условия для дистанционного обучения, основанного на телекоммуникационных и компьютерных технологиях.

**Дополнительные цели и задачи:**

- разработка механизма использования дистанционных образовательных технологий в процессе обучения студентов по очной, очно-заочной, заочной формам обучения по направлениям и специальностям подготовки;
- создание единой информационно-образовательной среды вуза;
- разработка и внедрение в учебный процесс инновационных методик обучения;
- интеграция научной и образовательной деятельности студентов и преподавателей;
- обеспечение интеграции вуза в единое образовательное пространство России, стран СНГ, европейского и мирового образовательного пространства;
- использование передового опыта российских и иностранных учебных заведений в области создания системы открытого образования;

- активизация научных исследований в области современных педагогических, информационных, телекоммуникационных технологий;
- повышение квалификации педагогических работников, административно-управленческого и учебно-вспомогательного персонала, обучение их современным педагогическим, методическим, информационным и управленческим технологиям.

Система дистанционного образования обеспечивает академическую мобильность студентов, что предполагает возможность в любой момент изменить траекторию своего образования с минимальными потерями времени и максимальным сохранением полученных на предыдущих этапах образования академических достижений. Для этого используется механизм капитализации пройденного обучения путем учета количественных и качественных параметров выполненной учебной работы.

Идеология создаваемой системы дистанционного образования позволяет студенту осуществлять несколько типов академической мобильности: внутри университета, между российскими и зарубежными учебными заведениями.

Реальное функционирование дистанционного образования в вузах страны позволит исследовать такие проблемы социального института дистанционного образования, как:

- выявление уровня актуализированности и степени сформированности образовательных потребностей учащихся, студентов и других социальных групп, получающих образование в дистанционной форме;
- определение спектра мотивов образовательной деятельности обучаемых и обучающихся;
- уровень их удовлетворенности новой формой образования;
- определение объема сегмента потенциального рынка дистанционного образования;
- выделение социально значимых групп, для которых возможны проекты дистанционного образования, финансируемые государством.

Текущие изменения законодательства дают основания прогнозировать, что в ближайшее время будут введены в действие нормативные акты, устанавливающие порядок использования вузами дистанционных образовательных технологий. Таким образом, процесс институционализации дистанционного образования продолжается.

## НОВЫЕ ПРОГРАММНЫЕ РАЗРАБОТКИ В ПРАКТИКЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Луковкин С. Б., Хохлова Л. И. (г. Мурманск, МГТУ, каф. А и ВТ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

**Abstract.** Processes taking place in the society of information and computerization affects almost all areas of society and lead to significant changes in people's lives. This fully applies to the field of education. The constant modernization of society requires continuous training to people throughout their lives. Therefore, the provision of equal access to education for all members of society, free to develop their abilities in this direction - an important task today.

Происходящие в обществе процессы информатизации и компьютеризации затрагивают практически все сферы социума и приводят к значительным изменениям в жизни людей. В полной мере это относится и к сфере образования. Постоянная модернизация общества требует непрерывного обучения людей на протяжении всей жизни. Поэтому, обеспечение равного доступа к образованию для всех членов общества, возможность свободно развивать свои способности в выбранном направлении - важная задача современности. Применение информационных технологий призвано обеспечить возможность получения нужного образования всеми желающими, независимо от места их проживания. Одним из инструментов достижения этой цели является дистанционное обучение (ДО) – важный признак перемен в сфере образования: возникают дистанционные университеты, виртуальные аудитории и т.п. ДО внедряется в образовательный процесс и на дневных факультетах ВУЗов, там, где контакт преподавателя и студента традиционно проходил в очной форме. Электронные учебники, конспекты лекций, компьютерное тестирование – это уже реальность современного обучения.

Важным элементом образовательного процесса является контроль уровня знаний, которым овладел студент в процессе обучения. В последние годы широкое распространение приобрели методы тестирования с использованием компьютера, так называемое электронное тестирование. Дальнейшее распространение в будущем этой формы проверки знаний, на наш взгляд, не вызывает сомнений. Однако, в настоящее время преобладающей формой е-тестирования является метод, при котором тестируемый должен выбрать правильный ответ из некоторого набора предлагаемых вариантов ответов, проставляя «галочку» в соответствующее поле. При этом преподаватель не может проконтролировать мотив, на основе которого студентом был сделан выбор правильного ответа, более того, преподаватель не может быть

уверен даже в том, что этот выбор сделал именно тот студент, на чье имя была заполнена соответствующая форма.

Мы предлагаем использовать в некотором смысле новую форму удаленного e-тестирования – видео тестирование. Одна из возможных программных реализаций такого подхода носит название «**Intermay**» и проходит сейчас тестовые испытания в рамках учебного процесса по математике и информатике в Мурманском техническом государственном университете.

Суть видеотестирования заключается в следующем. Преподаватель разрабатывает набор вопросов по некоторой теме изучаемой дисциплины и располагает их на сайте в Интернете. Для прохождения тестирования студенты должны иметь ПК с веб-камерой и микрофоном и, конечно, широкополосный выход в Интернет. Этим требованиям отвечают сейчас все стандартные ноутбуки. Студенты в удобное для себя время заходят на сайт, регистрируются, выбирают нужный тест и отвечают на предложенные вопросы перед видеокамерой. На экране появляется вопрос, студент отвечает на него в течение заданного преподавателем времени, а ответ записывается в видеофайл, который хранится на сервере. Преподаватель в удобное для себя время может просмотреть записанные ответы студентов, выставить оценку, отправить студенту по e-mail какие-либо замечания и комментарии.

Такой способ тестирования наиболее приближается к обычному опросу студентов в рамках экзамена, зачёта или коллоквиума. При этом студент отвечает на предлагаемые вопросы тогда, когда он готов и когда это ему удобно. С другой стороны, преподаватель проверяет видеотесты в удобное для себя время. Видеофайлы с ответами хранятся на сервере и могут просматриваться неоднократно.

Итак, с помощью системы **Intermay** можно:

- организовать систему мониторинга качества обучения – быструю и эффективную с точки зрения устных ответов;
- компенсировать невозможность выслушивания ответов всех учащихся во время занятий, что послужит, в том числе и развитию речи учащихся
- организовать оценку знаний детей-инвалидов или часто болеющих студентов;
- организовать оценку знаний при заочной (экстернатной) форме обучения;
- повысить эффективность работы с одаренными детьми (за счет реализации в рамках системы дополнительных заданий повышенного уровня).

Система **Intermay** также позволяет оперативно отслеживать работу преподавателей, контролировать объективность выставленных

оценок и собирать статистику по количеству проведенных тестирований, полученным оценкам и другим параметрам.

В системе размещаются вопросы для различных групп обучающихся и предметов обучения. Система **Intermay** может быть реализована:

- - как самостоятельный интернет-портал;
- - как система, интегрированная с порталом образовательного учреждения.

Ознакомиться с демо-версией системы **Intermay** можно по адресу <http://intermay.smbonline.ru/>.

Особенно эффективно систему **Intermay** можно использовать при тестировании студентов по гуманитарным дисциплинам.

**Математическое  
моделирование, численные  
методы и программные  
разработки**

## АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Амосов<sup>1,2</sup> П.В., Новожилова<sup>1</sup> Н.В. (г. Апатиты, <sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Горный институт КНЦ РАН,<sup>2</sup> КФ ПетрГУ, физико–энергетический факультет, кафедра теплофизики)

**Abstract.** The research results are described by the authors concerning numerical modeling results carried out for discrete set of values of varied parameter as analytic function (e.g., n-order polynomial). In this specific case the approach used allow to make assessment of potential underground hydrosphere areas contaminated from the facility with radiation hazardous wastes for arbitrary value of variance factor. During research the authors applied software (PORFLOW, SURFER, GRAPHER and other) thus allow to reduce significantly span time for calculations and result analysis.

### 1. Постановка задачи

Методология оценки загрязнения подземных вод для радиационно опасных объектов предполагает использование рекомендованных МАГАТЭ верифицированных программных продуктов. Одной из программ хорошо себя зарекомендовавшей является PORFLOW [1]. Именно с помощью этого программного продукта моделируется ситуация, когда на площадке 100x100 м поток подземных вод (ПВ), направление которого изменяется от  $0^0$  до  $90^0$  с шагом  $15^0$ , омывает модуль с опасными отходами. При этом выполняется условие постоянства вектора градиента гидравлического напора на территории площадки (в нашем случае 0,01 м/м), а размеры модуля имеют следующие значения: 10x10 м, 10x30 м, 10x50 м, 10x70 м [2, 3]. Естественно, что для каждого значения угла  $\varphi$  направления потока ПВ при неизменных пространственных аппроксимациях задаются соответствующие граничные условия распределения напора, которые были предложены и апробированы в работе [2]. В ходе анализа полученных результатов для площадки размером 100x100 м оказалось, что на пространственную картину загрязнения ПВ оказывают влияние краевые условия. Особенно это заметно проявляется, когда модуль с отходами имеет размеры 10x50 м и 10x70 м. Для устранения влияния граничных условий на основе аналога принципа Сен-Венана авторами рассмотрена описанная выше задача на площадке размером 300x300 м.

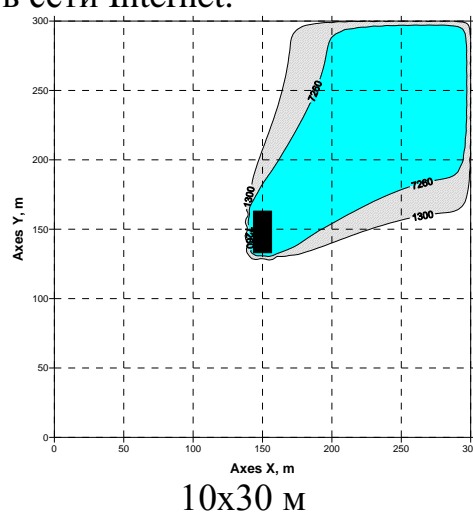
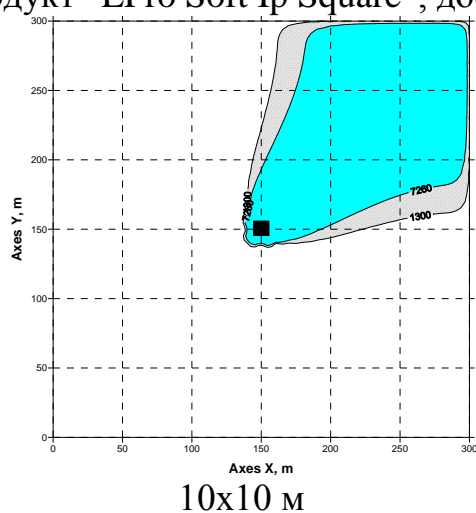
*Предметом данного исследования* является представление результатов численного моделирования, выполненного для дискретного (конечного) набора значений угла  $\varphi$ , в форме аналитических функций, что позволяет оценивать потенциальные площади загрязнения ПВ для произвольного значения угла  $\varphi$ .

## 2. Результаты расчетов и их анализ

Представим результаты расчетов, касающиеся пространственного распределения радиоактивного загрязнения анализируемым изотопом при указанных выше вариациях параметров. Для построения пространственного загрязнения использовалось два значения уровня изолиний: минимальное –  $1300 \text{ Бк/м}^3$ , что соответствует УВ по анализируемому изотопу, и максимальное –  $7260 \text{ Бк/м}^3$ , что определяется отношением предела годового поступления изотопа к величине годового потребления воды и пищи.

В качестве примера рисунок 1 иллюстрирует пространственное распределение изотопа  $^{129}\text{I}$  на 10 тысяч лет при фиксированном расположении объекта изоляции, когда угол потока ПВ равен  $45^\circ$ , а размер модуля варьируется от  $10 \times 10 \text{ м}$  до  $10 \times 70 \text{ м}$ . Для анализа расчетных данных пространственного распределения загрязнения используется программный продукт SURFER [4]. Из 12 интерполяционных методов, предлагаемых этой программой, авторы после анализа графической и цифровой информации остановились на методе Kriging (Криге). На взгляд авторов, указанный метод является наиболее удачным для обработки пространственного распределения загрязнения [5].

С целью определения количественных показателей загрязнения моделируемой площади при произвольном угле  $\varphi$  были построены графики зависимостей площадей загрязнения для разных размеров исследуемого опасного объекта от угла  $\varphi$  потока ПВ, омывающего этот объект. На рисунке 2а и 2б представлены графические результаты, характеризующие зависимости площадей загрязнения для двух указанных выше значений уровней изолиний, соответственно. Для автоматизации процесса оценки площади загрязнения авторы использовали программный продукт “LPro Soft Ip Square”, доступный в сети Internet.





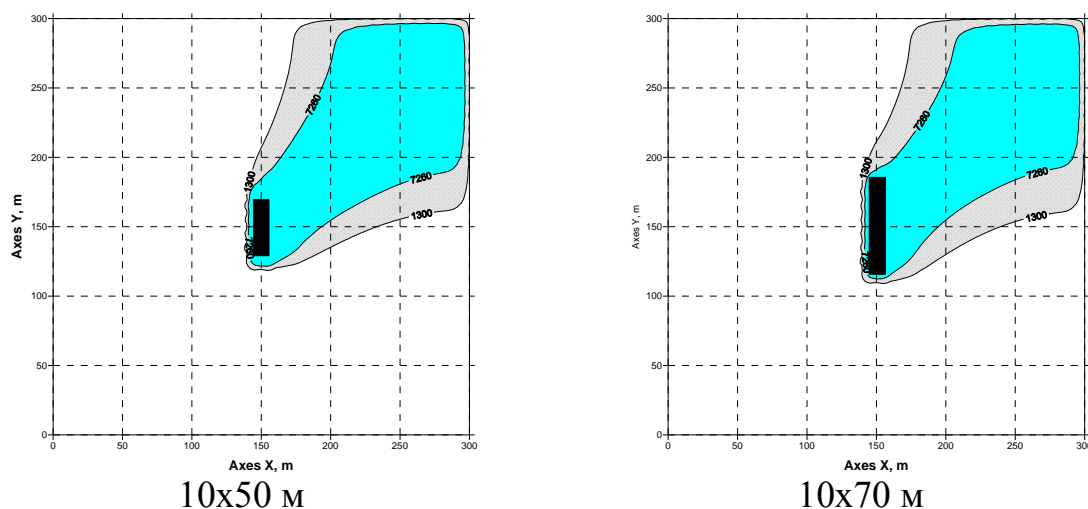


Рис.1 Пространственное распределение изотопа  $^{129}\text{I}$  на 10 тысяч лет для площадки 300x300 м при угле  $\varphi$  потока ПВ  $45^{\circ}$

Оказалось, что представленные на рисунке 2 кривые хорошо описываются полиномом 5 порядка

$$S(\varphi) = \beta_1 + \beta_2\varphi + \beta_3\varphi^2 + \beta_4\varphi^3 + \beta_5\varphi^4 + \beta_6\varphi^5$$

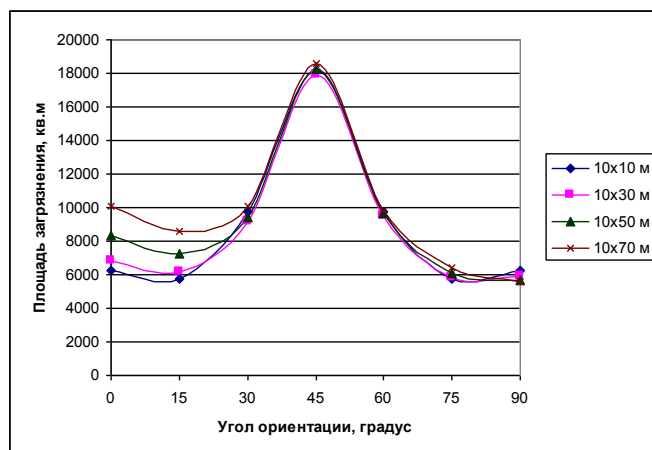
где  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$  и  $\beta_6$  – параметры полиномов, рассчитанные с помощью встроенных опций программы *GRAPHER* [6],

$\varphi$  – угол потока ПВ, измеряемый в градусах,

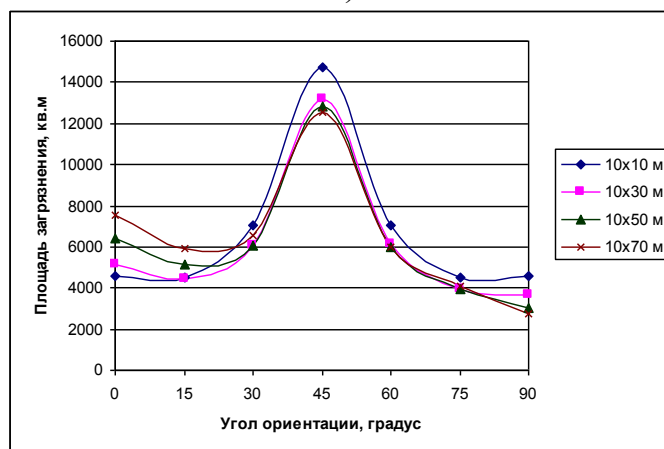
$S$  – площадь загрязнения,  $\text{м}^2$ .

Для проверки параметры аппроксимации  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$  и  $\beta_6$  были дополнительно рассчитаны с помощью стандартной подпрограммы *RCURV* компилятора *FORTRAN POWER STATION 4.0*. Значения параметров интерполяции, полученные с помощью этих двух программных продуктов, оказались весьма близкими.

Полученные зависимости характеризуются значением коэффициента корреляции выше, чем аналогичный параметр для полиномов 2, 3 и 4 порядка. Численное значение  $K_{\text{корр}}$  для полинома 5 порядка варьируется от 0,82 до 0,90. Заметим, что для площадки размером 100x100 м, рассмотренной ранее [3], полученные аналитические зависимости площади загрязнения ПВ, хорошо описывались полиномом 4 порядка с коэффициентом корреляции 0,99.



а)



б)

Рис.2. Площадь загрязнения на площадке 300x300 м для двух значений уровней изолиний:

а) 1300 Бк/м<sup>3</sup>; б) 7260 Бк/м<sup>3</sup>

В качестве примера в таблице приведены значения параметров интерполяции полинома 5 порядка для модуля 10x70 м при нулевом угле потока ПВ для рассматриваемых уровней изолиний на площадке 300x300 м.

Поведение кривых рис. 2 убедительно свидетельствует, что продольный вариант размещения модуля с отходами наиболее предпочтителен. Максимальные площади загрязнения независимо от размера модуля прогнозируются при угле  $\varphi$  около 45°.

Возможность описания полученных зависимостей с помощью математической функции облегчает в дальнейшем анализ исследуемых параметров, что позволяет спрогнозировать и рассчитать площади загрязнения подземных вод для вариантов, не рассмотренных в данном исследовании.

Таблица

Параметры аппроксимации  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$  для полинома 5 степени

Уровень изолиний	Параметры аппроксимации					
	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\beta_6$
1300 Бк/м <sup>3</sup>	10255	-692,81	44,65	-0,7	0,0016	0,000017
7260 Бк/м <sup>3</sup>	7660	-592,75	38,2	-0,71	0,004	- 0,000001 8

### 3. Вывод

Современные программные продукты позволяют достаточно оперативно не только графически представить полученные результаты расчетных исследований, но и описать их с помощью математических функций. В нашем случае для графического представления результатов численного моделирования загрязнения подземных вод использовался программный продукт SURFER, а для аналитического описания данных по площадям загрязнения были задействованы (с целью проверки корректности подхода) коды GRAPHER и FORTRAN POWER STATION.

Полученные зависимости площадей загрязнения от угла потока подземных вод, омывающих объект с опасными отходами разного размера, можно описать соответствующим полиномом. Порядок этого полинома определяется размерами выбранной площадки: для площадки 100x100 м – полином 4 порядка, для площадки 300x300 м – полином 5 порядка.

### 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). 326 p., 1997.
2. Амосов П.В. К вопросу о влиянии ориентации модуля с опасными отходами на загрязнение подземной гидросферы // Вестник МГТУ. – 2010. – Т. 13, № 4/2. – С. 881-886.
3. Амосов П.В., Новожилова Н.В. Ситуационное моделирование в прогнозе загрязнения гидросферы // Вестник МГТУ. – 2010. – Т. 14, № 3. – С. 616-620.
4. SURFER for WINDOWS. User's Guide (version 6). Golden Software, Inc., 1997.
5. Амосов П.В., Новожилова Н.В. О выборе метода интерполяции для анализа расчетных и экспериментальных данных // Тезисы докладов на XIV межрегиональной научно-практической конференции, Апатиты, 7-8 апреля 2011. – Апатиты, 2011. – Часть 1. - с.16-17.
6. GRAPHER for WINDOWS. Reference Manual (version 1). Golden Software, Inc., 1994.

**ДОКАЗАТЕЛЬСТВО СХОДИМОСТИ РЯДОВ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИХ НАЧАЛЬНЫЕ МОМЕНТЫ ЕВКЛИДОВЫХ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ УПОРЯДОЧЕННЫМИ КОПИЯМИ МНОЖЕСТВА ТОЧЕК ПЛОСКОСТИ, КОГДА ОДНА ИЗ КОПИЙ ПОДВЕРГАЕТСЯ СЛУЧАЙНОМУ ПОВОРОТУ ИЛИ ОТРАЖЕНИЮ**  
**Бычкова С. М., Жарких А.А.** (г. Мурманск, МГТУ, каф. ВМ и ПО ЭВМ)

**Abstract**

In the paper we proved the convergence of the series, which are odd initial moments of the Euclidean distance between two copies of the set of points in the plane, when one of copies is subjected by random transformation.

**Введение**

В работе [1] были представлены результаты исследования вероятностных распределений евклидовых расстояний между упорядоченными копиями множества точек плоскости, когда одна из копий подвергается сложному случайному повороту или отражению. Был сформулирован ряд теорем о виде плотностей распределения вероятностей указанных расстояний и несколько теорем о виде начальных моментов таких евклидовых расстояний. Для вычисления начальных моментов в этих теоремах неявно использовалось почленное интегрирование конечных и бесконечных рядов. Во всех случаях было показано, что любой четный начальный момент исследуемого расстояния представляется в виде конечной суммы, а нечетный в виде бесконечного числового ряда. В данной работе представлены доказательства сходимости рядов из [1], представляющих нечетные начальные моменты при поворотах или отражениях. Для обоих вариантов представлены результаты, отвечающие преобразованию всего множества точек целиком и независимому преобразованию двух подмножеств. Результаты, относящиеся к случаю поворотов, были частично анонсированы в [2].

**Доказательство сходимости рядов**

Рассмотрим нечетный начальный момент порядка  $2n+1$  случайной величины  $D$ , которая представляет собой евклидово расстояние между двумя копиями множества точек, когда одна из копий целиком поворачивается на случайный угол относительно фиксированной точки:

$$\overline{d^{2n+1}} = \frac{d_{\max}^{2n+1}}{2^{n+1/2}} \sum_{r=0}^{\infty} \frac{\prod_{c=0}^{2r-1} \left( c + c - 2r + 3/2 \right)}{2^{2r} (c!)^{2n}}, \quad (1)$$

где  $d_{\max} = 2\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2}$  – это функция от координат исходного множества точек и фиксированной точки  $(x_0, y_0)$ , относительно

которой осуществлен поворот. По признаку Даламбера нельзя дать ответ о сходимости ряда (1). Проверим ряд (1) на сходимость по признаку Раабе:

$$\begin{aligned} \lim_{r \rightarrow \infty} r \left( \frac{a_r}{a_{r+1}} - 1 \right) &= \lim_{r \rightarrow \infty} r \cdot \left( \frac{\prod_{c=0}^{2r-1} (c + c - 2r + 3/2)}{2^{2r} (r!)^2} \cdot \frac{2^{2r+2} (r+1)!^2}{\prod_{c=0}^{2r+1} (c + c - 2r - 2 + 3/2)} - 1 \right) = \\ &= \lim_{r \rightarrow \infty} r \left( \frac{4(r+1)^2}{(n-1-2r+3/2)(n-2-2r+3/2)} - 1 \right) = \lim_{r \rightarrow \infty} r \left( \frac{4(r+1)^2}{(n^2 - 4r \cdot n + 4r^2 - 1/4)} - 1 \right) = 2 + n \end{aligned}$$

Поскольку  $(2+n) \geq 2$ , то ряд (1) сходится по признаку Раабе.

Рассмотрим нечетный начальный момент порядка  $2n+1$  случайной величины  $D$ , которая представляет собой евклидово расстояние между двумя копиями множества точек, когда одна из копий целиком отражается относительно прямой, повернутой на случайный угол относительно фиксированной точки:

$$\overline{d^{2n+1}} = T^{n+1/2} \sum_{r=0}^{\infty} \frac{E^{2r} \cdot \prod_{c=0}^{2r-1} (c + c - 2r + 3/2)}{T^{2r} 2^{2r} (r!)^2}, \quad (2)$$

где  $T = A+C$ ,  $A = 2 \sum_{i=1}^N (x_i - x_0)^2$ ,  $C = 2 \sum_{i=1}^N (y_i - y_0)^2$ ,  $B = 4 \sum_{i=1}^N (x_i - x_0)(y_i - y_0)$ ,  $E = \sqrt{B^2 + (C-A)^2}$  – функции от координат исходного множества точек и фиксированной точки  $(x_0, y_0)$ , относительно которой повернута прямая.

Проверим сходимость ряда (2) по признаку Даламбера:

$$\begin{aligned} \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{a_{r+1}}{a_r} &= \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{E^{2r+2} \cdot \prod_{c=0}^{2r+1} (c + c - 2r - 2 + 3/2)}{T^{2r+2} 2^{2r+2} (r+1)!^2} \cdot \frac{T^{2r} 2^{2r} (r!)^2}{E^{2r} \cdot \prod_{c=0}^{2r-1} (c + c - 2r + 3/2)} = \\ &= \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{E^2 (n^2 - 4rn + 4r^2 - \frac{1}{4})}{4T^2 (r+1)^2} = \frac{E^2}{T^2} = \frac{B^2}{(A+C)^2} + \frac{(C-A)^2}{(A+C)^2}. \end{aligned}$$

Ряд (2) сходится по признаку Даламбера, когда выполняется неравенство:

$$\frac{B^2}{(A+C)^2} + \frac{(C-A)^2}{(A+C)^2} < 1$$

Если упростить данное неравенство, то получим:

$$B^2 < 4AC.$$

Тогда с учетом введенных обозначений получим:

$$16 \left( \sum_{i=1}^N (x_i - x_0)(y_i - y_0) \right)^2 < 16 \sum_{i=1}^N (x_i - x_0)^2 \sum_{i=1}^N (y_i - y_0)^2,$$

данное неравенство представляет собой неравенство Коши-Буняковского, следовательно, при любых значениях  $A, B, C$  ряд (2) сходится по признаку Даламбера, кроме случаев, когда  $y_i - y_0 = \pm(x_i - x_0)$ . В

случае, когда  $E=T$  ответ по признаку Даламбера дать нельзя, но можно показать, что в этом случае ряд сходится по признаку Раабе.

Рассмотрим нечетный начальный момент порядка  $2n+1$  случайной величины  $D$ , которая представляет собой евклидово расстояние между двумя копиями множества точек, когда одна из копий разбивается на два подмножества, каждое из которых подвергается случайному повороту относительно некоторой фиксированной точки:

$$\overline{d^{2n+1}} = Q^{n+1/2} \sum_{r=0}^{\infty} \frac{\prod_{c=0}^{2r-1} \langle c + c - 2r + 3/2 \rangle}{Q^{2r} 2^{2r}} \sum_{s=0}^r \frac{1}{\langle -s \rangle^2 \langle \rangle^2} \left( \frac{d_{\max 1}^2}{2} \right)^{2r-2s} \left( \frac{d_{\max 2}^2}{2} \right)^{2s}, \quad (3)$$

где  $Q = \frac{(d_{\max 1}^2 + d_{\max 2}^2)}{2}$ ,  $d_{\max 1} = 2\sqrt{\sum_{i=1}^{N_1} (x_{i1} - x_{01})^2 + (y_{i1} - y_{01})^2}$ ,  
 $d_{\max 2} = 2\sqrt{\sum_{i=1}^{N_2} (x_{i2} - x_{02})^2 + (y_{i2} - y_{02})^2}$ .

Покажем, что ряд (3) является сходящимся. Представим ряд (3) в следующем виде:

$$\overline{d^{2n+1}} = Q^{n+1/2} \sum_{r=0}^{\infty} \frac{(n+1/2)!}{(n-2r+1/2)! 2^{2r}} \sum_{s=0}^r \frac{1}{\langle -s \rangle^2 \langle \rangle^2} \left( \frac{d_{\max 1}^2}{2Q} \right)^{2r-2s} \left( \frac{d_{\max 2}^2}{2Q} \right)^{2s}.$$

Нетрудно показать, что:

$$\sum_{s=0}^r \frac{1}{\langle -s \rangle^2 \langle \rangle^2} \left( \frac{d_{\max 1}^2}{2Q} \right)^{2r-2s} \left( \frac{d_{\max 2}^2}{2Q} \right)^{2s} \leq \frac{1}{\langle ! \rangle^2}.$$

Таким образом, мажорантный ряд для (3) имеет вид:

$$Q^{n+1/2} \sum_{r=0}^{\infty} \frac{(n+1/2)!}{(n-2r+1/2)! 2^{2r} \langle ! \rangle^2}.$$

По признаку Даламбера нельзя дать ответ о сходимости мажорантного ряда (3). Проверим мажорантный ряд (3) на сходимость по признаку Раабе:

$$\lim_{r \rightarrow \infty} r \left( \frac{a_r}{a_{r+1}} - 1 \right) = n + 2.$$

Поскольку  $n+2 \geq 1$ , то мажорантный ряд сходится по признаку Раабе, следовательно, и ряд (3) сходится.

Рассмотрим нечетный начальный момент порядка  $2n+1$  случайной величины  $D$ , которая представляет собой евклидово расстояние между двумя копиями множества точек, когда одна из копий разбивается на два подмножества, каждое из которых подвергается случайному отражению относительно прямой повернутой на случайный угол относительно фиксированной точки:

$$\overline{d^{2n+1}} = F^{n+1/2} \sum_{r=0}^{\infty} \frac{\prod_{c=0}^{2r-1} \langle c + c - 2r + 3/2 \rangle}{F^{2r} 2^{2r}} \sum_{s=0}^r \frac{1}{\langle -s \rangle^2 \langle \rangle^2} \langle E_1 \rangle^{2r-2s} \langle E_2 \rangle^{2s}, \quad (4)$$

где  $F = A_1 + A_2 + C_1 + C_2$ ,  $E_1 = \sqrt{B_1^2 + C_1 - A_1}$ ,  $E_2 = \sqrt{B_2^2 + C_2 - A_2}$ ,  
 $A_1 = 2 \sum_{i=1}^{N_1} (x_{i1} - x_{01})^2$ ,  $C_1 = 2 \sum_{i=1}^{N_1} (y_{i1} - y_{01})^2$ ,  $B_1 = 4 \sum_{i=1}^{N_1} (x_{i1} - x_{01})(y_{i1} - y_{01})$ ,  $A_2 = 2 \sum_{i=1}^{N_2} (x_{i2} - x_{02})^2$ ,  
 $C_2 = 2 \sum_{i=1}^{N_2} (y_{i2} - y_{02})^2$ ,  $B_2 = 4 \sum_{i=1}^{N_2} (x_{i2} - x_{02})(y_{i2} - y_{02})$ .

Покажем, что ряд (4) является сходящимся. Ряд (4) можно представить в следующем виде:

$$\overline{d^{2n+1}} = F^{n+1/2} \sum_{r=0}^{\infty} \frac{(n+1/2)!}{(n-2r+1/2)! 2^{2r}} \sum_{s=0}^r \frac{1}{\binom{r}{s} \binom{r-s}{s}} \left(\frac{E_1}{F}\right)^{2r-2s} \left(\frac{E_2}{F}\right)^{2s}.$$

Нетрудно показать, что:

$$\sum_{s=0}^r \frac{1}{\binom{r}{s} \binom{r-s}{s}} \left(\frac{E_1}{F}\right)^{2r-2s} \left(\frac{E_2}{F}\right)^{2s} \leq \frac{1}{r!} \left(\frac{E_1}{F} + \frac{E_2}{F}\right)^{2r}.$$

Таким образом, мажорантный ряд для (4) имеет вид:

$$F^{n+1/2} \sum_{r=0}^{\infty} \frac{(n+1/2)!}{(n-2r+1/2)! 2^{2r}} \frac{1}{r!} \left(\frac{E_1 + E_2}{F}\right)^{2r}.$$

Проверим мажорантный ряд (4) на сходимость по признаку Даламбера.

$$\lim_{r \rightarrow \infty} \frac{a_{r+1}}{a_r} = \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{(n+1/2)!(n-2r+1/2)! 2^{2r} \frac{1}{r!} \left(\frac{E_1 + E_2}{F}\right)^{2r+2}}{(n+1/2)!(n-2r-2+1/2)! 2^{2r+2} \frac{1}{(r+1)!} \left(\frac{E_1 + E_2}{F}\right)^{2r}} = \left(\frac{E_1 + E_2}{F}\right)^2$$

Мажорантный ряд сходится по признаку Даламбера, когда  $\frac{E_1 + E_2}{F} < 1$ , следовательно, и ряд (4) сходится при выполнении данного условия. Данное неравенство выполняется, когда  $(y_{i1} - y_{01}) \neq \pm(x_{i1} - x_{01})$ ,  $(y_{i2} - y_{02}) \neq \pm(x_{i2} - x_{02})$  и, следовательно,  $E_1 < A_1 + C_1$  и  $E_2 < A_2 + C_2$  (можно показать, используя неравенство Коши-Буняковского). Тогда, верно следующее  $E_1 + E_2 < A_1 + C_1 + A_2 + C_2 = F$ . Таким образом, мажорантный ряд сходится по признаку Даламбера. В случае, когда  $E_1 + E_2 = F$ , можно показать, что мажорантный ряд сходится по признаку Раабе.

### Заключение

Представленные формулы могут быть использованы для вычисления численных значений начальных моментов исследуемых расстояний на компьютере. Они могут быть вычислены на основе циклов с управлением точностью вычислений путем ограничения количества членов ряда.

Полезным представляется обобщение результатов для варианта независимых преобразований нескольких подмножеств множества точек.

### Литература

1. Zharkikh, A. A. Distributions of Euclidean Distances between Copies of the Set of 2D Points When One Copy is Randomly Rotated or Reflected/ A. A. Zharkikh, S. M. Bychkova //Pattern recognition and image

analysis/ Pleiades Publishing, Ltd, 2012 – Vol. 22, No. 3. – p. 433-445.

2. Бычкова, С. М. Исследование сходимости рядов, представляющих начальные моменты евклидовых расстояний между упорядоченными копиями множества точек плоскости, когда одна из копий подвергается случайному повороту/ С. М. Бычкова, А. А. Жарких //Обозрение прикладной и промышленной математики, Том 19, выпуск 4, 2012. – с. 543-544.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЙВЛЕТ-ПОДОБНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ТИПА ХААРА НАД КОНЕВЧНЫМИ ПОЛЯМИ

Жарких А.А. (г. Мурманск, МГТУ, каф. РТКС)

### Abstract

The data processed in distributed computer networks and, processed in communication networks is diverse. As a rule, they include files of audio, images, video, the text and various digital tables. Rigid restrictions on traffic volume, speed of transfer and data processing, and also memory size for their storage, can be satisfied only in systems of real time.

The greatest interest is represented by systems of real time in which the diverse data, irrespective of their type, will be transformed on the basis of exact reversible algorithms.

In work the family of algorithms generalizing algorithm of wavelet-transformation of Haar-type is considered. Exact convertibility of algorithms of this family is provided with transition to arithmetics of a finite field. The expediency of use as a field finite expansion of a field of the characteristic two is proved. In work examples of transformations in such arithmetics are presented.

Prospects of use of such transformations of the multidimensional diverse data are in summary discussed.

### Введение

Цель данной работы – результатов исследования вейвлет-подобных преобразований типа Хаара над конечными полями и анализ возможностей их использования в перспективных системах обработки многомерных данных. Часть основных положений данной работы была представлена в [21]. В изложении использованы также результаты работ [1-6].

Критерии оценки качества работы любой информационной системы субъективны. Тем не менее, можно выделить два основных аспекта в оценке ее качества:

- качество передачи, приема, хранения и обработки информации;
- качество восприятия информации человеком.

Эти аспекты оценки качества не тождественны. Если конечным потребителем информации является человек, то в систему необходимо включать интерфейс адаптации информации к человеческому восприятию.

Передача, прием, хранение и обработка информации могут осуществляться с потерями и без потерь. Человеку безразлично, существуют потери или нет, если он не обнаруживает их с помощью своих органов чувств. При автоматическом функционировании системы без

участия человека важно свести любые потери к минимуму, или вообще устранить некоторые из них.

Можно выделить два основных вида потерь сложной информационной системы:

- потери обусловленные каналами передачи и элементами памяти;
- потери обусловленные природой и несовершенством алгоритмов обработки.

В данной работе каналы передачи и элементы памяти не рассматриваются. Человек не может полностью избавиться от потерь передачи и хранения.

Чтобы избавиться от потерь второго вида в работе предлагаются точные алгоритмы базирующиеся на алгебре конечных полей и неравномерном кодировании.

### **Вейвлет-преобразование в базисе Хаара над полем.**

Практически важные вейвлеты традиционно определяются как функции одной вещественной переменной с вещественными значениями. В зависимости от математической модели (структуры области определения, структуры области возможных значений и вида преобразований) различают дискретные и непрерывные вейвлеты. Особенностью так определенных вейвлетов являются ошибки являющиеся следствием вычислений в вещественной арифметике с плавающей точкой.

В работах [7.8] можно ознакомиться с теорией и практическими применениями различных вейвлетов с вещественными значениями. В работах [9.10] можно ознакомиться с тем как вейвлеты используются для обработки изображений и сигналов. Из книг [11.12] можно получить исчерпывающее представление о полях Галуа и точных алгоритмах вычисления над полями Галуа. Работы [13-16] достаточно подробно освещают современное состояние теории вейвлетов над конечными полями (полями Галуа). Статьи [17-20] показывают перспективы использования вейвлетов для сжатия изображений.

Вейвлет - преобразования в базисе Хаара определяются для линейных пространств размерности  $N = 2^n$  над полем произвольной характеристики соотношениями (1), (2). Очевидно, что характеристика поля должна быть отлична от 2 [11.12]. Можно выделить два основных варианта вейвлет-преобразования в базисе Хаара [8]. В обоих вариантах на каждом шаге вычисляются представляющие и уточняющие коэффициенты. Однако, в первом варианте, уточняющие коэффициенты текущего шага не преобразуются на всех последующих шагах. Во втором же варианте, все уточняющие коэффициенты текущего шага преобразуются на всех последующих шагах. Мы остановимся на втором варианте и, опишем для него алгоритмы прямого и обратного преобразований.

### Алгоритм прямого вейвлет-преобразования в базисе Хаара

Размерность вектора  $N = 2^n$ . Входной вектор  $x_k, k = \overline{0, N-1}$

Максимальное число шагов вейвлет-преобразования  $n$ . Номер шага  $s = \overline{1, n}$ . Число входных фрагментов на  $s$ -м шаге равно  $2^{s-1}$

Число выходных фрагментов на  $s$ -м шаге равно  $2^s$ . Число фрагментов на каждом шаге удваивается

Номер входного фрагмента на  $s$ -м шаге  $j = \overline{0, 2^{s-1} - 1}$ . Для векторов промежуточных результатов вводятся следующие обозначения  $y_k^{s,j}, k = \overline{0, N-1}; s = \overline{1, n}; j = \overline{0, 2^s - 1}$

Перед выполнением преобразований выполняется инициализация  $y_k^{0,0} = x_k, k = \overline{0, N-1}$ .

Рекуррентные формулы прямого преобразования

$$\begin{cases} y_k^{s,2j} = y_{2k}^{s-1,j} + y_{2k+1}^{s-1,j} / 2, k = \overline{0, 2^{n-s} - 1} \\ y_k^{s,2j+1} = y_{2k}^{s-1,j} - y_{2k+1}^{s-1,j} / 2, j = \overline{0, 2^{s-1} - 1} \end{cases} \quad (1)$$

Важно отметить, что в данных формулах выбран способ нумерации отсчетов независимо в каждом фрагменте на каждом шаге.

Выходной вектор после выполнения  $n$  шагов обозначим через  $z_k, k = \overline{0, N-1}$

$$z_{2k} = y_0^{n,2k}, z_{2k+1} = y_0^{n,2k+1}, k = \overline{0, 2^{n-1} - 1}$$

### Алгоритм обратного вейвлет-преобразования в базисе Хаара

Входной вектор  $z_k, k = \overline{0, N-1}$ . Перед выполнением преобразований выполняется инициализация

$$y_0^{n,2k} = z_{2k}, y_0^{n,2k+1} = z_{2k+1}, k = \overline{0, 2^{n-1} - 1}$$

Рекуррентные формулы обратного преобразования

$$\begin{cases} y_{2k}^{s-1,j} = y_{2k}^{s,2j} + y_{2k+1}^{s,2j+1}, k = \overline{0, 2^{n-s} - 1} \\ y_{2k+1}^{s-1,j} = y_{2k}^{s,2j} - y_{2k+1}^{s,2j+1}, j = \overline{0, 2^{s-1} - 1} \end{cases} \quad (2)$$

Номера шагов в процессе вычисления уменьшаются, т.е.  $s = \overline{n, -1, 1}$

Выходной вектор после выполнения преобразований равен  $x_k = y_k^{0,0}, k = \overline{0, N-1}$

### Вейвлет-подобные преобразования типа Хаара

Вейвлет-преобразования в базисе Хаара обладают двумя свойствами, связанными с вычислениями представляющих и уточняющих коэффициентов:

- если два элемента совпадают, то их полусумма равна любому из них;
- если два элемента совпадают, то их полуразность равна нулю.

Основной элемент преобразования (1) может быть описан матрицей  $H = \begin{pmatrix} 1/2 & 1/2 \\ 1/2 & -1/2 \end{pmatrix}$ . Выберем произвольную невырожденную матрицу  $L$ , обладающими указанными двумя свойствами. В общем случае, эта матрица имеет вид  $L = \begin{pmatrix} \beta & 1-\beta \\ \gamma & -\gamma \end{pmatrix}$ . Здесь  $\beta$  -любой элемент поля, а  $\gamma$  - любой ненулевой элемент поля.

Будем называть преобразования, полученные заменой в (1)  $H$  на  $L$  (и соответственно в (2)  $H^{-1}$  на  $L^{-1}$ ) прямым (обратным) преобразованием подобным вейвлет-преобразованию Хаара или просто прямым (обратным) вейвлет – подобным преобразованием типа Хаара.

**Согласование вейвлет-подобных преобразований с компьютерными форматами данных.** Данные в компьютерах хранятся в виде байтов или более крупных единиц объединяющих несколько байт. Поэтому в обработке многомерных данных наиболее привлекательными являются конечные поля характеристики 2  $GF(\mathbb{C}^R)$ ,  $R > 1$ . Для удобства реализации целесообразно использовать конечные поля  $GF(\mathbb{C}^m)$  с  $m = 2, 4, 8, 12, 16, 24, 32$ . Этот ряд можно продолжить.

Приведем два примера основного элемента прямого вейвлет подобного преобразование данных представляющих собой вектор байтов. Каждый элемент данного вектора может быть представлен как элемент  $GF(\mathbb{C}^8)$  или как элемент прямого произведения  $GF(\mathbb{C}^4) \times GF(\mathbb{C}^4)$ .

Пусть два байта входных данных представляют собой последовательности бит  $\mathbb{C}_0, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7$  и  $\mathbb{Q}_0, Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6, Q_7$ , а два байта выходных данных соответственно последовательности бит  $\mathbb{C}_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$  и  $\mathbb{D}_0, D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6, D_7$ . Преобразования, соответствующие представлению байтов как элементов  $GF(\mathbb{C}^8)$ , определяются выражениями (3-5). Преобразования, соответствующие представлению байтов как элементов  $GF(\mathbb{C}^4) \times GF(\mathbb{C}^4)$ , определяются выражениями (6-8). Выражения (3) и (6) представляют нормированные, неприводимые, примитивные полиномы из таблиц книги [11]. Они определяют алгебры вычислений в расширениях полей Галуа. Выражения (4) и (7) представляют варианты матриц соответствующих преобразований ( $\alpha$  является примитивным элементом соответствующего поля). Выражения (5) и (8) непосредственно представляют преобразования.

$f_8(x) = x^8 + x^7 + x^6 + x + 1$	(3)
------------------------------------	-----

$M_8 = \begin{pmatrix} \alpha & \alpha + 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$	(4)
--	-----

$$\left( \sum_{k=0}^7 S_k \alpha^k \quad \sum_{k=0}^7 D_k \alpha^k \right)^T = M_8 \left( \sum_{k=0}^7 P_k \alpha^k \quad \sum_{k=0}^7 Q_k \alpha^k \right)^T \quad (5)$$

$$f_4 x = x^4 + x + 1 \quad (6)$$

$$M_4 = \begin{pmatrix} \alpha & \alpha + 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \alpha & \alpha + 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$\left( \sum_{k=0}^3 S_k \alpha^k \quad \sum_{k=0}^3 S_{k+4} \alpha^k \quad \sum_{k=0}^3 D_k \alpha^k \quad \sum_{k=0}^3 D_{k+4} \alpha^k \right)^T =$$

$$= M_4 \left( \sum_{k=0}^3 P_k \alpha^k \quad \sum_{k=0}^3 P_{k+4} \alpha^k \quad \sum_{k=0}^3 Q_k \alpha^k \quad \sum_{k=0}^3 Q_{k+4} \alpha^k \right)^T \quad (8)$$

### Некоторые результаты моделирования

Ниже представлены результаты применения вейвлет-подобных преобразований к изображению формата .BMP построенные на соотношениях (3-5). Перед вставкой в файл текста доклада все изображения были сохранены в формате .JPG. Все рисунки содержат 1200 стро и 800 столбцов. Рис.1 – исходное изображение, фото автора 2004 г. Рис.2, 3 и 4 соответственно результаты применения 1, 2 и 9 шагов усеченного вейвлет – подобного преобразования к исходному изображению параллельно по всем цветовым компонентам.



Рис. 1



Рис. 2

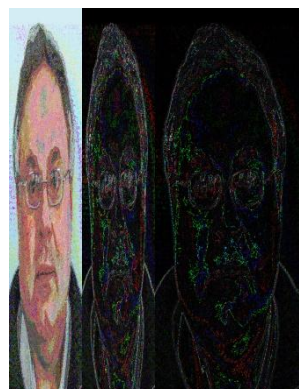


Рис. 3

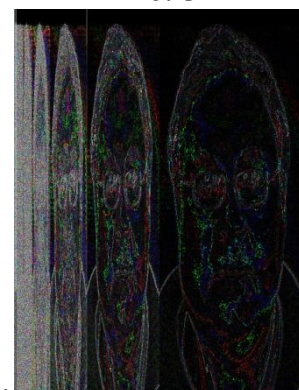


Рис. 4

### **Заключение**

Рассмотренные преобразования, могут быть использованы для обработки широко распространенных типов многомерных данных. Это могут быть записи аудио, видео, а вследствие точности арифметики и текстовые файлы. Они будут полезны в автоматизированных производствах требующих сортировки, идентификации и распознавания объектов и технологических операций. Результаты моделирования подтверждают работоспособность приведенных алгоритмов.

### **Литература**

1. Жарких А.А., Теория вейвлет-подобных преобразований типа Хаара над конечными полями// 15 – я Всероссийская конференция «Математические методы распознавания образов» (ВЦ РАН) , Петрозаводск, 2011, Сборник докладов, с. 239-241.

2. Жарких А.А. Обработка изображений на основе вейвлет-преобразования в базисе Хаара над конечным полем нечетной характеристики. - Вестник МГТУ, 2009, том 12, №2, стр.197-201.
3. А.А. Жарких “Двухэтапный алгоритм выделения контуров на изображении”, Вестник МГТУ, том 12, №2, 2009 г. стр.202-205.
4. Жарких А.А. “Обработка звукового сигнала на основе вейвлет-преобразования в базисе Хаара над конечным полем нечетной характеристики”// Труды сессии НТО РЭС им. А.С. Попова посвященной Дню Радио , Выпуск LXIV, Москва, 2009 г. стр. 295-298.
5. Жарких А.А. “Обработка изображений на основе вейвлет-преобразования в базисе Хаара над конечным полем нечетной характеристики”// Материалы VIII -й международной конференции «Перспективные технологии в средствах передачи информации» , Том 2, Владимир, 2009 г. стр. 114-118.
6. Жарких А.А. Вейвлет-преобразование Хаара над полем Галуа нечетной характеристики, Т-Comm (Телекоммуникации и транспорт) , Спецвыпуск по итогам 3-й отраслевой научной конференции «Технологии информационного общества», Часть III, Август, 2009, с. 94-95.
7. Чуи Ч. Введение в вэйвлеты: Пер. с англ. – М.: Мир, 2001. 412 с.
8. Яковлев А.Н. Введение в вейвлет-преобразования: Учеб. пособие.– Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003, 104 с.
9. Столниц Э., ДеРоуз Т., Салезин Д. Вейвлеты в компьютерной графике: Пер. с англ. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002. – 272 с.
10. Малла С. Вэйвлеты в обработке сигналов: Пер. с англ. – М.: Мир, 2005. 671 с.
11. Р. Лидл, Г. Нидеррайтер. Конечные поля. В 2-х томах. - Москва, "Мир", 1988, 820 с.
12. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. 448 с.
13. F. Fekri, R. M. Mersereau, R. W. Schafer, “Theory of wavelet transform over finite fields” Proceedings of the Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), 1999. – Vol. 03 , PP. 1213-1216.
14. F. Fekri, R. M. Mersereau, and R. W. Schafer, “Theory of paraunitary filter banks over fields of characteristic two”, IEEE Transactions on Information Theory, vol. 48, pp. 2964-2979, Nov. 2002.
15. H. M. de Oliveira, T. H. Falk, and R. Távara, *Wavelet Decomposition over Finite Fields*, Journal of the Brazilian Telecom. Society, Vol. 17, No. 1, pp. 38-47, , June 2002. [Portuguese].
16. See-May Phoong, P. P. Vaidyanathan, “Paraunitary Filter Banks Over Finite Fields” IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 45, pp. 1443-1457, June. 1997.

17. V.Srinivasa Rao , P.Rajesh Kumar , G.V.H.Prasad , M.Prema Kumar , S.Ravichand. Discrete Cosine Transform Vs Discrete Wavelet Transform: An Objective Comparison of Image Compression Techniques for JPEG Encoder//International Journal of Advanced Engineering & Applications, Jan. 2010

18. H. Pan, W.-C. Siu and N.-F. Law. Lossless image compression using binary waveletTransform// IET Image Process., 2007, 1, (4), pp. 353–362.

19. Chengyi Xiong, Jinwen Tian, and Jian Liu.Efficient Architectures for Two-Dimensional Discrete Wavelet Transform Using Lifting Scheme//IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, VOL. 16, NO. 3, MARCH 2007.

20. M.S.Bhuyan, Nowshad Amin, Md.Azrul Hasni Madesa , and Md.Shabiul Islam. FPGA Realization of Lifting Based Forward Discrete Wavelet Transform for JPEG 2000//INTERNATIONAL JOURNAL OF CIRCUITS, SYSTEMS AND SIGNAL PROCESSING Issue 2, Vol.1, 2007.

21. Жарких А.А., Перспективы использования вейвлет-подобных преобразований типа Хаара над конечными полями в системах обработки многомерных данных// 14 – я Международная конференция «Цифровая обработка сигналов и ее применение» (РНТОРЭС) , Москва, 2012, Сборник трудов, Т.2, с. 417-420.



## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МНОГОМЕРНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА MSSA С ПРЕДОБРАБОТКОЙ ПО EMD

Запорожцев И. Ф., Серeda А.-В. И. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ВМиПОЭВМ)

The research work is concerned with sea level anomalies prediction being the task of multivariate time series forecasting. The approach based on MSSA and EMD cooperation is used. The series of numerical experiments is carried out to estimate forecasting quality of modifications suggested by the authors for known methods.

**Теоретическая часть.** Разработка математических методов анализа многомерных временных рядов представляет особый интерес, так как именно многомерные данные позволяют более точно установить закономерности изучаемого явления или процесса. В каждый момент времени результаты наблюдений представляются некоторым вектором. Его компонентами могут быть различные изменяющиеся во времени величины: числовые значения основных характеристик, описывающих состояние объекта исследования, либо воздействующих на него внешних факторов, либо измеренные в различных пространственных точках значения одной характеристики объекта или процесса. Трудности, возникающие при исследовании реально наблюдаемых временных рядов, можно разделить на две группы. К первой группе могут быть отнесены проблемы анализа одномерных временных рядов, обусловленных нелинейностью, нестационарностью, пропусками в данных и т.д. В эту же группу попадает в качестве следствия проблема нахождения оптимального соотношения значений объёма выборки, горизонта и ошибки прогноза [2]. Вторая группа учитывает особенности многомерных данных. Многомерный анализ позволяет получить лучшие результаты, чем одномерный, если между этими данными имеет место значимая корреляционная связь. Одним из основных вопросов является в этом случае определение степени статистической зависимости между данными. В настоящее время наблюдается нехватка строгих обоснований надёжности предлагаемых методов. Тем не менее, они строятся на эвристиках, в основе которых лежат общепринятые гипотезы [1]: повторяемости (наличия квазипериодических составляющих), инерционности (малой изменчивости характеристики для малого масштаба времени), локальной компактности (возможности типизации изменчивости характеристики, выделения однородных групп во времени).

Выберем в качестве объекта исследования, изменчивость которого моделируется многомерными временными рядами, акваторию океанической поверхности. Дальнейшие эксперименты будут проводиться для альтиметрии (аномалий уровенной поверхности океана).

Среди известных методов прогнозирования многомерного временного ряда некоторые значительную популярность имеет метод сингулярного спектрального анализа для многомерных данных (MSSA [3], «многомерная гусеница»). Именно этот метод будет взят за основу при определении методики прогнозирования, которая будет проверяться экспериментально.

Известно, что для повышения качества решения задачи прогнозирования значений временного ряда на заданный горизонт целесообразно осуществить предобработку ряда: удаление выбросов, сглаживание, взятие разностей, разложение на аддитивные составляющие. Весьма перспективным способом разложения представляется так называемый метод эмпирической модовой декомпозиции (EMD [4]). Он основан на идее определения огибающих одномерного временного ряда: линий, проходящих через локальные минимумы и максимумы. Аддитивные компоненты ряда формируются в результате вычитания полусумм огибающих. Существенным вопросом реализации EMD является способ построения огибающих. Наиболее популярным вариантом является интерполяция естественными кубическими сплайнами. Общим недостатком всех существующих методов, основанных на интерполяции, является краевой эффект: необходимо либо использовать границу ряда и включать её как точку на кривой, либо дополнить ряд экстремумами, выходя за границу ряда, то есть использовать временные отсчёты, для которых данных нет (кстати, именно для них будет строиться прогноз). Последняя идея мало пригодна при решении задачи прогнозирования, поэтому в данной работе будем использовать граничные точки.

**Экспериментальная часть.** Прогноз для отсчёта  $A$  – прогноз, осуществляемый начиная с отсчёта с номером  $A$  на заданный горизонт – выполняются после обучающего прогноза ранга  $n$  для отсчёта  $A$  – серии прогнозов, которые выполняются для  $n$  последовательно взятых отсчётов, не превышающих  $A-h$ , то есть для  $(A-h-n+1), \dots, (A-h)$ . Так, при прогнозировании для 142 отсчёта (контрольной точки  $A$ , рис. 1) прогнозы для 133-137 отсчётов рассматриваются как обучение для выявления наиболее подходящих параметров методов группы MSSA.

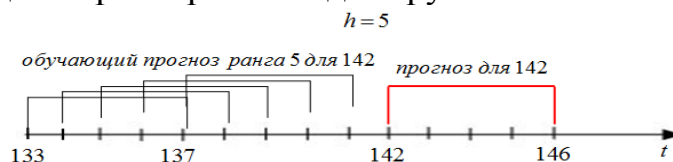


Рисунок 1. Организация расчётов для прогноза 142 точки.

В результате синтеза идей методов MSSA и EMD был сформирован набор методов-модификаций (табл. 1).

Таблица 1. Методы прогноза (синтез MSSA и EMD)

Метод	Описание
MSSA	Многомерная гусеница
sMSSA	Многомерная гусеница, применяемая к сглаженному ряду
EMD_1d	Метод sMSSA применяется отдельно к каждой компоненте ряда (IMF), полученной в результате EMD (первая производная огибающих на границах ряда равна нулю)
EMD_2d	Метод sMSSA применяется отдельно к каждой компоненте ряда (IMF), полученной в результате EMD (вторая производная огибающих на границах ряда равна нулю)
EMDM_1d	Метод sMSSA применяется отдельно к каждой из компонент ряда: три полусуммы огибающих и остаток (первая производная огибающих на границах ряда равна нулю)
EMDM_R_1d	Метод sMSSA применяется отдельно к каждой из компонент ряда: три полусуммы огибающих, остаток исключён (первая производная огибающих на границах ряда равна нулю)
EMDM_2d	Метод sMSSA применяется отдельно к каждой из компонент ряда: три полусуммы огибающих и остаток (вторая производная огибающих на границах ряда равна нулю)
EMDM_R_2d	Метод sMSSA применяется отдельно к каждой из компонент ряда: три полусуммы огибающих, остаток исключён (вторая производная огибающих на границах ряда равна нулю)
EMDM_M_1d	Метод sMSSA применяется отдельно к каждой из компонент ряда: три компоненты, построенные сплайн-интерполяцией полусуммы линейных огибающих, и остаток (первая производная компоненты на границах ряда равна нулю)
EMDM_R_M_1d	Метод sMSSA применяется отдельно к каждой из компонент ряда: три компоненты, построенные сплайн-интерполяцией полусуммы линейных огибающих, остаток исключён (первая производная компоненты на границах ряда равна нулю)

EMDM_M_2d	Метод sMSSA применяется отдельно к каждой из компонент ряда: три компоненты, построенные сплайн-интерполяцией полусуммы линейных огибающих, и остаток (вторая производная компоненты на границах ряда равна нулю)
EMDM_R_M_2d	Метод sMSSA применяется отдельно к каждой из компонент ряда: три компоненты, построенные сплайн-интерполяцией полусуммы линейных огибающих, остаток исключён (вторая производная компоненты на границах ряда равна нулю)

Было выполнено прогнозирование 89 контрольных точек для системы 4 одномерных рядов (данных для обучения) длиной 100 отсчётов (4 одномерных ряда) каждым из 12 указанных выше методов, число различных вариантов выбора параметров для каждого эксперимента – около 3000. Исходные данные – карты альтиметрии, восстановленные в узлах регулярной сетки (данные AVISO, <http://opendap.aviso.oceanobs.com/thredds/nrt-over30d/nrt-over30d-glo-msla-merged.html>). Эти карты взяты для промежутка времени май-декабрь 2012 года. Отсчёты по долготе: 90 – 107, отсчёты по широте: 807 – 824. Параметры методов: способ построения траекторной матрицы ряда, число точек, по которым происходит сглаживание методом скользящего среднего, длина окна MSSA, доля дисперсии, превысив которую, сингулярное число принимается как значимое. Сравним исследуемые методы (табл. 2) по количеству контрольных точек, в которых был получен: один из трёх наилучших результатов прогноза по сравнению с другими методами (К), а также наилучший результат (М) и наихудший результат (N).

Таблица 2. Результаты экспериментов

	MSSA	sMSSA	EMD_1d	EMD_2d	EMDM_1d	EMDM_R_1d
К	39	26	11	20	15	21
М	15	9	6	14	1	6
Н	4	9	57	21	14	12

	EMDM_2d	EMDM_R_2d	EMDM_M_1d	EMDM_R_M_1d	EMDM_M_2d	EMDM_R_M_2d
К	28	28	19	13	27	20
М	11	7	4	4	7	5
Н	3	2	12	4	8	3

Таким образом, экспериментальный анализ показал, что использование декомпозиции и сглаживания не даёт значительных улучшений результатов прогноза по сравнению с MSSA. Тем не менее, методы MSSA и sMSSA не оказались наилучшими для всех временных отсчётов. Исследование троек (K, M, N) для каждого из методов позволило сделать вывод, что методы EMD\_2d, EMDM\_2d, EMDM\_M\_2d и EMDM\_R\_2d можно признать перспективными.

### **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.
3. Степанов, Д.А. Варианты метода "Гусеница"-SSA для прогноза многомерных временных рядов / Д.А. Степанов, Н.Э. Голяндина // Труды IV Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'05. – Москва, 2005.
4. Huang, N. E. "The Empirical Mode Decomposition and the Hilbert Spectrum for Nonlinear and Nonstationary Time Series Analysis" [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://keck.ucsf.edu/~schenk/Huang\\_etal98.pdf](http://keck.ucsf.edu/~schenk/Huang_etal98.pdf), свободный.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ ПЛАЗМОНАПЫЛЕННЫХ ПОКРЫТИЙ МЕДИЦИНСКИХ ИМПЛАНТАТОВ

Маркелова О. А., Гришина И. П., Дударева О. А., Садыков Р. Р., Лясникова А. В. (г. Саратов, ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», кафедра «Биотехнические и медицинские аппараты и системы»)

*The implants during the process of functioning have different loads that lead to stress in the coating and reduce its strength. Description of stress produced by mathematical models. For the calculation of these models was developed program «SSTU Porosity», it based on the data from the metallographic microscope, helps estimate the strength of plasma-sprayed coatings.*

В современной медицине для замещения костных дефектов различной этиологии широко применяются имплантаты. На поверхность внутрикостных имплантатов методом плазменного напыления наносят специальное пористое покрытие, которое способствует лучшей интеграции имплантируемой конструкции с живой тканью (рис.1) [1].

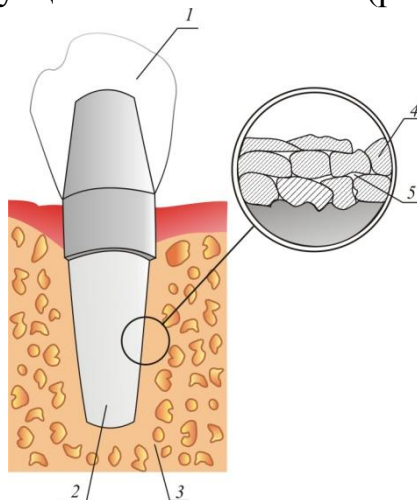


Рис.1. Внутрикостный дентальный имплантат с плазмонапыленным покрытием:

1 – коронка; 2 – внутрикостная часть имплантата;

3 – костная ткань; 4 – напыленная частица; 5 – макропора

В процессе функционирования на имплантат и покрытие действуют динамические нагрузки, под действием которых в покрытии возникают напряжения, суммируясь с остаточными напряжениями, возникшими в процессе напыления, они значительно снижают прочность покрытия. Экспериментальным путем определить значения таких напряжений практически невозможно, поэтому прибегают к построению математических моделей. Процесс расчета таких моделей является очень

трудоемким и основывается на применении метода Монте-Карло, поэтому его целесообразно проводить с помощью ЭВМ [2].

Для расчета таких математических моделей была разработана компьютерная программа «*SSTU Porosity*», которая может применяться совместно с компьютерным анализатором поверхностей АГПМ-6М и программным комплексом «*SSTU DSA 1*» [3-5]. Комплекс «*SSTU DSA 1*» был разработан в СГТУ в 2005 году и предназначен для полуавтоматического контроля качества поверхности дентальных имплантатов [4].

Программа «*SSTU Porosity*» позволяет обрабатывать информацию о пористости исследуемого покрытия и работает по следующему алгоритму:

1. Запись изображения поля зрения микроскопа в память компьютера.

2. Определение радиуса пор и частиц, вычисление и контроль микропористости.

3. Вывод на экран результатов контроля изображения микрообъектов.

4. Генерация случайных значений радиусов пор и толщины стенок пор покрытия, основываясь на ранее полученной информации о максимальном радиусе пор и минимальном расстоянии между ними.

5. Генерация случайных значений нагрузок и моментов, действующих на покрытие имплантата в процессе функционирования.

6. Подсчет напряжений, возникающих в покрытии во время функциональных нагрузок.

7. Сравнение полученных значений напряжений с полученными в ходе эксперимента прочностными характеристиками покрытия.

8. Вывод на экран информации о максимальном радиусе пор, максимальном размере частиц, количестве просчитанных пор и проценте разрушенных пористых образований.

Блок-схема работы программы «*SSTU Porosity*» приведена на рис.2.

На рис.3 приведен скрин-шот работы программы с обрабатываемой фотографией поверхности внутрикостного имплантата и результатами обработки изображения.

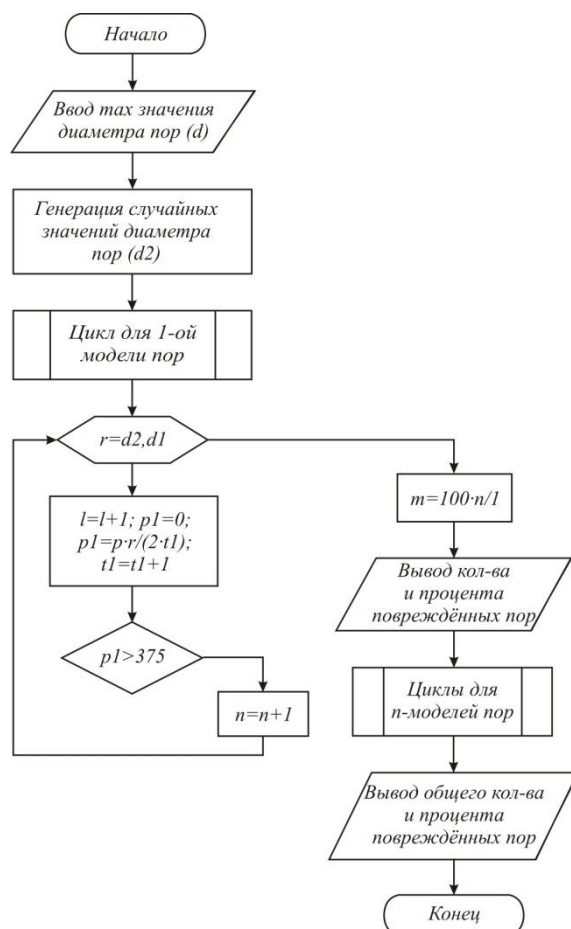


Рис.2. Блок-схема работы программы «SSTU Porosity»

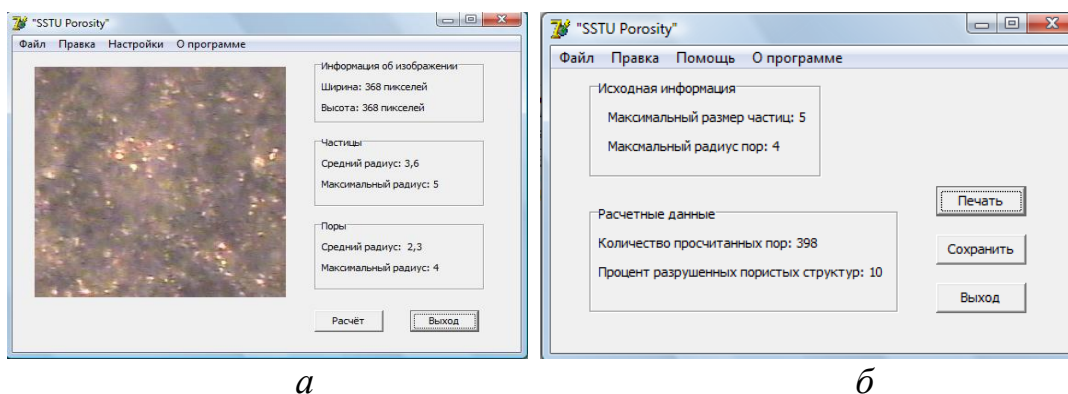


Рис.3. Скрин-шот программы «SSTU Porosity»: *а* – фотография обрабатываемой поверхности и расчетные данные; *б* – результаты расчетов в программе «SSTU Porosity»

Программа «SSTU Porosity» реализована на языке программирования *Borland Delphi 7* для операционной системы *Windows* (поддерживаются версии 98 SE, Me, NT 4.0 SP6, 2000, XP, 2003, Vista, Windows 7).

Для работы приложения необходимы следующие минимальные ресурсы:

– ОС *Windows 98/Me/2000/NT/XP/2003/Vista/7*;



- процессор Intel Pentium 200 МГц или выше;
- оперативная память – 32 Мб;
- свободное пространство на жестком диске – 5 Мб.

Использование программы «*SSTU Porosity*» позволяет оценить прочность плазмонапыленных покрытий, используя данные, полученные с помощью металлографического микроскопа. Благодаря экспериментальным данным, полученным при обработке поверхности покрытий при помощи «*SSTU Porosity*», могут корректироваться режимы плазменного напыления биосовместимых покрытий, что приведет к значительному улучшению качества имплантатов и уменьшению количества отторжений.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 12-08-31217 мол\_а.

### **Литература**

1. Лясникова А.В. Материалы и покрытия в медицинской практике / В.Н. Лясников, А.В. Лясникова, Т.Г. Дмитриенко. - Саратов: Научная книга, 2011. - 300 с.
2. Маркелова О.А. Разработка алгоритма и компьютерной программы для статистического моделирования пористой структуры скэффолд-материалов и покрытий / О.А. Маркелова, И.П. Гришина, О.А. Дударева, Р.Р. Садыков, В.М. Таран, А.В. Лясникова // Материалы II Всероссийской заочной научной конференции для молодых ученых, студентов и школьников «Актуальные вопросы биомедицинской инженерии»: электронное научн. издание. – ФГУП НТЦ «Информрегистр», Депозитарий электронных изданий, 2012 – с. 109-115
3. Лясникова А.В. Биосовместимые материалы в дентальной имплантологии: учеб. пособие / А.В. Лясникова, Г.А. Воложин; под ред. проф. Н.В. Бекренева – Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т. – 2006. – 124 с.
4. Власов Д.В. Компьютерная программа «*SSTU Surface Analyzer 1*» для исследования свойств и оценки качества плазмонапыленных биопокрытий внутрикостных дентальных имплантатов / Д.В. Власов, А.В. Лясникова // Сборник трудов 1-го Международного форума (6-й Международной конференции) «Актуальные проблемы современной науки» Самара: РосМАН – с. 70-72
5. Лясникова А.В. Исследование свойств биоактивных порошковых материалов и плазмонапыленных покрытий на их основе при помощи анализатора изображений микроструктур АГПМ-6М / А.В. Лясникова, Е.Ю. Сюсюкина // метод. указания к выполнению лабораторных работ. Саратов: СГТУ – 15с.

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДДЕРЖКИ  
УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ РЕГИОНА**

**Маслобоев А. В., Быстров В. В.** (*г. Анапиты, ИИММ КНЦ РАН, лаборатория информационных технологий управления региональным развитием*)

An information technology for regional manpower security management support based on multiple application of the conceptual, system-dynamic and agent-based simulation methodologies has been developed. The technology provides manpower needs prediction and assessment on the basis of regional development scenarios simulation and allows regional labour-market problem areas analysis and identification.

В настоящее время Арктическая зона РФ является объектом сферы национальных интересов ведущих мировых держав, что ослабляет позиции присутствия РФ в Арктике, владеющей значительными ее территориями, и формирует вектор угроз национальным интересам РФ в этом районе: геополитическим, социально-экономическим, оборонным, демографическим и экологическим. Повышение интереса к Российской Арктике обуславливает высокую актуальность темы защиты интересов РФ в Арктической зоне и выводит задачу обеспечения глобальной безопасности развития арктических регионов России на передний план, позиционируя ее как самостоятельную научную проблему [1].

Согласно «Стратегии развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года» одной из важнейших задач управления рискоустойчивым развитием экономики арктических регионов является обеспечение их кадровой безопасности. Кадровая безопасность является одной из составляющих экономической безопасности, которая непосредственно влияет на глобальную безопасность развития региона наряду с другими видами региональной безопасности.

В ходе исследований разработана информационная технология поддержки управления кадровой безопасностью региона (на примере Мурманской области), основанная на комплексном применении методов концептуального, системно-динамического и агентного моделирования. Технология обеспечивает прогноз кадровых потребностей на основе моделирования вариантов развития региона, позволяет получить оценку вариантов удовлетворения кадровых потребностей и выявить проблемные зоны по обеспечению региона трудовыми ресурсами.

**Формализация задачи управления кадровой безопасностью**

Формализация задачи управления кадровой безопасностью регионального развития проводилась с применением методов концептуального моделирования и системного анализа. Для описания

предметной области была построена концептуальная модель (КМ), а для представления основных зависимостей между компонентами КМ использовались диаграммы причинно-следственных связей.

Впервые введено понятие кадровой безопасности развития региональных социально-экономических систем, которое в рамках данного исследования определяется как комплекс организационных мер и средств информационной поддержки, направленных на управление кадрами с точки зрения выявления проблемных зон в кадровой обеспеченности предприятий региона и выработку рекомендаций по устранению нежелательных эффектов проводимой кадровой политики на всех уровнях принятия решений.

КМ разработана в терминах теоретико-множественных операций с элементами математической логики. Модель отражает классический подход к управлению и может быть представлена в виде тройки множеств:

$$KM = \langle O, S, R \rangle,$$

где  $O$  - множество объектов управления;  $S$  - множество субъектов управления;  $R$  - множество отношений между элементами множеств.

Множество объектов управления определяется набором подмножеств:

$$O = \langle ES, MP, RF, Pop, PB \rangle,$$

где  $ES$  (*education system*) - система образования региона, куда входят все региональные учебные учреждения и организации переподготовки кадров, дающие определенную квалификацию (профессию);  $MP$  (*manpower*) - потенциальные трудовые ресурсы, накапливающие всех людей обладающих различными рабочими квалификациями и способными выступать на региональном рынке труда;  $RF$  (*redistribution fund*) - фонд перераспределения трудовых ресурсов;  $Pop$  (*population*) - население региона, отражает демографические процессы, протекающие в регионе;  $PB$  (*production branch*) - отрасли производства, содержащие производственные объекты различных отраслей экономики.

Каждое из этих подмножеств детализировано и имеет свою собственную внутреннюю структуру и завершается описанием объектов на уровне конкретных системно-динамических шаблонов и параметров агентов. В атрибутах объектов модели отражена региональная специфика.

Множество субъектов управления  $S$  содержит перечень субъектов, которые принимают участие в управлении кадровой безопасностью, как в роли исполнителей, так и лиц принимающих решения.

На этапе системного анализа предметной области исследования рассмотрено четыре типа отношений  $R$ : 1) влияние конкретного субъекта управления на объект управления; 2) обратная связь объекта управления на субъект; 3) взаимодействие пары объектов между собой; 4) взаимодействие пары субъектов между собой. При необходимости данный

список может быть расширен в зависимости от задач, решаемых с помощью КМ.

### **Системно-динамическая модель регионального рынка труда**

На основе формальной модели управления кадровой безопасностью разработана системно-динамическая модель регионального рынка труда. При разработке данной модели учитывались следующие факторы, влияющие на кадровую безопасность региона:

- *экономические* (банкротство убыточных предприятий в регионе, 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);
- *техничко-технологические* (подготовка и переподготовка квалифицированных специалистов в регионе);

Разработанная системно-динамическая модель регионального рынка труда состоит из следующих основных блоков (подмоделей): 1) трудовые ресурсы (для каждой базовой отрасли региона); 2) система образования; 3) отрасль производства, в том числе предприятия и персонал; 4) население региона; 5) фонд перераспределения трудовых ресурсов.

Разработанная в ходе исследований имитационная модель позволяет оценить кадровую потребность различных отраслей народного хозяйства и перенасыщенность кадров отдельных категорий работников, а также уровень безработицы. Модель отражает специфику отраслевой направленности региона и может быть использована административным аппаратом органов исполнительной власти региона и отделами по управлению кадрами отдельных предприятий.

На основе применения мультиагентных технологий разработана агентная имитационная модель системы образования региона, которая предоставляет данные для системно-динамической модели регионального рынка труда, а именно формирует поток кадров для рынка труда. В свою очередь потребности регионального рынка труда передаются в качестве параметров в модель системы образования.

### **Технология поддержки управления кадровой безопасностью**

Для поддержки принятия решений в области региональной кадровой политики разработана информационная технология поддержки управления кадровой безопасностью региона, представляющая собой интеграцию комплекса имитационных моделей и специального программного обеспечения (Рис. 1).

Комплекс имитационных моделей служит средством апробации различных управленческих решений в области кадровой политики отдельных предприятий базовых отраслей экономики Мурманской области

(горнодобывающая, химическая, транспортная, сфера обслуживания и другие). Основной задачей комплекса моделей является получение прогнозов различной временной перспективы (краткосрочных и среднесрочных) потребностей региональной экономики по каждому виду специализации работников и трудовых ресурсов, подготовленных и переподготовленных региональной системой образования и подготовки кадров.



Рис. 1. Технология поддержки управления кадровой безопасностью региона

Для решения задач согласования имитационных моделей между собой и автоматизации процесса обработки и анализа результатов моделирования необходимо специальное программное обеспечение. В ходе исследований спроектирован макет данного программного комплекса и реализованы его базовые функциональные компоненты. Комплекс программ включает в себя:

- 1) приложения, обеспечивающие организацию взаимодействия между компьютерными моделями, реализованными в среде агентного имитационного моделирования Anylogic;
- 2) программы, выполняющие автоматизированный синтез моделей из шаблонов и анализ результатов моделирования.

Отличительной особенностью разработанной технологии является использование имитационного моделирования как инструмента прогнозирования для задач управления кадровой безопасностью региональной экономики. Созданные имитационные модели содержат ранее не учитывающиеся в существующих исследованиях по рассматриваемой проблематике блоки, имитирующие такие процессы как формирование запросов к системе образования и формирование кадровых потребностей различных отраслей за счет динамики (возникновения, банкротства, инновационного развития) предприятий региона.

Технология предназначена для ускорения процесса формирования аналитической информации для принятия решений в области управления подготовкой и перераспределением рабочих кадров в соответствии с потребностями региональной экономики, а также позволяет оценить потенциальные возможности региональной системы подготовки кадров.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 12-07-00138-а).

### **Литература**

1. Маслобоев, А.В. Интегрированная информационно-аналитическая среда поддержки управления региональной безопасностью: этапы и технологии реализации / А.В. Маслобоев, В.А. Путилов // Труды Института системного анализа РАН.- 2012.- Т.62.- №3.- С. 61-73.

**МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**Маслобоев А. В., Богатиков В. Н.** (г. Апатиты, ИИММ КНЦ РАН, лаборатория информационных технологий управления региональным развитием)

A method for integrated assessment of regional socio-economic system security based on global security integral index synthesis and analysis has been proposed. The method provides a possibility to formalization and computational solution of regional security adaptive management trajectory synthesis problems, adequate regional development strategies, within the multidimensional criteria space.

Основной задачей управления глобальной безопасностью развития социально-экономических систем (СЭС) является своевременное определение угроз безопасности функционирования этих систем и анализ причин их возникновения, которые приводят к кризисным ситуациям [1]. Для того чтобы иметь возможность выявить возможные угрозы и оценить потенциальные риски еще на ранней стадии их возникновения, необходима комплексная количественная оценка безопасности.

Модели оценки состояний безопасного функционирования, как и устойчивого развития, сложных динамических систем характеризуются совокупностью частных критериев, зачастую несогласованных и находящихся во взаимном противоречии друг с другом, когда улучшение по одному из показателей ведет к ухудшению по другому и наоборот, и удовлетворение требованиям всех критериев невозможно. Кроме того, установлено, что критерии, а также ограничения формулируются весьма нечетко. В таких условиях поиск эффективных решений по синтезу траекторий безопасного развития региональных СЭС невозможен без учета «нечеткой» качественной информации о предпочтениях различных критериев, о желаемом характере процессов развития – росте или уменьшении соответствующих параметров, о диапазоне их изменения. В связи с этим, задача оценки состояний безопасного функционирования региональных СЭС в многомерном пространстве критериев – это нечеткая многокритериальная задача. Поиск интегрального критерия глобальной безопасности развития СЭС регионального масштаба и выражающих его показателей упирается в сложность, а иногда и невозможность количественного измерения уровня устойчивости социально-экономического развития.

Учитывая данные обстоятельства, в ходе исследования предложено оперировать специальными методами, позволяющими оценить различные аспекты региональной безопасности, связанные со структурными сдвигами в экономике, экологии и социальной сфере региона, в качестве которых

используются математические методы оценки, основанные на применении теории нечетких множеств [2], позволяющей формализовать субъективные данные и на этой основе получить согласованные количественные оценки. Использование математического аппарата теории нечетких множеств для моделирования СЭС и процессов, а также управления их безопасным функционированием основывается на том, что представление о состоянии объекта является размытым, и не существует четкой границы между переходами из состояния в состояние. При этом состояние объекта управления оценивается также по значениям переменных состояния, описывающих данный объект. Определение состояния объекта управления осуществляется на основе применения оценки, которая интерпретируется как степень нечеткого равенства текущего состояния некоторому эталонному состоянию.

В работе исследованы проблемы и методы оценки показателей устойчивого развития СЭС, общепринятые в отечественной и зарубежной практике, и варианты их адаптации к задачам управления глобальной безопасностью развития региональных СЭС. Исследования показали, что на сегодняшний день разработано множество разнообразных систем показателей устойчивого развития регионов, отличающихся друг от друга как по количеству индикаторов, так и по степени их адаптации к различным условиям. Не все из них являются пригодными для применения в любой ситуации, для любых регионов. Поэтому целесообразно использовать системный подход для обеспечения системной согласованности основных составляющих, индикаторов и критериев глобальной безопасности регионального развития.

Предложена многоуровневая система качественных и количественных показателей (индикаторов) безопасности для каждой из составляющих глобальной безопасности развития региона, основанная на комплексном подходе к выбору частных показателей и методах многомерного сравнительного анализа. Систему образуют разнотипные индикаторы, влияющие в комплексе на глобальную безопасность развития региональной СЭС, которые можно условно разделить на две группы: внешние и внутренние. Установлено, что на факторы внешней среды региональная СЭС оказывать прямого воздействия не может, а, значит, должна к ним адаптироваться. Факторы внутренней среды - экономические, социальные, экологические, техногенные - являются управляемыми, воздействуя на них, можно управлять глобальной безопасностью развития региона. Для предложенной многоуровневой системы качественных и количественных критериев оценки состояний безопасности развития региональных СЭС разработаны нечеткие вычислительные модели входящих в нее показателей безопасности функционирования этих систем. Программная реализации созданных



моделей выполнена в среде MatLab с использованием встроенного инструментария разработки нечетких моделей FuzzyTech [3].

Вместе с тем, в рамках исследования предложено обоснование применения и механизм адаптации общепринятой методологии оценки состояний надежности функционирования сложных технических (промышленных) систем [4] (Рис. 1) для решения задач оценки глобальной безопасности развития СЭС регионального масштаба. В результате, для задач синтеза траекторий адаптивного управления регионом, адекватных стратегиям регионального развития, разработана методика комплексной оценки безопасности региональных СЭС, основанная на формировании и анализе интегрального индекса глобальной безопасности по совокупности частных показателей. Методика обеспечивает возможность формализации и численного решения задач синтеза траекторий безопасного функционирования этих систем в многомерном пространстве критериев.

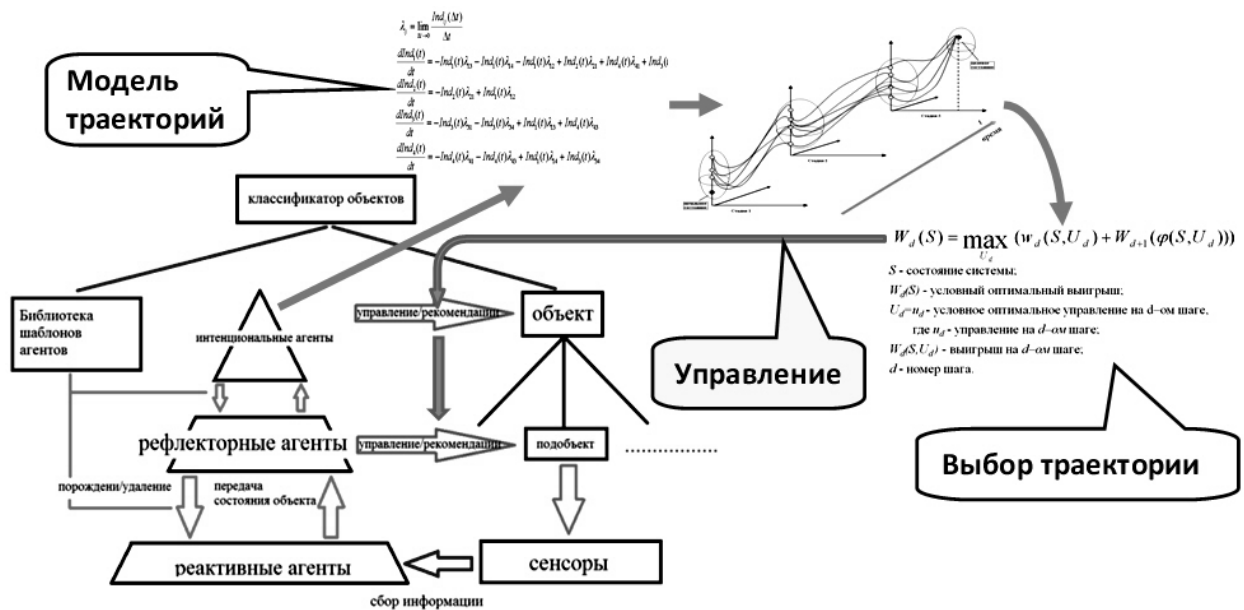


Рис. 1. Структура технологии управления безопасностью сложных промышленных систем

Методика реализуется в несколько этапов (Рис. 2):

- 1) выделение существенных с точки зрения процесса управления показателей для различных видов безопасности региона, адекватных реализуемой стратегии социально-экономического развития региона;
- 2) определение области безопасного функционирования СЭС региона на выбранном цикли развития для каждой составляющей глобальной безопасности, характеризующейся набором показателей;
- 3) на основе анализа статистических данных и экспертных оценок вычисление центра безопасности (определение наиболее безопасного состояния системы);
- 4) определение индекса безопасности, представляющего собой количественную оценку, характеризующую удаленность текущего

состояния системы на исследуемом цикле развития от состояния, характеризующего центр безопасности;

5) свертка критериев оценок анализируемых видов безопасности, полученных на предыдущих этапах, и вычисление интегрального индекса глобальной безопасности системы;

6) анализ полученного интегрального индекса глобальной безопасности СЭС и синтез траекторий управления ее безопасным развитием;

7) повторный анализ реализуемой стратегии социально-экономического развития региона на основе синтезированных траекторий управления.



Рис. 2. Методика комплексной оценки безопасности региональных СЭС

Разработанная методика может быть использована в составе интеллектуальных систем поддержки принятия решений в сфере прогнозирования и стратегического планирования безопасного развития региональных СЭС.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 12-07-00138-а).

### Литература

1. Маслобоев, А.В. Обеспечение глобальной безопасности регионального развития (постановка задачи) / А.В. Маслобоев, В.А. Путилов // Труды Института системного анализа РАН.- Т.59.- М.: Кранд, 2010.- С. 29-44.

2. Богатиков, В.Н. и др. Приложения метода разделения состояний к управлению технологической безопасностью на основе индекса безопасности. - Тверь: изд-во ТвГТУ, 2009.- 398 с.

3. Леоненков, А. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTech / А. Леоненков.- СПб.: БХВ-Петербург, 2003.- 736 с.

4. Новые технологии диагностики состояний и управления безопасностью промышленных процессов: методическое руководство для аспирантов и магистерских работ / Б.В. Палюх, В.Н. Богатиков, А.Г. Олейник, В.В. Алексеев, А.Е. Пророков.- Тверь: изд-во ТвГТУ, 2012.- 64 с.

## **ИМИТАЦИОННЫЙ ПОДХОД К МЕТОДОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО СОСТАВА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ И ОБУСТРОЙСТВА НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**Пичугин Д. А.** (*г. Астрахань, АГТУ, кафедра «Судостроение и энергетические комплексы морской техники»*)

The methodology of definition of optimum structure of a complex of means with use of a method of genetic algorithms is offered. The complex of techniques by definition of cost of construction of fleet, influence of parameters of courts on their economic parameters is developed. The imitating model of definition of structure of a complex of means is developed.

Основным исполнителем работ на всех этапах освоения морских нефтегазовых месторождений являются суда и плавучие технические средства нефтегазопромыслового флота (НППФ). НППФ для добычи полезных ископаемых с шельфа Каспийского моря представляет собой сложную морскую региональную транспортную систему, элементы которой рассредоточены на небольшой территории и связаны между собой и с внешней средой сложными динамическими и стохастическими связями. Параметры и состав флота взаимосвязаны таким образом, при котором изменение одного ведет к изменению многих других. Это выдвигает ряд первоочередных проблем, связанных с научно-обоснованным развитием структуры НППФ и системы его взаимодействия, исходя из стоящих перед ней задач.

Строительство и проектирование комплексов технических средств по добыче углеводородов требует совершенствования методологии его формирования. В настоящее время существует достаточно методик по определению качественного и количественного состава комплексов. Но в связи с тем, что в течение времени разработки месторождения потребность состава таких комплексов изменяется, то необходимо рассматривать эту задачу с учетом динамики добычи углеводородов [1]. В общем случае исследуемая система содержит ряд элементов, обладающих неопределенностью. В силу этого необходимо выявить закономерность протекания процессов функционирования. Задача прогнозирования эффективной работы комплекса не поддается адекватной формализации, поскольку содержит элементы неопределенности, не формализуемые традиционными математическими методами.

Сложные в техническом отношении и дорогостоящие этапы освоения морских нефтегазовых месторождений включают комплекс взаимосвязанных этапов. По классификации принято выделять семь основных этапов, представленных в таб. 1. Для каждого из них характерны

специфические технология и оборудование, а также комплекс технических средств [2].

Таблица 1. – Соответствие этапов освоения месторождений и комплекса технических средств

<b>Этап</b>	<b>Стадии</b>	<b>Комплекс технических средств</b>
Поисковые научно-исследовательские работы	Региональные геолого-географические работы	Геолого-геофизический комплекс
	Поиск залежей нефти и газа	Поисково-разведочный буровой комплекс
Разведочное бурение	Разведка нефтяных и газовых месторождений. Подготовка их к разработке	Поисково-разведочный буровой комплекс
Строительство сооружений на шельфе	Строительство оснований буровых скважин	Комплекс строительства платформ
Эксплуатационное бурение	Строительство эксплуатационных скважин	Комплекс обустройства
Обустройство промысла	Монтаж объектов обустройства	То же
Эксплуатация месторождения	Добыча углеводородов с последующей транспортировкой из района добычи	Эксплуатационный комплекс
Демонтаж объектов	Прекращение эксплуатации	Комплекс ликвидации

Из вышесказанного становится видно, насколько специализированными по функциям и многочисленными по количеству являются суда, с помощью которых обеспечивается разведка, обустройство и эксплуатация месторождений. Следует отметить, что современные суда НГПФ по возможности имеют несколько функциональных назначений.

Для решения задачи оптимизации качественного состава комплекса используются генетические алгоритмы, которые позволяют получить результат с заданной точностью и с меньшими затратами машинного времени. Расчет потребности судов НГПФ следует вести по годам, в соответствии с генеральной схемой освоения акваторий (или лицензируемого участка), устанавливающей очередность ввода месторождений в эксплуатацию. Расчет по годам позволит установить динамику численности и номенклатуры судов, что дает возможность заранее предусмотреть дальнейшее использование высвобождающихся

судов по назначению, или, в противном случае, продажу или реконструкцию (исключительно в отдельных случаях).

Безусловно, поскольку сама генеральная схема многовариантна, такие расчеты могут быть также многовариантными, что позволит установить или выбрать оптимальный вариант. Под областью искомых решений понимается множество параметров системы, входящих в модель функционирования нефтегазопромыслового флота. В качестве функции используются суммарные приведенные затраты, которые складываются из капитальных, эксплуатационных и сопряженных затрат, т.е. решение задачи имеет вид

$$F(X) \rightarrow \text{extr}$$

где  $F$  – функционал;  $X$  – область искомых решений;  $\text{extr}$  – экстремум (принимает в зависимости от решаемой задачи минимальное или максимальное значение).

Это выражение реализуется с учетом ограничений и граничных условий. Поиск экстремума можно осуществлять соответствующими математическими методами. В качестве метода поиска экстремума предлагается использовать метод генетических алгоритмов (ГА) [2].

ГА работает до тех пор, пока не будет выполнено заданное количество генераций или на некоторой генерации будет получено решение заданного качества или возникнет преждевременная сходимость, когда найден локальный оптимум и ГА не может найти из него выход.

В отличие от других методов оптимизации ГА, как правило, анализируют различные области пространства решений одновременно и более приспособлены к нахождению новых областей с лучшим значениями целевой функции за счет объединения квазиоптимальных решений из разных популяций.

Таким образом, функционал необходимо представить в виде приведенных затрат, выраженных через характеристики судов и технических средств, входящих в комплекс. На основе анализа прототипов различных типов судов, входящих в состав НГПФ, получены зависимости основных характеристик судов от грузоподъемности, мощности, скорости и т.п., которые в дальнейшем используются при разработке математической модели.

Общепринятым является метод суммирования затрат по следующим статьям калькуляции:

- 1) материалы, полуфабрикаты, покупные изделия и оборудование;
- 2) заработная плата производственных рабочих и отчисления в социальные фонды;
- 3) общезаводские и общецеховые расходы (накладные расходы);
- 4) расходы на подготовку и освоение производства;
- 5) прибыль предприятия.

Стоимость материалов рассчитывалась следующим образом: корпус судна делился по статьям нагрузки (корпус, механизмы, устройства,

системы и т.д.) и через стоимость статьи нагрузки определялась стоимость материалов. Далее с учетом особенностей предприятия-претендента и серийности судов определялась удельная трудоемкость для рассматриваемой статьи нагрузки. Производство трудоемкости на заработную плату рабочих составляет фонд оплаты труда. Из проведенного анализа производственных мощностей предприятия определялись общезаводские, общецеховые и прочие расходы. Таким образом была получена зависимость капитальных затрат от размеров и типа судов.

Эксплуатационные затраты складываются из затрат по бункеровке, портовых и навигационных затрат, отчислений в резерв, а также амортизации. Эксплуатационные затраты напрямую зависят от параметров судна.

Сопряженные затраты складываются из стоимости прокладки подводных трубопроводов, стоимости выносных и точечных причалов, дноуглубительных работ, обустройства портов и т.п. Рассматривая в качестве портов различные варианты необходимо учитывать имеющуюся инфраструктуру и затраты, связанные с ее модернизацией.

Таким образом, получена зависимость приведенных затрат от основных характеристик судов, которая в общем виде имеет вид:

$$P_3 = \Sigma P(L, B, DW, V \dots)$$

где  $L$  – длина судна, м;  $B$  – ширина судна, м;  $DW$  – дедвейт, т;  $V$  – скорость судна, узлы.

Решение поставленной задачи осуществляется с помощью детерминированных и стохастических методов. Такой подход обусловлен особенностями функционирования флота в условиях действия случайных факторов и динамическим характером протекающих в нем процессов. В качестве основной привязки целесообразно использовать динамику добычи углеводородов.

При разработке морских месторождений основными грузами являются грузы, обеспечивающие ведение работ на платформе и добываемые углеводороды. Потребность в грузах на платформе зависит от глубины залегания пласта, количества скважин и скорости бурения. Динамика добычи углеводородов зависит от запасов, геолого-физических характеристик пласта и состава извлекаемых углеводородов.

Связав динамику добычи углеводородов с требуемыми запасами грузов на платформе, получим грузооборот для судов снабжения и танкеров.

На основании вышеизложенной методики была разработана программа расчета оптимального состава НГПФ с использованием метода генетических алгоритмов, которая позволяет определить изменение количественного и качественного состава нефтегазопромыслового флота с учетом динамики добычи углеводородов. Разработанная имитационная модель позволяет учитывать изменения транспортной обстановки на

Каспийском море и функционирования системы. Предлагаемая методика определения состава комплекса может использоваться и для других морских месторождений углеводородов как на ранних этапах освоения, так и в процессе эксплуатации.

### **Литература**

1. Гусейнов Ч.С., Иванец В.К., Иванец Д.В. Обустройство морских нефтегазовых месторождений: Учебник для вузов. – М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. – 608 с.

2. Пичугин Д.А. Применение метода генетических алгоритмов при выборе оптимального состава нефтегазопромыслового флота для месторождений каспийского моря // В сб.: Труды Пятой всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности. Т.2. С-Пб, 2011. С. 220-223.



## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССАМИ ДОСТУПА ПРИ ДИСТАНЦИОННОЙ АТТЕСТАЦИИ

Портнов К. В. (г. Самара, СамГТУ, кафедра Информационные технологии)

*Information processes are considered in the management of access in remote attestation for certification of specialists in different categories. The problems of such systems and variants of the formation of such systems in the form of client-server or web-application.*

Современное развитие общества постоянно предъявляет новые требования к специалистам в различных сферах деятельности. Меняются стандарты, разрабатываются новые технологии и в подобных условиях образование становится не разовой процедурой, а образом жизни.

Большой сектор образования занимает государственная аттестация и сертификация специалистов в разных сферах деятельности в которую входят руководители и специалисты опасных производств, специалисты по охране труда, специалисты по пожарной безопасности, адвокаты, нотариусы, аудиторы, бухгалтера, финансовые специалисты в отдельных сферах деятельности. Также подлежат обязательной аттестации обычные граждане реализующие свои права с сферах управления транспортными средствами, владением охотничьего оружия и оружия самообороны и т.п.

Подобные тенденции обуславливают актуальность использования информационных технологий, технологий дистанционного образования для дистанционной аттестации специалистов различных сфер.

Данная работа посвящена анализу процессов при дистанционной аттестации специалистов и разработке системы управления процессам доступа к базам данных при проведении дистанционной аттестации.

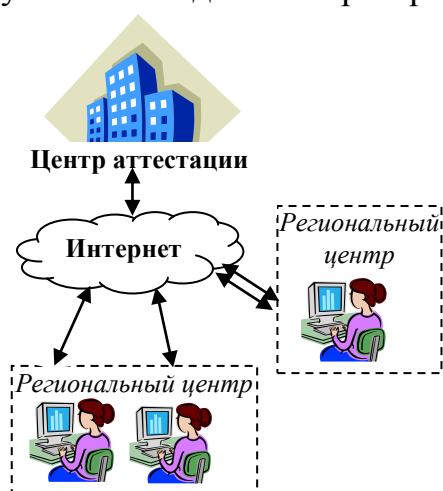


Рис.1 – Схема взаимодействия субъектов дистанционной аттестации

Таким образом можно выделить следующие субъекты в процессе дистанционной аттестации:

- Центр аттестации;
- Региональный центр аттестации (агент, партнер);
- Специалист желающий пройти аттестацию;

Схема взаимодействия основных субъектов процесса дистанционной аттестации будет выглядеть, как изображено на рисунке 1.

Основными функциями центра аттестации будет:

- Регистрация аттестуемых лиц;
- Обеспечение идентификации аттестуемых лиц;
- Предоставление доступа в регламентированное время к базе данных вопросов;
- Сбор результатов тестирования;
- Принятие решение о выдаче квалификационного аттестата.

Основными функциями региональных центров будут:

- Обучение аттестуемых лиц;
- Предоставления технических средств, для проведения аттестации;
- Контроль соблюдения регламента при аттестации;
- Автоматическая передача результатов аттестации в центр управления процессом аттестации
- Организация апелляционных процедур.

Организация дистанционных аттестаций подобным способом предоставляет также обучающимся с использованием технологий дистанционного обучения максимального удобства получения образовательных услуг, возможности прохождения обучения с минимальными материальными затратами за счет минимизации числа поездок в центры управления процессом аттестации (ВУЗы-партнеры) при обеспечении необходимых мер контроля и идентификации личности, гарантирующих самостоятельность прохождения аттестации.

Специалисты, желающие пройти дистанционную аттестацию, самостоятельно либо с помощью регионального центра изучают материал по темам, а затем оплатив услуги по организации проведения тестирования по курсу повышения квалификации, проходят процедуру регистрации в «центре аттестации» с выдачей данных индивидуального доступа к системе и назначения даты аттестации, по результатам которого выносится решение о выдаче сертификата, подтверждающего прохождение курса повышения квалификации. Проведенный анализ позволил формализовать процесс прохождения дистанционной аттестации, выделив основные документы, процедуры их обработки, необходимые базы данных, алгоритмизировать сам процесс.

Подобная модель подразумевает разработку «Центром аттестации» определенного регламента для своих партнеров (агентов), регулирующего, в частности, порядок прохождения аттестаций дистанционным режиме.

Рассматриваемую модель, предлагается реализовывать посредством клиент-серверных технологий, в которых серверной частью будет являться система, отвечающая за идентификацию тестируемых, обеспечению доступа к базе данных с вопросами и сбор данных о результатах тестирования. Клиентское приложение тогда выполняет функцию обеспечения доступа к процессу аттестации, визуальному представлению

вопросов, возможности введения ответов и передачи результатов. Взаимодействие этих частей возможно посредством локальной сети либо сети Интернет. В результате анализа разработана модульная архитектура подобного приложения, представленная на рисунке 2.

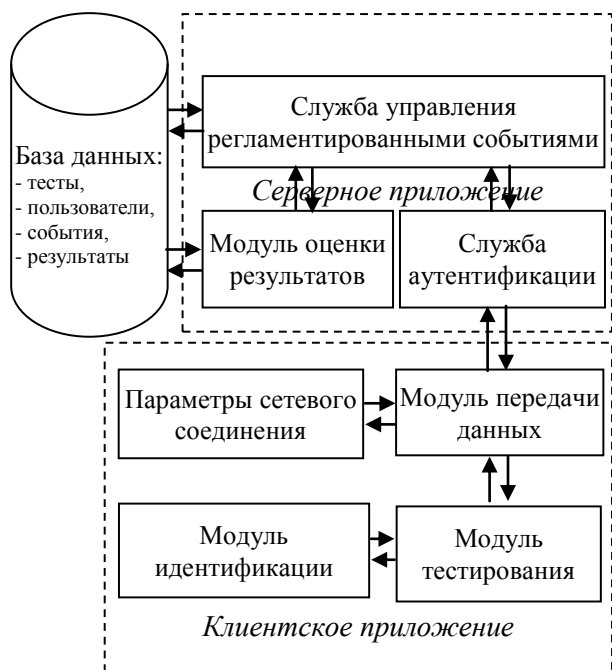


Рис.2. – Модульная структура информационной системы дистанционной аттестации

Функциями серверного приложения являются:

- Отслеживание и обработка входящих запросов;
- Отслеживание регламентированных событий и открытие доступа к базам данных в соответствии с данными о регламентированных событиях;
- Взаимодействие с базой данных;
- Прием-передача информации при взаимодействии с клиентским приложением;
- Фиксация результатов аттестации;

Функциями клиентского приложения являются:

- Идентификация пользователя;

- Прием-передача данных серверу;
- Представление полученных данных(билеты) и фиксация результатов;

Серверное приложение представляет собой резидентную программу (робот) отслеживающий регламентированные события и обеспечивающий доступ зарегистрированных соискателей в установленное время к установленной группе вопросов и последующую фиксацию результатов.

Клиентское приложение представляет собой обычную информационную систему организующий автоматизированный аттестационный процесс, основным отличием которого является обязательное взаимодействие с серверным приложением, посредством TCP/IP протокола.

Рассмотренная архитектура системы дистанционной аттестации, определяет обуславливает два варианта ее программной реализации в форме клиент-серверного приложения и в форме web-приложения. Принципиальные различия программной реализации в форме клиент-серверного приложения и web-приложения представлены на рисунке 3.

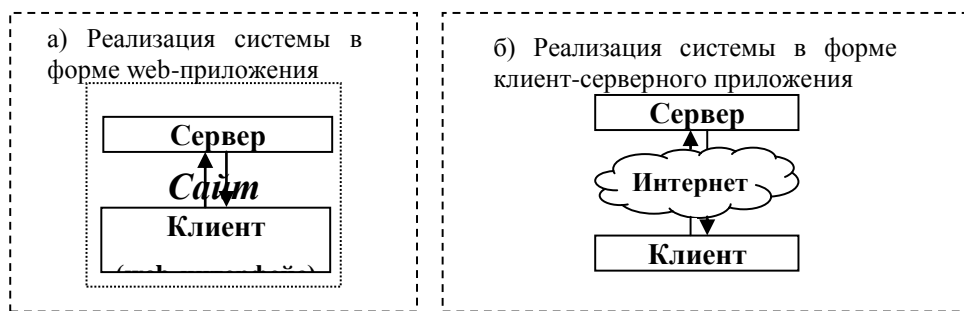


Рис.3. – Варианты реализации системы дистанционной аттестации

Реализация в форме клиент-серверного приложения, требует отдельной реализации клиентского, серверного приложения и базы данных. Подобная реализация требует установку серверного приложения и базы данных на сервере «Центра аттестации», а клиентское приложение устанавливается на компьютерах «регионального центра». Серверное приложение будет представлять собой резидентную программу-робот, управляющую взаимодействиями с базой данных и доступом зарегистрированных пользователей для обеспечения проведения регламентированных ранее событий в определенное время. Клиентское приложение реализуется в форме программы с удобным для проведения аттестации интерфейсом.

При реализации в форме web-приложения клиентская и серверная часть объединены в одно приложение, которое установлено только на сервере «Центра аттестации», в этом случае функции серверного приложения выполняют скрипты web-сайта, взаимодействующие с базами данных, а функцию клиентского приложения выполняют скрипты ориентированные на создание интерфейса, т.е. выводящие информацию в веб-браузер.

Реализация информационной системы в разных формах имеет свои преимущества и недостатки. На взгляд автора проекта, наиболее удобной, для большинства аттестационных процедур более удобна форма реализации web-приложением, т.к. снимает проблемы взаимодействия клиентского и серверного приложений в случае неправильного конфигурирование клиентского приложения в региональном центре. Однако данная форма реализации требует обеспечения услуг хостинга.

Последним этапом проектирования, информационной системы дистанционной аттестации стало определение сущностей для построения базы данных, их взаимосвязи и ключевых полей. Необходимыми сущностями являются: События; Участники(соискатели); Тесты; Вопросы; Результаты.

Одной из ключевых задач подобной системы дистанционной аттестации является идентификация личности аттестуемого, проходящего удаленное тестирование, для получения квалификационного сертификата. Одно дело если это студент, другое дело сертифицируемый специалист в

сфере промышленности от квалификации которого зависит безопасность не только промышленных объектов, но и людей. Существует ряд решений, однако ни одно из них не исключает фактов «мошенничества». Одним из таких решений является аппаратное и программное обеспечение, выполняющее идентификацию личности на основе верификации биометрических характеристик человека (отпечатков пальцев, геометрии руки, сетчатки глаза и пр.) или психофизических параметров. Однако все эти достаточно сложные и дорогостоящие методы обеспечивают правильный результат только в том случае, если в подделке личности не участвует сам обучаемый. Для России это особо актуально т.к. чаще сам аттестуемый участвует в обмане и пытается выдать чужие знания и навыки за свои, нежели подделка результатов аттестации без участия самого аттестуемого.

Построенная модель функционального взаимодействия пользователей системы дистанционной аттестации позволяет реализовать ее с использованием любого программного обеспечения, обеспечивающего создание клиент-серверных приложений, использующих базы данных. Разработанная система реализована автором посредством web-приложения для сервера Apache, с использованием языка perl, технологии разметки страниц html, стилей css и базы данных с использованием mysql в 2003 году.

### **Литература**

1. Открытое и дистанционное обучение: тенденции, политика и стратегии. – М.:Изд.ИИТ, 2004. – 139 с.
2. Bates A.W. (1995): *Technology, Open Learning and Distance Education*, London: Routledge.
3. Miller G. (1993): *Distance education encounters new technologies*. American Independent Study Newsletter, Fall 1993.

## **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКА И УТОЧНЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗЛОМОВ ПО ДАННЫМ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ МЕТОДОМ СПЕКТРАЛЬНОЙ ДЕКОМПОЗИЦИИ.**

**Трошин О.В.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ВМиПОЭВМ)

*В данной статье рассмотрена проблема поиска разломов при поисковых и разведочных работах на нефть и газ. Рассмотрены существующие методы поиска разломов по сейсмическим данным, проведено сравнение с методом спектральной декомпозиции.*

In the paper is discussed the problem of fault defining in oil and gas exploration works; review of the existing methods of fault identifying in seismic data and comparison to method of spectral decomposition.

### **Введение**

В течение последних десятилетий рост спроса на такие энергоносители как нефть и газ, и истощение сравнительно простых масштабных структурных залежей привели к необходимости поиска новых нетрадиционных резервуаров, для которых задача определения положения и геометрии разломов является серьёзной и актуальной. Существующие методы являются малоэффективными по причине большой трудоёмкости либо малой информативности. В рамках решения данной задачи внимание было обращено к математическим методам спектрального представления данных.

### **Сравнение существующих методов**

Задача определения положения разломов существует с тех пор, как возникла необходимость поиска глубинных залежей нефти и газа, что означает необходимость бурения глубоких скважин, стоимость которых достаточно велика. С целью минимизации рисков картирование разломов стало обязательным пунктом геологического задания на любом этапе поисковых работ.

Самым старым и распространенным методом является ручная интерпретация сейсмических профилей в случае двухмерных и направлений Inline/Crossline в случае трёхмерных работ. Существенным недостатком данной методики является субъективное мнение геофизика-интерпретатора, а так же колоссальные затраты времени для внимательной проверки всех сейсмических разрезов. С целью облегчения труда интерпретаторов были разработаны многочисленные методы, из которых наиболее известными являются расчёт атрибута когерентности, расчёт среднеквадратичной амплитуды, метод спектральной декомпозиции. Упомянутые методы широко известны, потому дадим лишь краткое их описание.

Атрибут когерентности является так называемым объёмным атрибутом, так как вычисляется по всему объёму данных: по всем

направлениям вычисляется сумма амплитуд, затем визуализируется соответствующим цветом. Строго говоря, полученный результат правильнее называть атрибутом некогерентности поскольку подчёркиваются некоррелируемые особенности волновой картины. Однако, атрибуты вычисляемые подобным образом имеют ограничения, связанные с разрешающей способностью сейсмического сигнала во временной области, а так же с выбором шага изменения направления вычисления суммы. Сравнение атрибута когерентности с результатом спектральной декомпозиции (рис. 1 [1]) позволяет достаточно определенно сказать о лучшем картировании разломов при помощи частотного разложения.

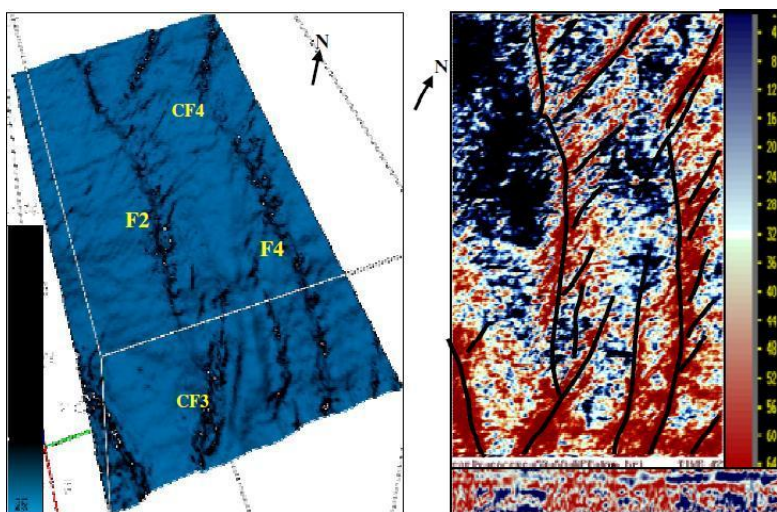


Рис. 1 Сравнение атрибута когерентности и результата частотного разложения

Кратко рассмотрим теорию метода спектральной декомпозиции. Сейсмический сигнал представляет собой некоторый волновой пакет, характеризующийся определённым частотным составом, который можно определить на основе преобразования Фурье. Каждая частотная составляющая имеет собственную длину волны и как следствие собственную разрешающую способность. Таким образом, анализируя волновую картину на различных частотах, мы можем подчёркивать структурные особенности различных масштабов.

Однако если произвести дискретное преобразование Фурье для всей трассы, то геологическая часть сигнала (коэффициенты отражений) будет представлять собой белый шум. Традиционно, для получения некоторой разрешённости по времени прибегают к использованию ФПКО (Фурье-преобразование в коротком окне). Такое преобразование позволяет получить локальную интерференционную картину, представляющую геологические особенности слоёв, охваченных окном.

Приведём пример по мигрированному сейсмическому кубу, полученному в результате съёмки на шельфе Норвегии. Рассмотрим временной срез на времени 2700 мс (рис.2), который, по сути, является

картой распределения амплитуд сейсмического отражённого сигнала по выбранной плоскости.

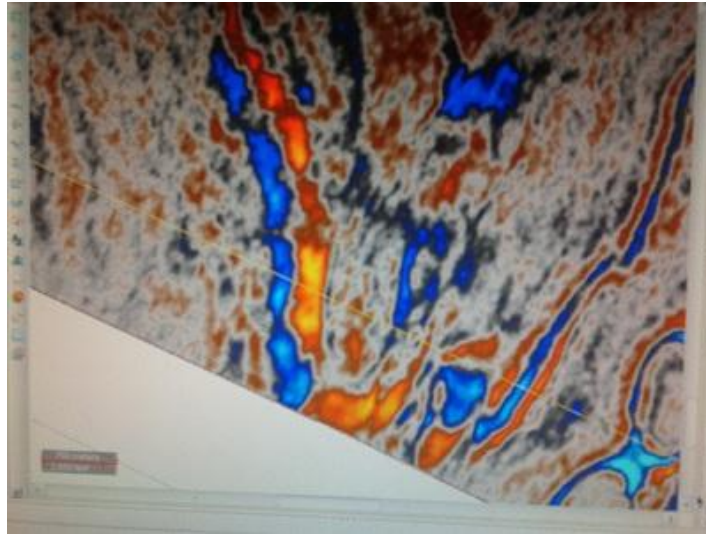


Рис.2. Временной срез 2700мс.

Приведём так же временной разрез этого куба по линии Inline 186, отмеченной на рисунке жёлтым цветом.

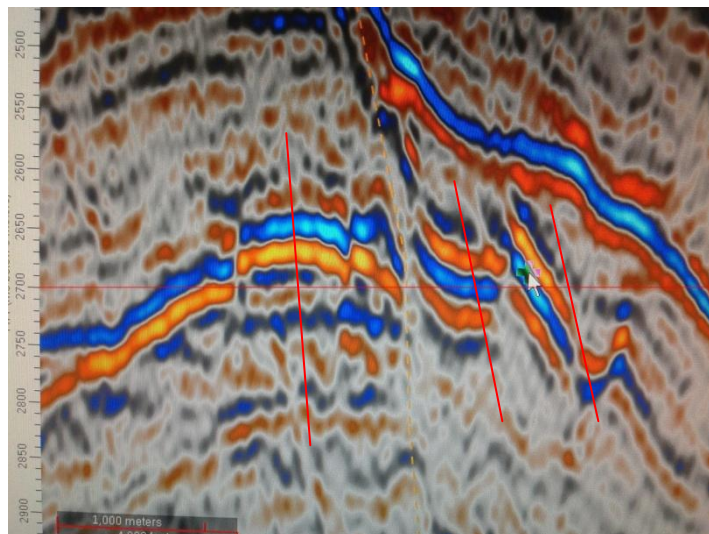


Рис.3 Временной разрез по линии Inline 186

Ярко выражены три плоскости разлома, отмеченные на рисунке красным цветом. Вычислим значение среднеквадратичных амплитуд по указанному срезу (рис.4а). Представленная картина даже менее информативна с целью выделения разломов, чем карта обычных значений амплитуд. Приведём так же результат спектральной декомпозиции на частоте 10 Гц (рис.4б). Даже при первичном осмотре очевидно, что выделение нарушенных зон по методу частотного разложения даёт значительно лучший результат. Соотнесём значения частотной амплитуды с сейсмическим разрезом (рис.5). Как видно, глобальные минимумы соответствуют различным разломам. Более того, помимо подтверждения



положения известных разломов (обозначены красным цветом), были получены данные о положении скрытых разломов, не проявляющих себя на данном времени, но прослеживающиеся на других временах.

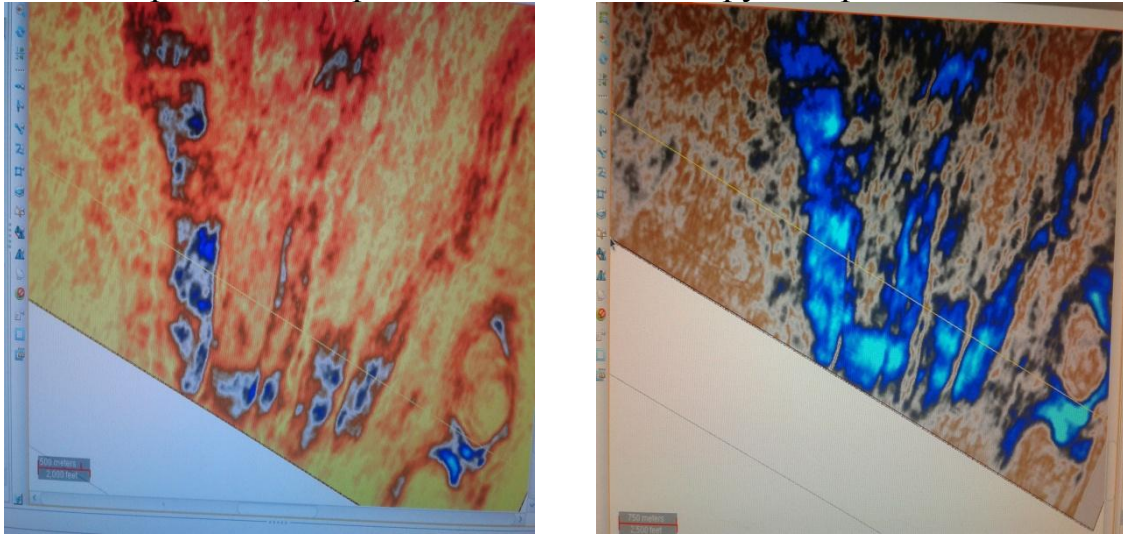


Рис. 4. а) карта среднеквадратичных амплитуд  
б) спектральная декомпозиция на 10 Гц

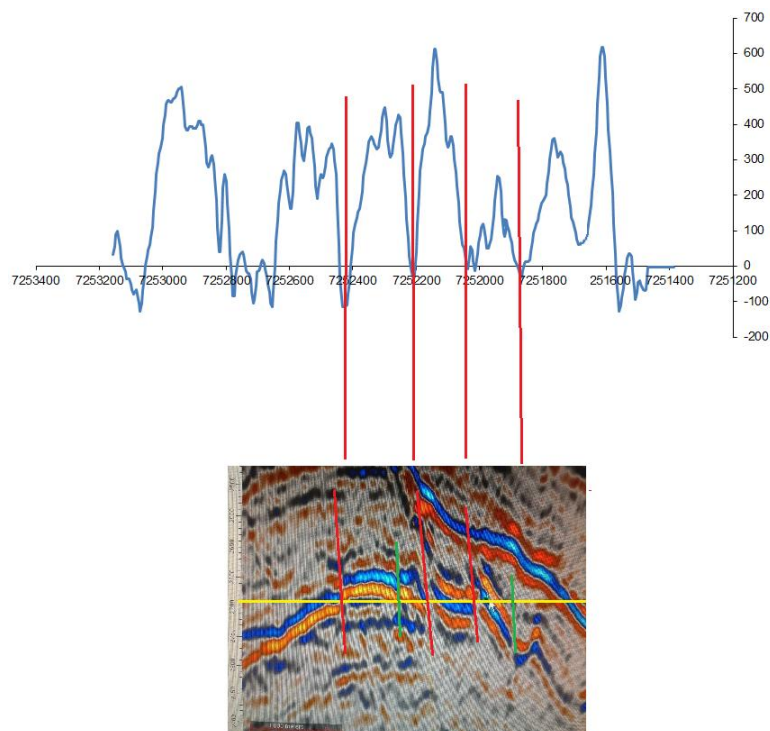


Рис.5. Соотношение частотных амплитуд и реального положения разломов

#### Заключение

Проведенное сравнение позволяет сделать вывод о целесообразности использования данного метода и разработке соответствующих критериев его применения при написании производственных интерпретационных отчётов, а так же необходимости дальнейшего исследования возможности

совершенствования разрешающей способности данного анализа, путём применения в качестве базиса разложения различных вейвлет функций.

#### Литература

1. Bahorich, M.S., Farmer, S.L., 1995, 3D Seismic coherency for faults and stratigraphic features: The leading Edge
2. Bahorich, M.S., Motsch, A., Laughlin, K., Partyka, G., January 2002, Amplitude responses image reservoir: Hart's E&P
3. Brown, A.R., 1996, Seismic attributes and their classification: The leading Edge
4. Marple, S.L., 1982, Frequency resolution of Fourier and maximum entropy spectral estimates: Geophysics
5. Partyka, G., Gridley, J., Lopez, J., 1999, Interpretational application of spectral decomposition in reservoir characterization: The leading Edge
6. Ralston, M., 2007, General method to reduce cross-term interference in the Wigner-Ville Decomposition: SEG/San Antonio
7. Spitzer, R., Strauss P., 2007, Spectral decomposition – a case study from the Vienna Basin: SEG/San Antonio

# Микробиология

## **ИЗУЧЕНИЕ РАЗНЫМИ МЕТОДАМИ ИССЛЕДОВАНИЙ МИКРООРГАНИЗМОВ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ ЯПОНСКОГО МОРЯ**

**Доровская Е. В., Шульгина Л. В., Лаженцева Л. Ю., Загородная Г. И.**  
(г. Владивосток, ФГУП «ТИНРО-Центр», лаборатория микробиологии)

Conducted sanitary microbiological evaluation of bivalves Japan Sea by culture on nutrient medium, and molecular biological methods. Found that the use of molecular biological techniques percentage allocation of sanitary-indicative, opportunistic pathogens and higher. Identified new species of enteropathogenic bacteria associated in bivalve molluscs.

В морской воде и гидробионтах прямое обнаружение санитарно-показательных и патогенных микроорганизмов очень затруднено, так как, находясь в экстремальных условиях, они изменяют свои свойства, в том числе культуральные [1]. В этой связи, многие микроорганизмы нередко не выделяются по классическим методам, ориентированным на культивирование из объектов наземного характера.

В странах, входящих в Евросоюз и ВТО, при санитарно-микробиологическом контроле биоресурсов и районов рыбохозяйственного водопользования используются современные молекулярно-биологические методы обнаружения микроорганизмов – критериев безопасности, достоверность которых при установлении родо-видовой характеристики составляет 100 %. Кроме того, в перечень контролируемых показателей входят морские эпидемически значимые виды микроорганизмов, которые необходимо будет определять и в нашей стране. В 90-х годах был создан общий международный банк данных нуклеотидных последовательностей (INSD) как культивируемых, так и некультивируемых микроорганизмов. Для этого используются пакеты программ FASTA [2] или BLAST [3].

В этой связи, для оценки безопасности водных биоресурсов и продукции из них в соответствии с требованиями Евросоюза и ВТО необходимы адаптация современных молекулярных методов идентификации загрязнителей водных биологических ресурсов и среды их обитания.

Целью настоящей работы явилось сравнительные исследования микроорганизмов, ассоциированных с дальневосточными двустворчатыми моллюсками, на основе традиционных микробиологических и молекулярно-биологических методов.

Объектами для исследования явились половозрелые особи промысловых двустворчатых моллюсков Японского моря, в том числе мерценарии, мактры, спизулы сахалинской, корбикулы японской, анадары Броутони, выделенные из них изоляты микроорганизмов и прокариотический нуклеотидный материал

Для проведения исследований были использованы молекулярно-биологический метод и классический микробиологический, основанный на выращивании микроорганизмов на питательных средах. При использовании молекулярно-биологического метода выделяли нуклеотидный материал микроорганизмов из беспозвоночных Японского моря, проводили идентификацию выявленных клонов по нуклеотидным последовательностям в соответствии с международной базой данных. Методом культивирования микроорганизмов на питательных средах устанавливали следующие санитарно-микробиологические показатели в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01: наличие определенных бактерий группы кишечных палочек (БГКП), золотистых стафилококков, сульфитредуцирующих клостридий, параземолитических вибрионов, бактерий рода сальмонелл и листерий.

После проведения анализов разными методами сравнивали полученные результаты, а именно устанавливали число проб, не соответствующие требованиям СанПиН по содержанию того или иного вида микробов в определенной навеске.

На рис.1 приведены полученные данные молекулярно-биологического метода по численности микробных нуклеотидных последовательностей, выявленных из двустворчатых моллюсков, проявляющих сходство с последовательностями международной базы данных.

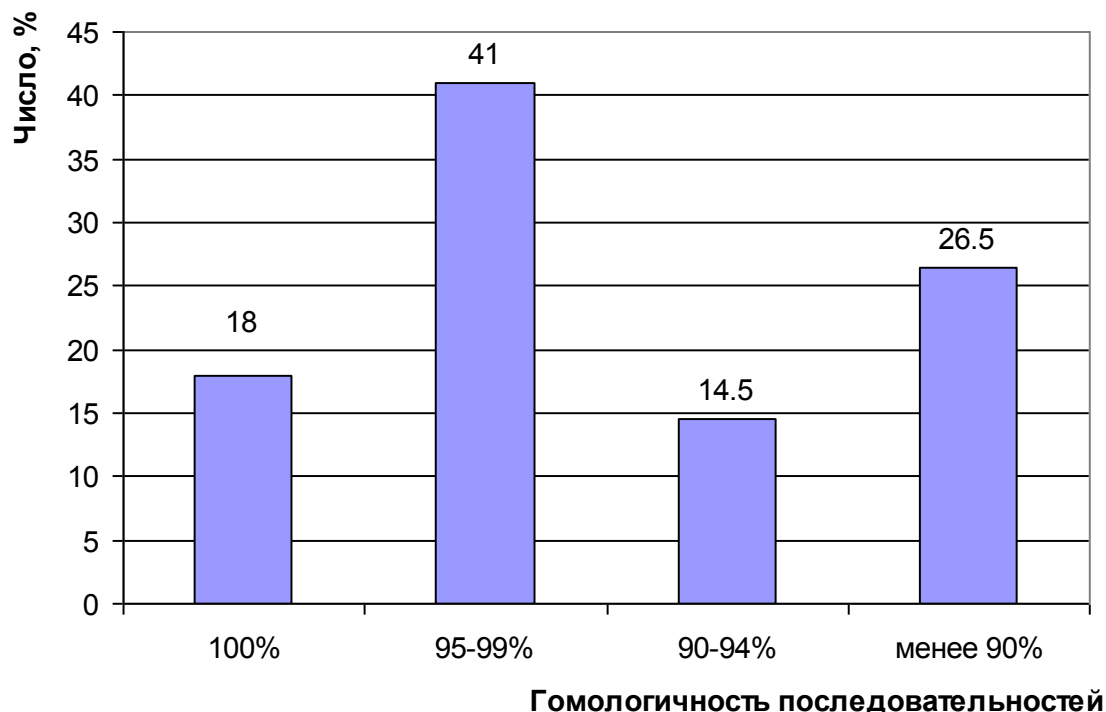


Рисунок 1. Гомологичность последовательностей исследованного нуклеотидного материала

Как видно, около 73,5 % фрагментов ДНК микроорганизмов из двустворчатых моллюсков имели высокую гомологичность нуклеотидных последовательностей – 90-100 %, в составе которых 18 % последовательностей имели 100 %-ную гомологию. Все микроорганизмы, составляющие группу санитарно-микробиологических критериев, имели гомологичность нуклеотидных последовательностей в пределах 95-100 %.

Санитарно-показательные микроорганизмы определялись в определенной навеске как при культивировании на питательных средах, так и молекулярно-биологическим методом. Однако, число проб, в которых обнаружены виды, входящие в группу критериев безопасности различались в зависимости от метода определения. При использовании молекулярно-биологического метода, условно-патогенные и патогенные микроорганизмы выявлялись значительно чаще (таб. 1).

Таблица 1 - Санитарно-микробиологическая характеристика двустворчатых моллюсков Японского моря

Объекты	Число проб, в которых обнаружены микроорганизмы в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01 (% от исследованных проб)											
	БГКП		S.aureus		дуцирующая клубцилла		Парагемол и-тический вибрион		Сальмонеллы		Листерии	
	К	Ф	К	Ф	К	Ф	К	Ф	К	Ф	К	Ф
Норматив. показатель	Отсутс. в 1,0 г		Отсутс. в 1,0 г		Отсутс. в 1,0 г		Отсутс. в 1,0 г		Отсутс. в 1,0 г		Отсутс. в 1,0 г	
Мерценария	20	70	0	20	60	100	0	20	0	0	0	20
Мактра	10	80	0	10	70	100	0	40	0	0	0	10
Анадара	30	90	10	30	60	100	0	70	0	10	0	20
Спизула	30	80	0	20	50	100	0	20	0	0	0	0
Корбикула	60	100	10	70	80	100	0	70	0	30	0	40

Примечание: К - метод культивирования,  
М – молекулярно-биологический метод

Анализ идентифицированных микробных видов, выявленных молекулярно-биологическим методом, показал, что микробные сообщества исследованных объектов характеризуются высоким разнообразием. Так, были выявлены виды бактерий, которые не обнаружены при выращивании на питательных средах традиционными методами культивирования. Они были представлены как резидентными морскими (собственными), так и транзиторными (проходящими) формами микроорганизмов. В составе бактериальных клонов исследованных объектов обнаружены представители санитарно-значимой микрофлоры, относящиеся к семейству

*Enterobacteriaceae*, в том числе *Escherichia vulneris*, *Enterobacter cancerogenus*, *Enterobacter amnigenus*. *Escherichia vulneris* относится к группе кишечных бактерий, представляет атипичный вид *Escherichia coli*, обладает патогенностью в отношении человека, характеризуется высокой резистентностью к антимикробным препаратам [4]. *Enterobacter cancerogenus* также относится к семейству кишечных палочек (*Enterobacteriaceae*), роду *Enterobacter*. Согласно сведений литературы, этот вид кишечной флоры представлен энтеротоксигенными формами, способными вызвать диарею у человека и животных вплоть до септического состояния [5]. *Enterobacter amnigenus* является также патогенным видом рода *Enterobacter* семейства *Enterobacteriaceae*. Кроме плазмокоагулирующего стафилококка *S. aureus* обнаружен стафилококк *Staphylococcus simiae*, представляющий собой штамм, входящий в вид *S. aureus* (99 % сходства), который является также патогенным [6,7].

Были выявлены и другие виды малоизвестных микроорганизмов, никогда не выявляемые в объектах морской среды. Это указывает на большое биоразнообразие микробных сообществ водных биологических объектов. Однако, основная часть этих микробных сообществ не выявляется традиционными методами исследований с использованием питательных сред для оценки качества сырья по микробиологическим показателям.

Таким образом, поскольку выявляемость микроорганизмов морской среды с использованием традиционных микробиологических методов очень низкая, то для достоверной санитарно-микробиологической оценки сырья из водных биоресурсов следует использовать наиболее современные методы исследований, в том числе молекулярно-биологический метод.

### Литература

1. Сомов Г.П., Литвин В.Ю. Сапрофитизм и паразитизм патогенных бактерий (экологические аспекты). – Новосибирск: Наука, 1988. – 208 с.
2. <http://www.ebi.ac.uk/fasta33>.
3. <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast>.
4. Anon, M. T., Ruiz-Velasco L. M., Borrajo E., Giner C., Sendino M., and Canton R.. *Escherichia vulneris* infection. Report of 2 cases // *Enferm. Infecc. Microbiol. Clin.*, 1993. - -Vol.11. – P. 559-561.
5. Abbott S., Murray R., Baron E. J., Pfaller M. A., Tenover F. C., Tenover R. H. *Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter and Serratia* // *Manual of clinical microbiology*. 7 th ed. – Washington: ASM Press, 1999. – P. 475-480.
6. Chikara Kaito, Kimihito Usui, Tatsuhiko Kyuma, Kazuhisa Sekimizu. Isolation of mammalian pathogenic bacteria using silkworms // *Drug Discoveries & Therapeutics*, 2011. – Vol. 5(2). – P. 66-70.

7. Pantůček Roman, Sedláček Ivo, Petráš Petr et al. *Staphylococcus simiae* sp. nov., isolated from South American squirrel monkeys // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology (IJSEM), 2005. - Vol. 55, № 5. – P. 1953-1958



## ВЛИЯНИЕ АРОМАТИЗИРОВАННОГО ПРЯНОСТЯМИ МАСЛА НА ОСТАТОЧНУЮ МИКРОФЛОРУ КОНСЕРВОВ ИЗ МОРЕПРОДУКТОВ

Лаженцева Л. Ю.<sup>1</sup>, Шульгина Л. В.<sup>2</sup>, Шульгин Ю. П.<sup>3</sup> (г. Владивосток, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз», кафедра пищевой биотехнологии<sup>1</sup>, ФГУП «ТИНРО-Центр», лаборатория микробиологии<sup>2</sup>, ДВФУ, кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации<sup>3</sup>)

The influence of the oil extract of spices on the residual microflora of canned seafood. The addition of an oil extract of spices in canned seafood contributes significantly reduced the number of spore-forming bacteria *B. subtilis* after sterilization, resulting in maintaining the quality of the product during storage.

Стерилизация пищевого сырья при получении продуктов длительного срока хранения является одним из наиболее надёжных технологических способов, обеспечивающих снижение числа или гибель возбудителей порчи и заболеваний человека. Промышленная стерильность консервов из морских объектов гарантируется предварительной разработкой режимов стерилизации, при обосновании которых учитывается термоустойчивость тест-микроорганизмов *Clostridium sporogenes*-25. Вместе с тем, известно, что часть спорообразующих клеток рода *Bacillus* (*B. subtilis*) при стерилизации консервов способны выживать и оставаться в жизнеспособном состоянии на протяжении всего срока хранения промышленно стерильных консервов [1-3]. Согласно СанПиН 2.3.2.1078-01, *B. subtilis* допускается в составе «остаточной» микрофлоры стерилизованных консервов, но число их в стерилизованных консервах группы А не должно превышать 11 клеток в 1 г продукта. Однако, наличие таких микроорганизмов, даже в покоящемся состоянии, влияет на качество консервов, а именно приводит к «старению» продуктов, особенно белковых, а снижение численности спорообразующих клеток *B. subtilis* или их полное отсутствие в промышленно стерильных консервах из рыбы и нерыбных объектов будет способствовать сохранению качества продуктов, в том числе их белкового компонента.

В литературе последних десятилетий отсутствуют новые сведения о каких-либо веществах или технологических приёмах, позволяющих качественно снизить термоустойчивость спорных микроорганизмов в стерилизуемых продуктах, не снижая активную их кислотность. С учётом этого, очень актуален поиск технических приёмов, позволяющих достоверно снизить термоустойчивость микроорганизмов в пищевых средах без регулирования кислотности, сократить излишнюю термическую нагрузку на продукты при стерилизации, но при этом гарантировать их промышленную стерильность. Ранее [4] нами было установлено, что

масляные экстракты пряностей, используемых в технологии рыбных продуктов проявляют выраженные антимикробные свойства, в том числе спорцидные. Например, экспериментально установлено, что растительное масло, ароматизированное корицей достоверно снижает термоустойчивость споровых бактерий *Cl. sporogenes*-25 [5].

В связи с этим, было изучено влияние пряно-масляных экстрактов на остаточную микрофлору и качество белков в консервах из морепродуктов, что явилось целью настоящих исследований.

Для этого были изготовлена группа консервов из морепродуктов с добавлением растительного масла в стеклянных банках массой нетто 110 г. В контрольные образцы вносили растительное масло, в опытные - пряно-масляный экстракт, представляющий собой это же масло, но ароматизированное пряностями [4]. Стерилизовали консервы в воде с противодавлением (0,18 МПа) по разработанным режимам, приведенным в таб. 1. Охлаждение консервов осуществляли водой с противодавлением. Как видно, использование масляного экстракта пряностей в качестве заливки способствовало снижению термоустойчивости спор тест-штамма *C. sporogenes*-25, величине нормативного стерилизующего эффекта для консервов и продолжительности стерилизации.

Таб.1 – Научно-обоснованные режимы стерилизации контрольных и опытных образцов консервов из морепродуктов

Наименование консервов	Консервы с добавлением					
	растительного масла			пряно-масляного экстракта		
	$F_n$ , усл. мин.	время стерилизации, мин	$F_{ф.}$ , усл. мин.	$F_n$ , усл. мин.	время стерилизации, мин	$F_{ф.}$ , усл. мин.
Спизула подкопченная в масле	5,28	20-50-20	6,9	4,64	20-45-20	5,8
Осьминог в масле	5,28	20-50-20	6,9	4,50	20-45-20	5,68
Ассорти из подкопченных морепродуктов в масле	5,28	20-50-20	6,9	4,72	20-45-20	5,87
Кукумария подкопченная в масле	6,27	20-55-20	8,23	4,93	20-45-20	5,77

В контрольных и опытных консервах до и после стерилизации определяли число выживших клеток *B. subtilis*. В таб. 2 показано, что до стерилизации общее число бактерий составляло в среднем  $320 \pm 64$  клетки в 1 г продукта. После стерилизации все консервы были промышленно стерильны. Вместе с тем, в консервах с растительным маслом оставались

жизнеспособные клетки *B. subtilis*, число их несколько колебалось в зависимости от компонентного состава продуктов. В консервах с добавлением пряно-масляного экстракта бациллы не были обнаружены.

Таб. 2 - Влияние масляного компонента на численность *B. subtilis* в консервах из морепродуктов в масле

Наименование консервов	Число клеток <i>B. subtilis</i> в 1 г содержимого консервов		
	до стерилизации	после стерилизации	
		контрольных	опытных
Спизула подкопченная в масле	$2,46 \times 10^2 \pm 1,8 \times 10^2$	9±4	0
Осьминог в масле	$0,92 \times 10^2 \pm 0,3 \times 10^2$	3±1	0
Ассорти из подкопченных морепродуктов в масле	$3,2 \times 10^2 \pm 2,7 \times 10^2$	13±4	0
Кукумария подкопченная в масле	$1,09 \times 10^2 \pm 0,8 \times 10^2$	7±3	0

Поскольку одним из показателей сохранности пищевой ценности продукта при стерилизации является термopовреждение белков, оказывающее влияние на их усвояемость, то нами было изучено качество белкового компонента продукта методом биотестирования с использованием инфузорий [6]. Результаты исследований консервов после 6 мес. хранения приведены на рис.1.

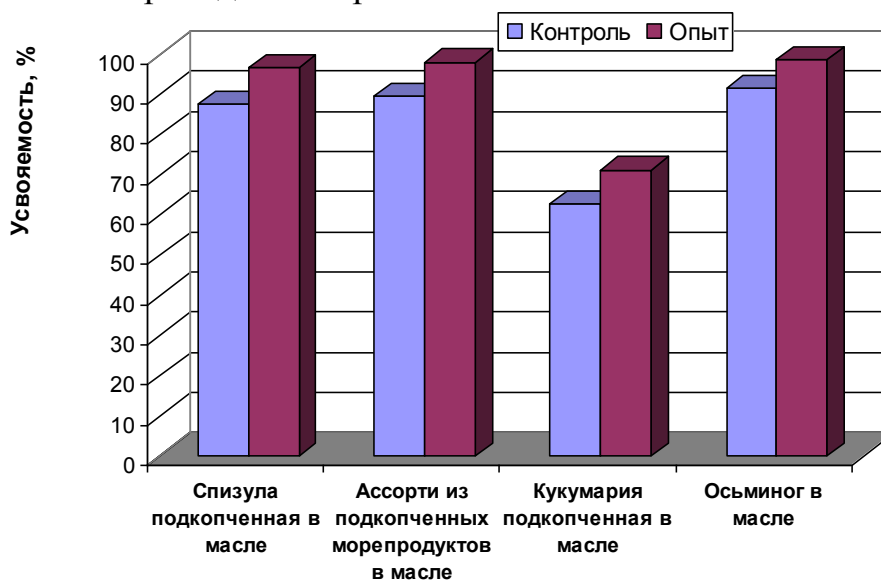


Рис. 1. Усвояемость белкового компонента в консервах из морепродуктов с добавлением подсолнечного масла (контроль) и пряно-масляного экстракта (опыт)

Как видно, замена растительного масла пряно-масляными экстрактами сопровождалась увеличением доступности белкового компонента продуктов, в том числе у консервов «Спизула подкопченная в масле» - на 10,1 %, «Ассорти из подкопченных морепродуктов в масле» - на 8,5 %, «Кукумария подкопченная в масле» - на 8,6 %. Не исключено, что на усвояемость белка в консервах из морепродуктов с добавлением пряно-масляного экстракта оказывают положительное влияние непосредственно минорные жирорастворимые компоненты пряностей.

Таким образом, экспериментально установлено, что растительное масло после экстрагирования в нем пряностей, при добавлении в консервы из морепродуктов, способствует достоверному снижению численности спорообразующих бактерий *B. subtilis* после стерилизации и сохранению качества продуктов в процессе хранения.

### Литература

1. Дутова Е.Н., Гофтарш М.М., Призренова И.И., Сазонова А.С. Техническая микробиология рыбных продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 272 с.
2. Мазохина-Поршнякова Н.Н. Анализ и оценка качества консервов по микробиологическим показателям /Н.Н. Мазохина-Поршнякова, Л.П. Найденова, С.А. Николаева, Л.И. Розанова. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 471 с.
3. Сыромятникова М.Г. Методы микробиологических и санитарных исследований рыбных продуктов. – Владивосток: Дальневосточное книжное из-во, 1964. – 160 с.
4. Патент РФ № 2427277. Способ получения пищевого масла / Авторы: Лаженцева Л.Ю., Шульгина Л.В., Шульгин Р.Ю., Ким Э.Н. Оpubл. 27.08.2011, Бюл. № 24
5. Лаженцева Л.Ю. Влияние масляного экстракта корицы на термоустойчивость спорных микроорганизмов – возбудителей порчи консервов // Научные труды Дальрыбвтуза, 2011. - Том 24. – С. 146-151.
6. Шульгин Ю.П., Шульгина Л.В., Петров В. А. Ускоренная биотис оценка качества и безопасности сырья и продуктов из водных биоресурсов. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2006. – 131 с.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ СЕВОБОРОТОВ В ОПТИМИЗАЦИИ МИКРОБОЦЕНОЗОВ ПОЧВ**

**Смирнова Е. Б., Решетникова В. Н., Занина М. А., Семёнова Н.Ю.**  
(г.Балашов, БИ СГУ, кафедра Биологии и методики ее преподавания)

At selection of cultures and construction of crop rotations on chernozems it is necessary to consider formation and functioning microbocenoses under grain crops for optimization of a biological order and preservations of fertility of chernozems.

В настоящее время сельхозпроизводители насыщают севообороты наиболее выгодными для хозяйства культурами, что приводит к частому возврату на одно и то же поле одной культуры, это вызывает нежелательные процессы в микробоценозах почв. Именно микрофлоре принадлежит ведущая роль в минерализации растительных остатков, что в конечном счете формирует основной фактор плодородия – гумус [1 – 4].

Опыты проводились в СПК «Ветельный» Балашовского района Саратовской области в 2010 – 2012 гг. Почвы – чернозем обыкновенный. Содержание гумуса в пахотном слое составляет – 5,8 %; азота – 112 мг/кг; фосфора – 77 мг/кг; калия – 155 мг/кг почвы.

Исследования проводились под посевами озимой пшеницы (сорт Ершовская 11), гречихи (сорт Девятка), просом (сорт Золотистое) без внесения удобрений. Микробиологические исследования проводили по методике Звягинцева (1991), Теппер (2004).

Полевые культуры по чувствительности к бессменному возделыванию делят на три группы: сильно-, средне- и слабореагирующие [2]. Нами были взяты гречиха и озимая пшеница как среднереагирующие и просо как сильнореагирующая культура на бессменные посевы.

В результате исследований мы выяснили, что под бессменной гречихой происходит увеличение зимогенной группировки микроорганизмов и уменьшение доли автохтонной микрофлоры. При этом в зимогенной группировке возрастает роль микроорганизмов, ассимилирующих органические формы азота, обладающих набором протеолитических ферментов, способных вызывать мацерацию корневых систем, а также актиномицетов, свидетельствующих о накоплении труднорастворимых соединений в бессменных посевах. Следует отметить, что в севообороте численность грибов была в 2 раза выше, чем в монокультуре, и характеризовалась большим разнообразием: выявлены грибы из родов *Mucor*, *Rhizobium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Penicillium*. В монокультуре грибы представлены только родом *Penicillium*, среди которых много фитотоксичных и патогенных форм.

Исследования почвы под посевами озимой пшеницы, также относящейся к среднереагирующим культурам, убедительно показали, что к каждой культуре следует подходить с учетом ее биологических особенностей. Формирование микробного ценоза в посевах озимой пшеницы происходит иначе, чем под гречихой, что объясняется, конечно, специфическими корневыми выделениями, химическим составом растительных остатков и особенностями роста и развития этой культуры в системе севооборота. В отличие от гречихи, в бессменных посевах озимой пшеницы происходило уменьшение доли зимогенной группировки микроорганизмов до 65,7 % и увеличение доли автохтонной – до 34,3 %. В зимогенной группировке, как и под гречихой, отмечался рост актиномицетов. Микрофлора характеризовалась однообразием. В основном выделялись грибы из рода *Penicillium*. Снижалась доля целлюлозоразлагающих микроорганизмов, численность азотобактера уменьшалась в 4 раза. Развитие нитрификаторов происходило на уровне контроля, то есть севооборота.

Микробиологические исследования, выполненные под посевами проса, сильно реагирующего на бессменный посев, свидетельствует, что микробный ценоз в почве претерпевал заметные изменения по сравнению с другими изучавшимися культурами. В бессменном посеве проса в 2,6 раза увеличивалась часть микробного ценоза, участвующая в минерализации гумусовых соединений, в 1,8 раза – в иммобилизации минерального азота; снижалась доля гетеротрофной микофлоры, растущая на мясо–пептонном агаре и использующая органические формы азота. Увеличивалась глубина минерализации свежих растительных остатков. Численность нитрификаторов снижалась в 2,5 раза, в силу, как уже указывалось выше, иммобилизации минерального азота группой микроорганизмов, усиливающих именно эти формы, так как численность в 1,8 раза выше в бессменных посевах, чем в севообороте. Это подтвердилось и динамикой развития микроорганизмов в севообороте и бессменной культуре. Численность азотобактера в севообороте была на 20,5 % выше, чем в бессменных посевах в среднем за вегетацию. Анализ динамики под бессменными посевами показал, что она адекватна динамике грибов в севообороте: высокая численность в начале, затем спад и подъем к концу вегетации (табл.). Таким образом, проведенные исследования подтвердили важное значение севооборотов для микробиологических процессов в почве. Роль севооборотов в указанных процессах проявляется не только в качестве поступающих в почву органических остатков, но и в формирующихся при этом микробных ассоциациях, определяющих специфику трансформации органических субстратов.

Таблица

**Структура микробного ценоза чернозема обыкновенного при возделывании культур в севообороте и бессменно в слое почвы 0 – 20 см (2010 – 2012 гг.)**

Культура	Способ возделывания	Все го клеток в 1 г абсолютн о сухой почвы, млн.	%						
			ПА	АА	Актино- м ицеты	Цел люлозо разл агаю-щие	Имо- г енная	ВТО- г хтон- ная	
Г речиха	С	98,0	0,9	6,4	,3	4	0,2	1,8	8,2
	Б	75,3	1,7	6,0	,2	6	0,4	4,3	5,7
О зимая пшениц а	С	62,8	5,4	7,6	,8	4	0,4	8,2	1,8
	Б	92,5	0,2	8,9	,3	6	0,3	5,7	4,3
П росо	С	69,9	4,5	4,9	,2	5	0,3	4,9	5,2
	Б	132,4	1,8	3,5	,2	5	0,1	0,6	9,3

\*С – севооборот, Б – бессменная культура

В связи с изложенным необходимо отметить важность оптимизации структуры чередования культур в севооборотах (особенно таких групп как бобовые, зерновые колосовые, пропашные), которая позволяет с минимальными затратами минерального азота получать высокие урожаи возделываемых культур.

#### Литература

1. Звягинцев, Д. Г. Перспективы развития почвенной биологии //Труды Всерос. конф. «Перспективы развития почвенной биологии». М.: Макс Пресс, 2001. С. 10 – 21.
2. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д. Г. Звягинцева. М.: МГУ, 1991. С. 30 – 32.
3. Нарушев, В.Б. Инновационные технологии управления формированием продуктивности агроценозов: Учеб. пособие. – ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2010. – 71 – 74.
4. Теппер, Е. З. Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии. М.: Дрофа, 2004.С. 149 – 205.

## **Spatial distribution of trophic groups of bacteriobenthos on the littoral of the Kola Bay**

**Baryshnikova N., Makarevich E.** (Murmansk, MSTU, Department «Microbiology and Biochemistry»)

*Abstract.* Distribution of bacteriobenthos depends on abiotic and biotic factors. The results of research can be used for development the perspective techniques for monitoring changes in natural biocenosis influenced by anthropogenic pressures and natural changes in environmental conditions of Arctic region.

One of actual problems of oceanology is detection of regularities and formation of mechanisms spatial heterogeneity in distribution of abiotic and biotic characteristics of marine ecosystems.

Knowledge about the distribution bacteriobenthos is actual both with scientific and with practical point of view.

Establishment of quantitative dependences on distribution bacteriobenthos from abiotic and biotic factors of the environment opens perspectives for development of techniques of the forecast of possible changes of natural biocenoses under the influence of anthropogenic factors and natural changes of conditions of the environment and for the solution of questions about rational use and the protection of natural waters.

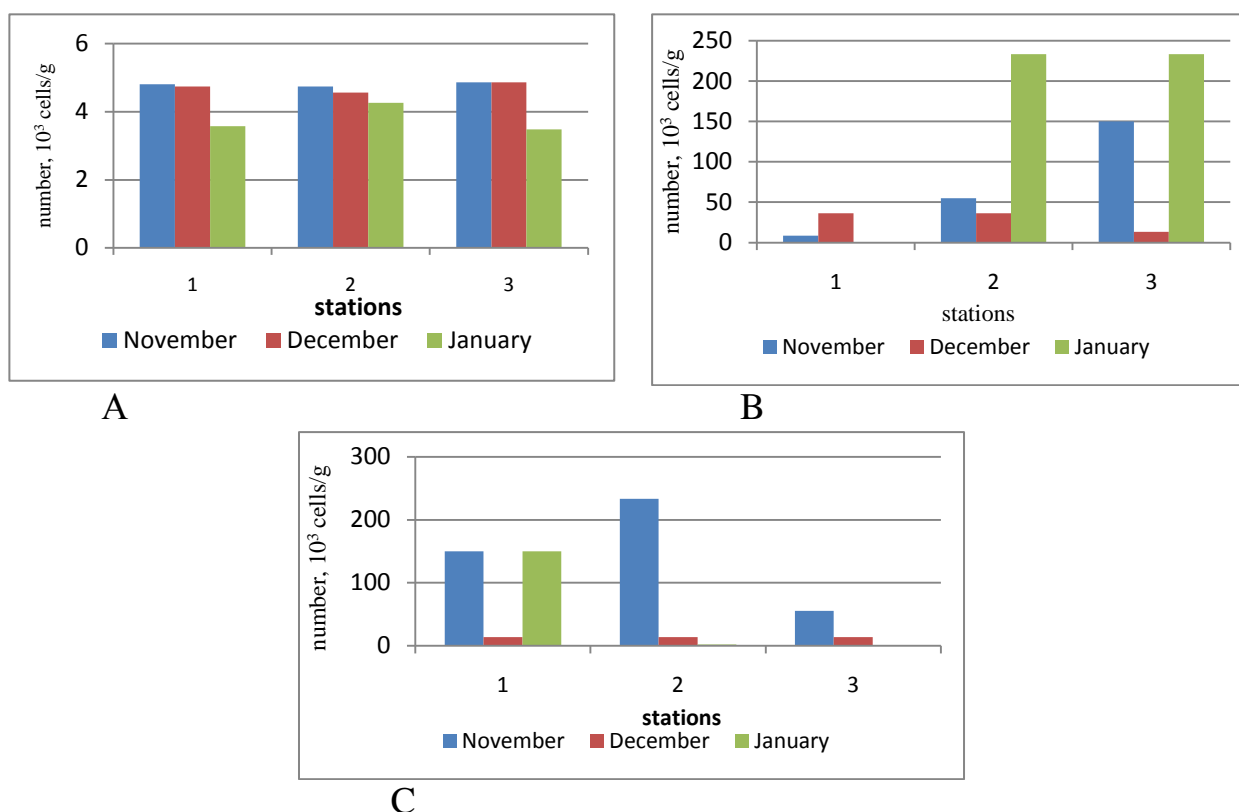
In the article is described a picture of spatial distribution of trophic groups bacteriobenthos and are discussed their relationship to abiotic environmental factors.

The Soil were culled at the three stations of the littoral of the Kola Bay: Cape Prityka (Station 1), Abram-Cape (station 2), Belokamenka cove (station 3). In parallel with this were took measurements of temperature, salinity, pH, BOD<sub>5</sub>.

For identification and the accounting of bacteria of various trophic groups were used nutritious medium: contain up to 50 mg of organic substance in 1 litre for oligotrophic microorganisms [4]; contain 2 and more grams of organic carbon in 1 litre for the accounting of eutrofnic bacteria [3,5]; FPB diluted 10 times for the accounting of mezotrophic microorganisms.

The investigation of the number of trophic groups bacteriobenthos showed wide variability and mosaic for the entire observation period.





Pic.1. Distribution of oligotrophic (A), mesotrophic (B), eutrophic(C) microorganisms on the researched station in the winter hydrological period.

The number of eutrophic group bacteriobenthos changed from  $2,85 \times 10^2$  cells/gram to  $1,5 \times 10^5$  cells/gram.

The maximum number of eutrophic microorganisms were in November at the station 2 ( $5,51 \times 10^4$  cells/gram) and at the station 1 ( $1,5 \times 10^5$  cells/gram) and the minimum of this index was on the station 3 in January. In the winter hydrological period the number of mezotrophic microorganisms varied at the limits from  $2,8 \times 10^2$  cells/gram to  $2,33 \times 10^5$  cells/gram. The maximum of quantity of this group is noted at the stations 2 and 3 in January. The minimum index of number of this group noted at the station 1.

In the observation period the number of oligotrophic microorganisms in samples of soil are characterized by low index compared with eutrophic and mesotrophic microorganisms.

Spatial distribution of oligotrophic bacteria was characterized by existence of the same sites with the maximum density of bacterial population, as the distribution of mezotrophic bacteria. Limits of fluctuation of oligotrophic group of bacteriobenthos at the station 3 are constitute from  $3 \times 10^3$  cells/gram to  $7,38 \times 10^4$  cells/gram; at station 2 – from  $1,81 \times 10^4$  cells/gram to  $5,51 \times 10^4$  cells/gram; at station 1 – from  $3,8 \times 10^3$  cells/gram to  $6,42 \times 10^4$  cells/gram.

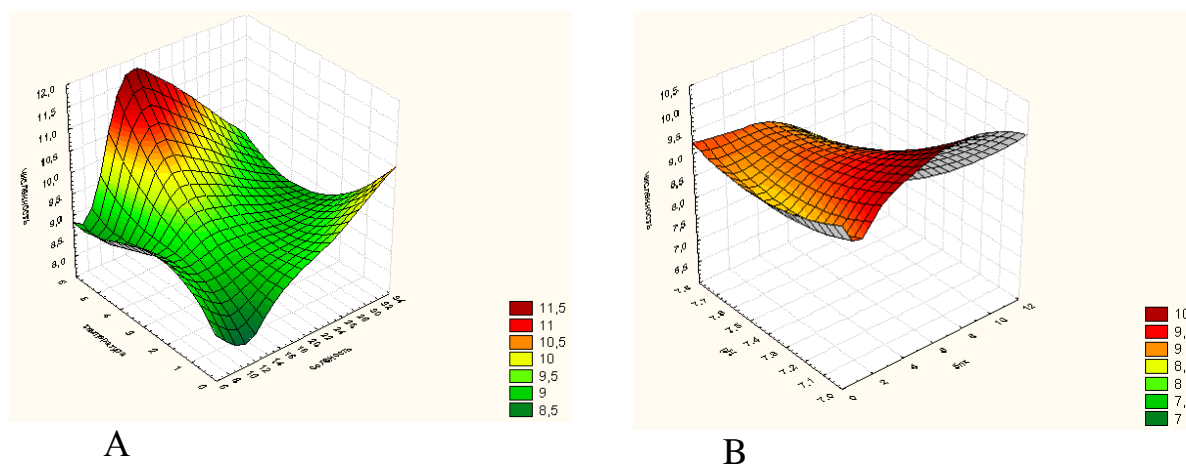
Numerical advantage in favor of the eutrophic and mesotrophic group of microorganisms testifies to presence of easily oxidized organic substance at large numbers. Eutrophic group of microorganisms has significant potential adaptations to environmental factors. A.Savichev and D. Nikitin proved by

experimental that eutrophic microorganisms have higher potential of adaptation. It allows them to actively develop and dominate in cenosis [1].

Development of bacterial community determined, by a complex of abiotic factors. Environmental factors have the most essential impact on the number of bacteria [2].

Average temperature of water during the study period were minimum in December ( $0,6 \pm 0,5$  °C) and is maximum in November ( $3,7 \pm 1,4$  °C). Salinity of water masses varied from 7 to 32 ‰, depending on the location of stations. During observations concentration of the dissolved oxygen changed in the range  $5,32 - 8,9$  mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>.

The organic substances which be in natural conditions were in water collapse bacteria, thus on oxidation the oxygen dissolved in water is consumed. During the research the dates of BOD<sub>5</sub> fluctuated ranging from 0,4 to 3,2 mg/l.



Pic. 2. Changes of total number bacteriobenthos, temperatures, salinity (A) and BOD<sub>5</sub>, pH (B).

For studying of communications of components of ecosystem were made investigation with using correlation. The number of eutrophic, mezotrophic, oligotrophic groups of bacteriobenthos and a some of abiotic factors of ecosystem are analyzed by us.

Results of the correlation analysis between the number of analysis groups bacteriobenthos and hydrological-chemical parameters were ambiguous.

Direct link of number of mezotrophic bacteria with temperature ( $R=55$ ) and with pH of the water masses ( $R=0,45$ ), feedback with salinity of the water masses ( $R = -0,78$ ) of is noted.

For total number of bacteriobenthos direct link with temperature ( $R=0,43$ ) and feedback with salinity ( $R = -0,39$ ) is noted. The number of bacteriobenthos increases with temperature, decreases with salinity. Significant correlation communications for TNB with BOD<sub>5</sub>, and pH aren't revealed (pic. 2).

The correlation communication with salinity for microorganisms in water ecosystems is a straight line, and for water ecosystems with regularly desalination water this communication the return.

So, the number of bacteria depends on set of action of a complex of factors, each of which is important part of ecosystem.

### References

1. Байтаз, В.А. Морфометрия клеток бактериопланктона Баренцева моря / В.А. Байтаз, О. Н. Байтаз, И.Е. Мишустина // Докл. АН – Т. 343, № 6.- 1995 – С.78–82
2. Ильинский, В. В. Бактериопланктон прибрежных и открытых вод бухты Ардли и сопредельных акваторий (остров Кинг-Джордж, Антарктида): состав и динамика численности в период с марта по октябрь: Тез.науч.конф. 21 декабря 1999 / Ильинский В. В. // Проблемы экологии и физиологии микроорганизмов. – М.:Изд-во МГУ, 2000. – С. 63.
3. Akagi Y., Taga N., Simidu U. Isolation and distribution of oligotrophic marine bacteria// *Can. J. Microbiol.* - 1977. - V. 23, N 8.- P. 981-987.
4. Tyler, P.A. Form and function in manganese oxidizing bacteria / P.A. Tyler, K.C. Marshall // *Arch. Microbiol.*, 1967. - V. 56. - P. 344-353
5. Yanagita T., Ichikawa T., Tsuji Y., Kamata K., Ito K., Sasaki M. Two trophic groups of bacteria, oligotrophs and eutrophs: their distributions in fresh and sea water areas in the central northern Japan// *J.Jen. Appl. Microbiol.* - 1978.- V. 24. - P. 59-88.

## РЕПРОДУКТИВНЫЙ ЦИКЛ ГОЛОТУРИИ CUCUMARIA FRONDOSA БАРЕНЦЕВА МОРЯ В ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД

Быкова А. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии и биохимии)

**Актуальность работы.** Голотурии входят в состав большинства бентосных сообществ и играют в них доминирующую роль. Велика экологическая роль голотурий, они оказывают мощное воздействие на биопереработку органического материала на дне моря. Во избежание подрыва ресурсов и нарушения целостности донных сообществ необходимым аспектом является изучение репродуктивной биологии вида.

Эти животные играют важную роль в хозяйственной деятельности человека. Их используют в качестве пищевых продуктов, которым приписывают не только гастрономические, но и лечебные качества. Установлено, что органы и ткани *C. frondosa*, как и у других видов голотурий, содержат большой спектр ценных биологически активных веществ, которые обладают противоопухолевой, антимикробной активностью, им присущи иммуномодулирующие и радиозащитные свойства. Концентрация и сезонные изменения химических соединений тесно связаны с динамикой и интенсивностью гаметогенетических процессов. Поэтому при проведении работ по разработке биотехнологии получения и использования БАВ необходимой основой является знание особенностей функционирования репродуктивной системы вида в разные сезоны года [4].

**Цели и задачи работы.** Цель исследований состояла в изучении репродуктивного цикла на примере особенностей оогенеза промысловой голотурии Баренцева моря в *летне-осенний период*.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- изучить морфологию гонад и клеточный состав половых трубочек;
- выявить стадии зрелости гонад кукумарии;
- исследовать сезонную динамику развития гонад.

**Материалы и методы.** В основу настоящей работы положены материалы, собранные в различных районах Баренцева моря (рис. 1) научно-промысловыми рейсами ПИНРО и рыболовецкими судами в различные сезоны. Выбор станций обусловлен массовыми скоплениями кукумарии в данных районах. Отлов животных производили путем драгирования и траления на глубинах 76-180 метров. Материал фиксировали в 4% и 10%-растворах формалина.

При камеральной обработке у каждой особи определяли длину и массу кожно-мышечного мешка; описывали морфологию гонад: цвет,

длину, массу, общее количество половых трубочек, а также число тонких, средних и толстых трубочек.

При исследовании репродуктивного цикла и стадий зрелости гонад использовали морфометрический и гистологический анализы.

У каждой самки отбирали 10-20 трубочек гонады, в каждой трубочке просматривали три участка (по 1 см): концевой, средний и основание трубочки. Измерение диаметра и подсчет разных категорий ооцитов проводили под биноклем при помощи окуляр-микрометра. Значения диаметра ооцитов группировали в размерные классы с интервалом 200 мкм. Развитие гонад классифицировали в 5 стадий.

Для гистологического исследования также использовали основание, средний и концевой сегменты половой трубочки. Парафиновые срезы толщиной 6-8 мкм окрашивали гематоксилином и эозином, заключали в консервирующую среду "пертекс" или канадский кедровый бальзам. Полученные препараты просматривали под микроскопом БИОЛАМ при увеличении 10×8, 10×40 и с помощью окуляр-микрометра измеряли диаметр половых клеток разных генераций. Для получения снимков с гистологических препаратов применяли микроскоп фирмы "МИКМЕД" с комплектом визуализации – оптическим адаптером и цифровой камерой.

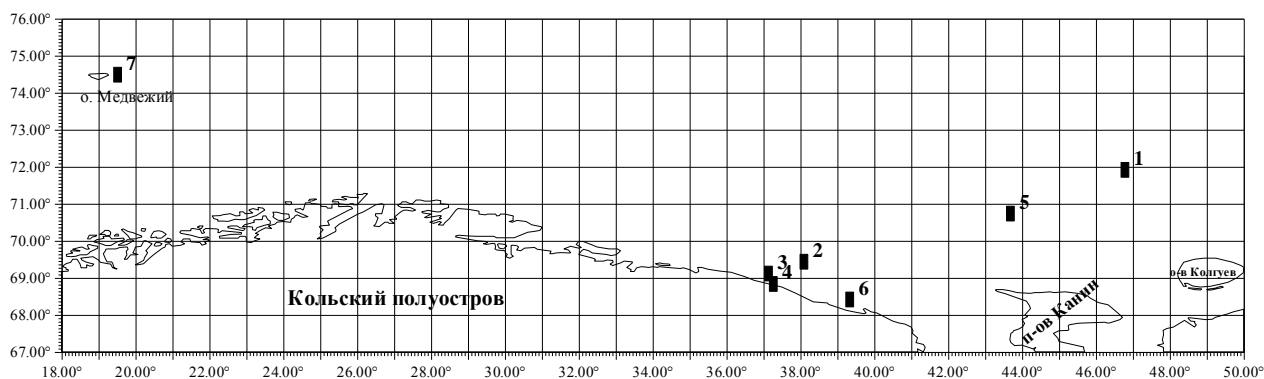


Рис. 1. Станции отбора проб *Cuscutaria frondosa*:

1. Северный склон Гусиной банки; 2. Мурманское мелководье; 3. Западный Прибрежный район; 4. Семиостровский район; 5. Северо-Канинская банка; 6. Святоносский район; 7. Восточный склон Медвежинской банки

Для гистологического исследования также использовали основание, средний и концевой сегменты половой трубочки. Парафиновые срезы толщиной 6-8 мкм окрашивали гематоксилином и эозином, заключали в консервирующую среду "пертекс" или канадский кедровый бальзам. Полученные препараты просматривали под микроскопом БИОЛАМ при увеличении 10×8, 10×40 и с помощью окуляр-микрометра измеряли диаметр половых клеток разных генераций. Для получения снимков

с гистологических препаратов применяли микроскоп фирмы "МИКМЕД" с комплектом визуализации – оптическим адаптером и цифровой камерой.

В основном голотурии *C. frondosa* раздельнополые животные. Голотурии имеют непарную гонаду, которая состоит из двух пучков длинных и многочисленных разветвленных и неразветвленных трубочек, заполняющих почти все свободное пространство полости тела. Определить пол особи по внешнему виду невозможно.

В период интенсивного развития гаметогенеза и во время нереста пол легко идентифицировать по цвету гонад после вскрытия. У самцов они бледно-фиолетовые или розовые, у самок – темно-коричневые или бордово-оранжевые. Мужские гонады часто имеют утолщения и перетяжки различной формы и размера.

Нами при изучении гонад самок кукумарины Баренцева моря в репродуктивном цикле выделено 5 стадий развития: восстановления, роста, созревания, зрелости и посленерестовая. Необходимо отметить, что границы между стадиями определяются условно и перекрываются.

**Результаты и обсуждение.** *Морфология гонад.* В основном голотурии *C. frondosa* раздельнополые животные. Голотурии имеют непарную гонаду, которая состоит из двух пучков длинных и многочисленных разветвленных и неразветвленных трубочек, заполняющих почти все свободное пространство полости тела. Определить пол особи по внешнему виду невозможно.

В период интенсивного развития гаметогенеза и во время нереста пол легко идентифицировать по цвету гонад после вскрытия. У самцов они бледно-фиолетовые или розовые, у самок – темно-коричневые или бордово-оранжевые. Мужские гонады часто имеют утолщения и перетяжки различной формы и размера.

Количество трубочек в гонадах половозрелых особей варьирует от 67 до 544 штук. Трубочки гонады различаются по толщине (диаметру). Мы выделили следующие категории половых трубочек: тонкие – диаметром от 0,15 до 0,50 мм, средние – от 0,60 до 1,00 мм и толстые более 1,00 мм. В отдельных наиболее утолщенных участках диаметр трубочек может достигать 2,00-3,00 мм. Длина трубочек также варьирует. Короткие трубочки имеют длину от 5 до 90,00 мм, длинные – от 100,00 до 345,00 мм.

Клеточный состав на разных участках одной трубочки существенно не отличается. В трубочках разного диаметра обнаружены различия в фазах оогенеза. В тонких трубочках комплекс половых клеток характерен для неполовозрелого состояния, большей частью это ооциты цитоплазматического роста, которые располагаются вдоль эпителия. Средние трубочки в основном содержат превителлогенные ооциты и небольшое количество вителлогенных. Толстые трубочки содержат все категории половых клеток.

*Репродуктивный цикл и стадии зрелости яичников.* В репродуктивном цикле развития гонад баренцевоморской голотурии выделяют 5 стадий развития: восстановления, роста, созревания, зрелости и посленерестовая [1].

*I стадия. Восстановление.* Диаметр трубочек около 1 мм. Стенка трубочек толстая, герминальный эпителий свернут. Зрелые половые клетки практически отсутствуют. В основном в половых трубочках находятся ооциты цитоплазматического роста  $d=25-225$  мкм и в небольших количествах ооциты, перешедшие к накоплению желточных гранул в цитоплазме  $d=250-450$  мкм. Многочисленные ооциты подвергаются резорбции.

*II стадия. Рост.* Стенка трубочек толстая, 260 - 350 мкм в диаметре. Трубочки содержат ооциты первой фазы роста, и увеличивается количество ооцитов трофоплазматического роста. Единично встречаются вителлогенные ооциты  $d=475-675$  мкм. Резорбции подвергаются ооциты различных категорий.

*III стадия. Созревание.* Половые трубочки имеют максимальный диаметр и минимальную толщину стенки (50-80 мкм). Процентное соотношение ооцитов в большинстве трубочек постепенно изменяется в сторону увеличения доли ооцитов, предназначенных для вымета. В трубочках обнаруживаются ооциты предыдущих фаз развития.

*IV стадия. Зрелость.* Диаметр половых трубок  $\geq 2$  мм. Трубочки яичника тонкие, при незначительном повреждении из них вытекают ооциты. Попадают незрелые клетки. Просвет трубочек заполнен ооцитами I порядка, которые выводятся порциями. По мере их выведения трубочки спадаются.

*V стадия. Посленерестовая.* Диаметр половых трубочек  $\leq 1$  мм, их стенка свернутая. Толщина ее 100-150 мкм, на некоторых участках - 190-300 мкм. Половые трубочки спавшиеся. Трубочки существенно отличаются по количественному и качественному составу ооцитов. В отнерестившихся яичниках обнаруживаются половые клетки на разных стадиях развития. Встречаются трубочки, не содержащие крупных ооцитов. Начинается фагоцитоз ооцитов разных категорий зрелости.

Необходимо отметить, что границы между стадиями определяются условно и перекрываются. Когда мы говорим, что гонада находится на данной стадии, это не значит, что в гонаде совсем не идут процессы иные, чем тот, который является определяющим. К примеру, в гонаде одной особи на стадии нереста наряду с нерестом могут идти процессы роста и даже размножения половых клеток [2]. Характеристика состояния гонад в популяции основывается на том, что большинство особей имеет гонады на этой стадии.

*Сезонная динамика развития гонад. Лето.* В начале лета большинство самок имеют гонады на стадии V. Идентификация этой

стадии зрелости не вызывает затруднений, так как после нереста половые трубочки спадаются. Стенка трубочек неровная. Половые трубочки яичника содержат половые клетки разных фаз развития. Резорбции подвергаются ооциты различного диаметра.

В июле и августе происходит восстановление гонад, начинается процесс гаметогенеза. Стенка трубочек утолщается. Толщина ее 190-200 мкм, 260-280 мкм, в отдельных участках достигает максимальных в годовом цикле размеров 345-350 мкм. На поперечных срезах трубочек заметна складчатость их стенок. Вдоль внутренней поверхности трубочек появляются оогонии.

Полость трубочек гонады заполнена ооцитами округлой и овальной формы. Большой частью это превителлогенные ооциты – фазы цитоплазматического роста и фазы первоначального накопления полисахаридов. Ооциты цитоплазматического роста имеют базофильно окрашенную цитоплазму. Вителлогенные ооциты немногочисленны. В ядрах половых клеток содержится от 3 до 6 ядрышек. Половые клетки окружены фолликулярными клетками. В основном резорбции подвергаются превителлогенные ооциты.

*Осень.* В осенний период в гонадах продолжают восстановительные процессы, и начинается стадия накопления и дифференциации гамет. Половые трубочки имеют максимальную толщину стенки - 250-350 мкм. В сентябре и октябре вдоль стенки половых трубочек располагаются оогонии и ооциты цитоплазматического роста размерами от 30 до 210 мкм. В просвете трубочек обнаружены превителлогенные ооциты промежуточных размеров. Цитоплазма их имеет зернистую структуру, ядро округлое с небольшим количеством ядрышек. Развивающиеся ооциты окружены тонкой оболочкой из фолликулярных клеток. Наблюдается резорбция как превителлогенных, так и вителлогенных ооцитов.

В ноябре увеличивается диаметр гонадных трубочек, оогонии отсутствуют, происходит количественное уменьшение ооцитов начальных этапов роста и повышается содержание вителлогенных ооцитов диаметром 475-675 мкм. В больших в сечении трубочках имеются крупные половые клетки, значительная часть которых подвергается резорбции.

В июне в репродуктивном цикле самок голотурии Баренцева моря выявлена посленерестовая стадия развития яичников (V стадия зрелости). Летом осуществляется восстановление гонад, начинается новая волна гаметогенеза. С июля по август и с сентября по октябрь отмечено возрастание числа оогоний и растущих ооцитов. С сентября по ноябрь исследуемые гонады находились на стадии роста (II стадия зрелости). За данный период наблюдений самки в преднерестовом состоянии (III стадия зрелости) и в состоянии нереста (IV стадия зрелости) нами не обнаружены.

*Выводы:*



1. Яичники голотурии *Cucumaria frondosa* Баренцева моря характеризуются неоднородностью половых трубочек, которая выражается в размерных различиях и в стадиях зрелости. В тонких трубочках диаметром 0,15-0,50 мм комплекс половых клеток характерен для неполовозрелого состояния, большей частью это ооциты цитоплазматического роста. Средние трубочки диаметром 0,60-1,00 мм и толстые трубочки диаметром более 1,00 мм содержат все категории половых клеток.

2. В летне-осенний период в репродуктивном цикле самок баренцевоморской кукумарины выделено три стадии оогенетического развития: восстановления, роста и состояние после нереста. Для каждой стадии установлены свои цитоморфологические особенности.

3. Установлена сезонная динамика развития гонад самок. В июне выявлена посленерестовая стадия развития яичников (V стадия зрелости). Летом осуществляется восстановление гонад, начинается новая волна гаметогенеза. С июля по август и с сентября по октябрь отмечено возрастание числа оогоний и растущих ооцитов. С сентября по ноябрь исследуемые гонады находились на стадии роста (II стадия зрелости). За данный период наблюдений самки в преднерестовом состоянии (III стадия зрелости) и в состоянии нереста (IV стадия зрелости) нами не обнаружены.

#### **Литература:**

1. Анциферова, А.В. Репродуктивная биология промысловой голотурии *Cucumaria frondosa* Баренцева моря / А.В. Анциферова // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - М., 2007. - 23 с.

2. Касьянов, В.Л. Репродуктивная стратегия морских двустворчатых моллюсков и иглокожих / В.Л. Касьянов. – Л.: Наука, 1989. – 179 с.

3. Лебская, Т.К. Биохимические особенности и аспекты технологии баренцевоморского огурца *Cucumaria frondosa* / Т.К. Лебская. – Мурманск: ПИНРО, 2000. – 111 с.

4. Оганесян, С.А. Годовой репродуктивный цикл кукумарины *Cucumaria frondosa* Баренцева моря / С.А. Оганесян // Физиологические исследования рыб и беспозвоночных Баренцева моря: сб. науч. тр. / ПИНРО. – Мурманск, 1996. – С. 109-132.

**ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЕВТРОФНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ВОДЕ СРЕДНЕГО И СЕВЕРНОГО КОЛЕН КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА**

Литвинова М. Ю. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии и биохимии)

In this article is discussed the taxonomic composition of eutrophic bacteria from Kola Bay. The studies shown that the dominant bacteria was p. *Pseudomonas*, there were also representatives of the pp. *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Marinococcus*, *Arthrobacter*, *Corynebacterium* everywhere.

Таксономический состав микробного населения является одной из наиболее важных характеристик естественных морских экосистем. По данным различных исследователей, видовой состав морских бактерий часто аналогичен наземным бактериям, распространенным в почве и в воде внутренних водоемов. В морской воде количество микроорганизмов меньше, чем в пресной, но все же отличается разнообразием видов [6]. В природе определенное микробное сообщество соответствует определенному экологическому состоянию среды, а за изменением состояния среды незамедлительно следуют изменения в микробном ценозе [1]. Поэтому таксономический состав евтрофных бактерий отражает специфические условия, сформировавшиеся под влиянием комплекса как природных, так и антропогенных факторов.

В литературе крайне мало встречается данных о видовом составе водных бактерий и роли отдельных видов микроорганизмов в функционировании экосистем северных морей. Настоящая работа посвящена исследованию таксономического состава евтрофных бактерий, выделенных из вод среднего и северного колена Кольского залива.

Объектом нашего исследования являлся Кольский залив, на котором для отбора проб были выбраны три станции. Его изучение проводили в средней и северной частях на трёх станциях. Станция (ст.) 1 располагалась на выходе из залива, на границе северного колена и Баренцева моря, в районе с минимальной антропогенной нагрузкой, ст. 2 - в середине северного колена Кольского залива, а ст. 3 - в среднем колене залива. Две последние станции находились в районах с интенсивным хозяйственно-бытовым и техногенным влиянием (ЗАТО Александровск, г. Североморск). Идентификацию выделенных культур евтрофных микроорганизмов проводили по общепринятым методикам на основании морфологических, тинкториальных, культуральных и биохимических свойств [2,3].

В результате, среди выделенных культур были идентифицированы микроорганизмы 12-ти родов: *Pseudomonas* (24 % от всех выделенных культур), *Alcaligenes* (11 %), *Micrococcus* (10 %), *Flavobacterium* (9 %),

*Arthrobacter* (9 %), *Corynebacterium* (8 %), *Proteus* (7 %), *Bacillus* (6 %), *Marinococcus* (6 %), *Marinobacter* (6 %), *Halomonas* (2 %), *Marinomonas* (2 %) (рис.1). Из них на всех трёх станциях были обнаружены бактерии только девяти родов - среди отсутствующих оказались представители pp. *Halomonas*, *Marinomonas* и *Proteus*.

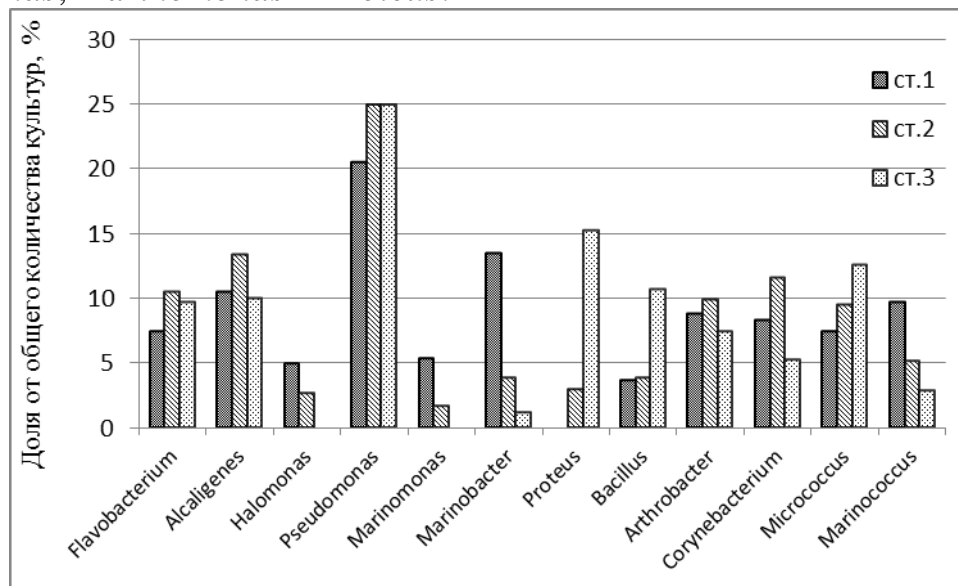


Рис.1 Таксономический состав евтрофных бактерий в воде северного и среднего колен Кольского залива

Качественный состав микроорганизмов на всех трёх исследованных станциях был относительно стабилен. Доминировали на всех трех станциях бактерии р. *Pseudomonas*, их доля колебалась от 21 до 25 %. Данные микроорганизмы широко населяют биосферу и принимают активное участие в процессах минерализации органических соединений. Они являют собой пример истинного космополитизма, в основе которого лежит их высокая биохимическая лабильность, обеспечивающая им приспособляемость к разнообразным экологическим условиям [4].

Соотношения между остальными родами микроорганизмов, выделенных из воды среднего и северного колен, оказались различными. Так, только в районе ст. 1 и 2 присутствовали галофильные микроорганизмы pp. *Halomonas* и *Marinomonas*, при этом наибольшее относительное количество бактерий этих двух родов наблюдалось именно на ст. 1, наиболее подверженной влиянию открытых вод Баренцева моря. Обнаружение этих бактерий в воде северного колена залива закономерно, так как оптимум существования этих бактерий лежит в пределах 3,5-5,0 М NaCl [5]. В акваториях среднего колена бактерий pp. *Halomonas* и *Marinomonas* обнаружено не было.

В акватории ст. 3 явно доминировали бактерии pp. *Proteus* и *Bacillus*, причем доля протеев, относящихся к потенциально патогенным микроорганизмам, на этой станции достигала 15 % от общего числа культур, на станции 2 - 3%. На удаленной от населенных пунктов ст. 1 в

северном колене протеев вообще не было обнаружено. Очевидно, вполне закономерным следует считать наличие бактерий рода *Proteus* среди массового бактериального населения акватории в районе г. Североморска, так как туда поступают различного рода стоки, без какой-либо очистки.

Микроорганизмы, обитающие в воде северного колена в наименьшей степени подвержены влиянию материкового стока, и существенно отличаются от бактериальных сообществ других районов залива. Это можно объяснить месторасположением станции, она размещается на выходе из залива, на границе северного колена и Баренцева моря, и она удалена от городов и поселков, находящихся на побережье залива. На данное сообщество влияют течения морских вод, поступающих из Баренцева моря. В достаточной степени различается соленость северного и среднего колен залива - от 22 до 33 ‰ и до 20 - 24 ‰ соответственно. Этими факторами объясняется различие состава бактерий северного колена с остальными районами, поэтому на этой станции в основном встречались бактерии, свойственные морским местообитаниям.

В целом можно отметить, что на таксономическом составе выделенных из залива культур евтрофных бактерий в сильной степени сказались место их выделения, а именно - близость либо к населенным пунктам, либо - к открытым водам Баренцева моря.

### **Литература**

Израэль, Ю.А. Антропогенная экология океана / Ю.А. Израэль, А.В. Цыбань. - Л. : Гидрометеоздат, 1989. - 528 с.

Методы общей бактериологии: В 3-х т.- пер. с англ. / Под ред. Ф. Герхардта и др. - М.: Мир, 1983.

Определитель бактерий Берджи. В 2-х т.: пер. с англ. / под ред. Дж. Хоулта и др. - М.: Мир, 1997.

Павлова, О.Н. Бактерии рода *Pseudomonas* в микробном сообществе озера Байкал. - дис. канд.биол.наук. - Иркутск, 2004. - 146 с.

Pujalte, M.J. Aerobic and facultative anaerobic heterotrophic bacteria associated to Mediterranean oysters and seawater / M.J. Pujalte, M. Ortigosa, M.C. Macian, E. Garay // Int. Microbiol. - 1999. - V. 2. - P. 259-266.

Schubert, R. H. Die coliformen Bakterien in der Wasserdiagnostik und ihre Differenzierung // Hyg. 1956.- bis 486. - P. 476.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО ЭПИЛИТОНА ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНЫХ МОРЕЙ НА ПРИМЕРЕ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ**

**Луценко Е. С.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии и биохимии*)

Перифитон как составная часть водных экосистем претерпевают вместе с ними изменения, обусловленные разными природными и антропогенными факторами, что выражается в пространственных и временных сукцессиях перифитонных сообществ. Под перифитоном понимают сообщества, обитающие на твердом субстрате за пределами специфического придонного слоя воды. В состав перифитона входят бактерии, водоросли, простейшие, коловратки, личинки хироминид, нематоды, олигохеты [8].

Изучение перифитона при биологическом анализе имеет первостепенное значение. Это объясняется тем, что организмы его составляющие, характеризуют условия именно данного пункта, а не занесены случайно из других мест, как это может быть с планктонными организмами.

По своему составу и развитию перифитон отвечает средним условиям, в которых существовало сообщество до момента исследования. Если даже в момент исследования в данном месте будет находиться совершенно чистая вода, это не помешает по характеру перифитона открыть загрязнение водоема, которое имело место несколько раньше [8; 9].

Качественное и количественное изучение перифитона занимает важное место в морских биологических исследованиях. Существует множество методов исследования перифитона, но большинство из них применимо лишь к фито- и зооперифитону.

Наиболее популярным методом исследования бактериоперифитона является метод стекол обрастания, т.е. изучение развития бактериального сообщества на искусственных субстратах [1]. Сведений о методах и приемах изучения микроорганизмов перифитона естественных субстратов существенно меньше.

Далее изложено подробное описание методов исследования бактериального перифитона каменистых субстратов литорали Кольского залива Баренцева моря.

*Объекты исследования.*

Объектами наблюдений были микроорганизмы перифитона (бактерии и цианобактерии) и их количественные характеристики в разрезе сезонных изменений. К объектам также относились планктонные микроорганизмы, или биотические факторы среды, и гидрологические и гидрохимические параметры, или абиотические факторы среды.

*Выбор мест и времени отбора проб.*

Исследование бактериального перифитона проводили на трех станциях, расположенных на западном берегу Кольского залива в южном и среднем коленах (рис. 1).

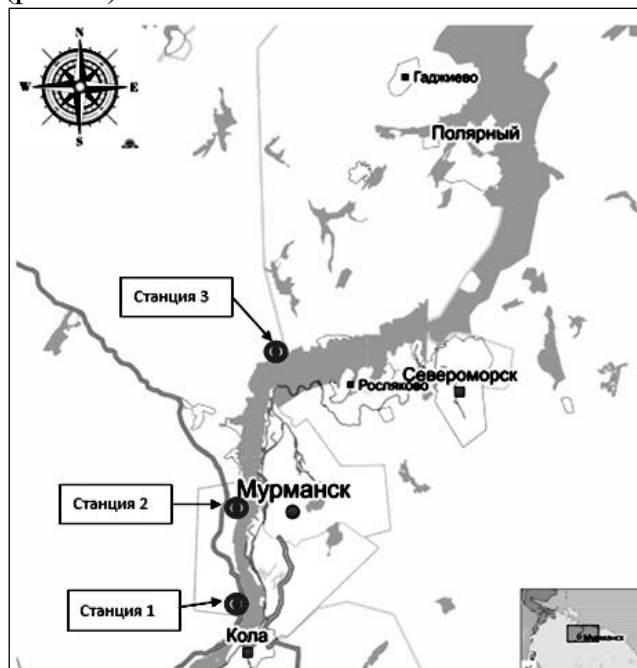


Рис. 1. – Карта-схема Кольского залива с указанием станций отбора проб

Станция 1 – Мыс Притыка – западный берег, южное колено залива. Существенное влияние на качество воды этой станции оказывают стоки рек Кола и Тулома, а также сброс в районе станции неочищенных хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод небольших населенных пунктов и малых предприятий.

Станция 2 – Абрам-мыс – западный берег, южное колено залива. Здесь основным источником загрязнения воды является сброс неочищенных сточных вод микрорайона Абрам-мыс и судоремонтного и теплоэнергетического предприятий.

Станция 3 – Белокаменка – западный берег, среднее колено залива. На этой станции основными источниками загрязнения и засорения акватории является недостаточно очищенные сточные воды поселка и баз погрузки переработанных нефтепродуктов.

При планировании исследования важно выбрать правильное время отбора проб [7]. Исследование бактериоперифитона проводили ежемесячно во время максимального отлива в период с сентября 2010 по май 2011 гг., с октября 2011 по апрель 2012 гг. и с октября 2012 по февраль 2013 гг. В начале исследования было принято решение отбирать пробы с трех горизонтов литорали – верхнего, среднего и нижнего. В результате анализа распределения общей численности бактерий и цианобактерий по горизонтам литорали никакой четкой зависимости обнаружено не было, поэтому для получения сравнимых количественных

данных следует изучать перифитон нижней литорали, так как он представляется наиболее стабильным [5;6].

#### *Сбор материала*

Для исследования бактериального перифитона отбирали естественные субстраты (небольшие камни), помещали их в стерильные стеклянные емкости с небольшим количеством безбактериальной морской воды для предотвращения высыхания материала. Пробы обрастаний необходимо обрабатывать непосредственно после отбора или в срок, гарантирующий сохранность живого материала (приблизительно в течение 6 ч после отбора проб, сохраняемых при температуре 5 – 10 С [8].

При отсутствии необходимости совершать микробиологический посев в емкости с пробой добавляли профильтрованный через мембранные фильтры (диаметр пор 0,3 – 0,45 мкм) 40 % формалин, в соотношении 1:10 к пробе (конечная концентрация формалина в пробе 4%). Затем пробы транспортировали в лабораторию.

Подготовку субстратов для сбора перифитона проводили следующим образом: субстрат трехкратно ополаскивали в фильтрованной через мембранные фильтры (0,3 – 0,45 мкм) морской воде, затем стерильным скальпелем соскабливали перифитон с поверхности, ограниченной металлической рамкой площадью 10 см<sup>2</sup>, с последующим сбором остатков обрастаний стерильной ватной палочкой. Далее пробу помещали в пробирку с 10 мл фильтрованной морской водой. Затем пробирку тщательно встряхивали, стерильным пинцетом отжимали и вынимали ватную палочку. В итоге получали 10 мл суспензии, содержащей микроорганизмы перифитона с площади 10 см<sup>2</sup> поверхности субстрата.

#### *Определение общей численности бактерий и цианобактерий методом люминесцентной микроскопии*

Для учета общего числа бактерий (ОЧБ) применяли метод люминесцентной микроскопии с использованием красителя акридинового оранжевого.

Для данного метода необходимо использование черных мембранных фильтров заводского или собственного изготовления для уменьшения фонового свечения при анализе в свете люминесценции. Для гашения белых мембранных фильтров в лаборатории нужно поместить их в заранее приготовленный перенасыщенный спиртовой раствор судана черного не менее чем на 12 часов. Затем отмыть фильтры от судана, проведя их трехкратно через спирт. Фильтры считаются отмытыми, если спирт больше окрашивается. Затем фильтры высушить на белой плотной не волокнистой бумаге и их можно хранить на фильтровальной бумаге при комнатной температуре.

Приготовление красителя проводили следующим образом. 0,2 г порошка красителя акридинового оранжевого растворяли в 200 мл

безбактериальной дистиллированной воды, таким образом получали водный 0,1% раствор, в который добавляли 12 мл 37% формалина, профильтрованного через мембранные фильтры любого типа с диаметром пор 0,2 – 0,45 мкм. Готовый рабочий раствор хранили в холодильнике в защищенной от света склянке. Для окрашивания пробы необходимо использовать свежешофильтрованный рабочий раствор акридинового оранжевого [3].

Если пробы отобраны в продуктивной зоне акватории, или станции отбора проб подвергаются органическому загрязнению, то есть большая вероятность нахождения в анализируемой пробе большого содержания взвешенных веществ, которые затрудняют проведение люминесцентного анализа. Для просветления пробы рекомендуется добавление 0,02 мл 5н  $H_2SO_4$  к 2 мл пробы, быстрое перемешивание и сразу проведение анализа.

Перед окрашиванием флюорохромом суспензию с перифитонными микроорганизмами предварительно встряхивали в течение одной минуты, затем давали пробе отстояться в течение минуты для оседания крупной взвеси. Все манипуляции для ополаскивания лабораторной посуды, разведений и прочего проводили с использованием профильтрованной через мембранные фильтры с диаметром пор от 0,2 до 0,45 мкм морской воды. При учете общей численности бактерий помещали пробу в количестве 0,2 мл в вымытые, обезжиренные и ополоснутые пробирки и доводили ее объем до 2 мл морской водой. К пробе в пробирке добавляли подготовленный раствор акридинового оранжевого в расчете 0,5 мл красителя на 2 мл пробы. Окрашивали в течение 5 минут [3]. Учет общей численности цианобактерий проводили аналогично описанному выше, но анализируемый объем пробы увеличили до 2 мл и исключили процедуры по окраске флюорохромом [2].

Далее собирали установку, ополаскивали фильтровальную воронку, в нее наливали окрашенную пробу, фильтровали под слабым вакуумом. Когда над фильтром останется немного пробы, в воронку приливали еще 2 мл фильтрованной морской воды для смывания прикрепившихся к стенкам бактерий, и дофильтровывали.

Если в анализе используются ядерные фильтры, то необходимо укладывать между фриттой фильтровальной установки и самим фильтром подложку, например, фильтры типа Владипор, если же используются мембранные фильтры, то подложка не нужна.

После фильтрации фильтр со сконцентрированной на нем пробой высушивали на воздухе, укладывали в каплю нефлюоресцирующего масла на предметном стекле, помещали каплю данного масла сверху фильтра, прижимали покровным стеклом, выдавливая пузырьки воздуха, затем сверху снова капали масло и просматривали в микроскопе МИКМЕД-2 в свете люминесценции с использованием светоделительной пластины «Зеленая» при увеличении в 1300 раз. Приготовленные препараты можно



хранить в холодильнике. Подсчет клеток проводили не менее чем в 20 полях зрения.

Количество бактерий, содержащихся в 1 мл суспензии, рассчитывали по формуле:

$$X = \frac{S \cdot 10^6 \cdot a}{s \cdot V \cdot n},$$

где  $X$  - количество бактерий в 1 мл суспензии;  $S$  - площадь фильтра, мм<sup>2</sup>;  $s$  - просчитываемая площадь, мкм<sup>2</sup>;  $V$  - объем профильтрованной пробы воды, мл;  $n$  - число полей зрения, в которых считали клетки;  $a$  - сумма подсчитанных бактерий в  $n$  полях зрения;  $10^6$  - коэффициент для пересчета мм<sup>2</sup> в мкм<sup>2</sup>.

Таким образом, методика изучения бактериальной компоненты перифитонного сообщества литорали приливных морей имеет свои особенности. Для получения сравнимых результатов работ по изучению бактериоперифитона, выполненных разными учеными в разных морях, необходимо разработать единую методику. Предложенный вариант проведения учета численности бактерий и цианобактерий в эпилитоне литоральной зоны морей представляется нам наиболее эффективным и приемлемым для большинства отечественных лабораторий.

### Литература

1. Горбенко Ю.А. Экология морских микроорганизмов перифитона. – Киев: Наукова думка, 1977. – 252 с.
2. Заика В.Е., Шевченко В.А., Булатов К.В. Экология морского фототрофного пикопланктона. – Москва, 1989. – 169 с.
3. Ильинский, В.В. Гетеротрофный бактериопланктон. В кн. «Практическая гидробиология: Учеб.» / Под ред. В.Д. Федорова и В. И. Капкова. – М.: ПИМ, 2006. - 367 с.
4. Комулайнен С.Ф. Методические рекомендации по изучению фитоперифитона в малых реках. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2003. – 43 с.
5. Луценко Е.С. Бактериальный перифитон естественных субстратов литорали Кольского залива Баренцева моря / Развитие северных территорий: проблемы и перспективы: Материалы международной молодежной конференции, 26 – 29 сентября 2012 года // Отв.ред. А.А. Челтыбашев. – Мурманск: МГГУ, 2012. – с. 242 – 246.
6. Луценко Е.С., Москвина М.И. Исследование количественных характеристик цианобактерий перифитона литорали Кольского Баренцева моря / Материалы Международной конференции «Экологическая физиология водных фототрофов». I Сабининские чтения // [www.algology.ru/](http://www.algology.ru/) 147.

7. Методические указания по изучению фитомикробентоса и фитоперифитона / Ковтун, О.А., Снигирева А.А. – Одесса: Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова, 2012. – 36 с.

8. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. Абакумова В.А. – Л.: изд-во Гидрометиздат. – 1983. – с. 39 – 50.

9. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А.Абакумова. – СПб.: Гидрометеиздат. 1992. – 318 с.

## **DEVELOPMENT OF METHODOLOGY FOR STUDY BACTERIAL EPILITON OF INTERTIDAL ZONE OF NORTH SEAS ON EXAMPLE OF KOLA BAY OF BARENTS SEA**

**Lutsenko E. S.** (*Murmansk, Murmansk State Technical University, Department of Microbiology and Biochemistry*)

Periphyton as part of aquatic ecosystems undergoes changes due to various natural and anthropogenic factors, resulting in a spatial and temporal succession in periphyton communities. Under the term “periphyton” understand the community living on a solid substrate beyond the specific benthic layer of water. The compositions of the periphyton are bacteria, algae, protozoa, rotifers, larvae hirominid, nematodes, oligochaetes. [8]

The study of periphyton at a biological analysis of water is paramount. It is explained by the fact that the periphytic organisms characterize the conditions of the concrete station, but not organisms accidentally brought from other places, as it can be with plankton.

The structure and development of periphyton show the average conditions, which existed in community before the research began. Even if at the time of the study in the station will be completely pure water, it will not prevent to register the pollution of water, which took place earlier [8, 9].

The study of quality and quantity of periphyton community is important in marine biological researches. There are many methods of investigation of periphyton, but majority from them are applicable only to phyto- and zooperiphyton.

The most popular method of research of bacterioperiphyton is a method of “fouling glasses”, i.e. study of bacterial community on artificial substrates [1]. Information about the methods and techniques for study the microbial periphyton on natural substrates is significantly less.

Further the methods for study of bacterial periphyton from rocky substrates on intertidal zone of Kola Bay of Barents Sea are described in details.

The objects of observation were periphyton microorganisms (bacteria and cyanobacteria) and their quantitative characteristics in the context of seasonal changes. The objects are also included the planktonic microorganisms, or biotic environmental factors, and the hydrological and hydrochemical parameters, or non biotic environmental factors.

The study of bacterial periphyton was lead at three stations, were located on the western shore of Kola Bay in the southern and middle parts (Fig. 1).

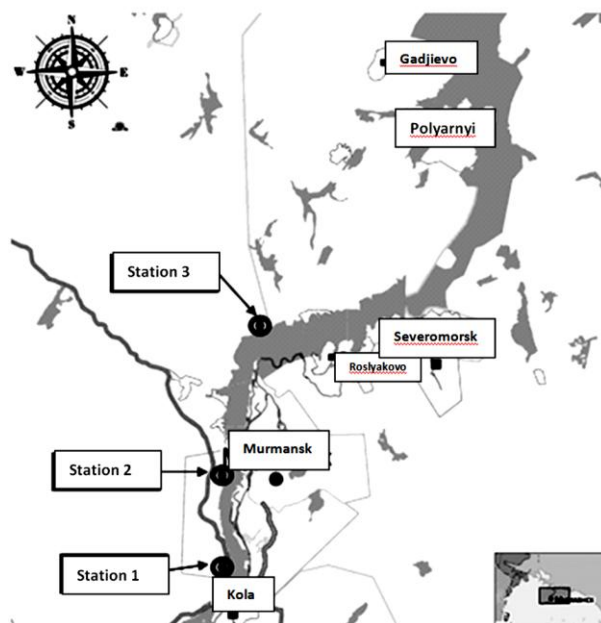


Fig. 1. - Map of the Kola Bay showing sampling stations

Station 1 - Cape Prityka - West shore, southern part of Kola Bay. Significant impacts on the water quality of this station have river flows of Kola and Tuloma and enter the untreated wastewater at the station.

Station 2 – Abram-Cape - West shore, southern part of Kola Bay. Here the main source of water pollution is the discharge of untreated sewage from district Abram-cape and ship repair and thermal power factories.

Station 3 - Belokamenka - West shore, the middle part of Kola Bay. At this station the main sources of pollution and contamination area is insufficiently treated waste water from village and the bases loaded refined petroleum products.

In planning the study is important to select the correct sampling time. [7] Study of bacterioperiphyton performed monthly during maximum ebb in the period from September 2010 to May 2011, from October 2011 to April 2012 and from October 2012 to February 2013. In early studies, it was decided to take samples from three littoral horizons - upper, middle and lower. In the result of analysis of the distribution of the total number of bacteria and cyanobacteria on littoral horizons no clear link has been found, therefore, to obtain comparable quantitative data to study periphyton was chosen the lower intertidal zone, because it seems to be the most stable [5, 6].

To study the bacterial periphyton were selected natural substrates (small stones), which were placed in sterile glass container with a small amount of axenic sea water to prevent drying of the material. Periphyton samples must be processed immediately after collection, or on time, ensuring a preservation of live material (approximately 6 hours after sampling, stored at 5 - 10°C [8].

If there is no need to perform microbiological inoculation, it is capable to add to the sample a filtered through membrane filters (pore diameter 0.3 - 0.45 µm) 40% formalin in the ratio of 1:10 to the sample (final concentration of

formaldehyde in the sample is 4%). The samples were then transported to the laboratory.

Preparation of substrates for periphyton collection was as follows: the substrate was rinsed three times in filtered through a membrane filter (0.3 - 0.45  $\mu\text{m}$ ) sea water, and the periphyton was scraped by a sterile scalpel from the surface bounded by a metal frame 10  $\text{cm}^2$  in square, followed by collection of the remaining fouling with sterile cotton swab. Next, the sample was placed in a test tube with 10 ml of filtered sea water. The tube was then thoroughly shaken. As a result, 10 ml of a suspension of periphytic microorganisms from 10  $\text{cm}^2$  surface of the substrate were received.

To account the total number of bacteria (TNB) was used the method of fluorescent microscopy using acridine orange.

This method requires the use a black factory or self-made membrane filters to reduce background lightning during the analysis with luminescence). To dying the white membrane filters in the laboratory need to put them in a beforehand prepared saturated alcoholic solution of Sudan black for at least 12 hours. Then wash the filters from Sudan black, rinsing them through an alcohol for three times. Filters are considered washed if alcohol is not more colored. The filters were then dried in the thick white paper and can be stored on filter paper at room temperature.

Preparation of the acridine orange was performed as follows. 0.2 g of powder dye acridine orange was dissolved in 200 ml of axenic distilled water, so an aqueous 0.1% solution was made, in which was added 12 ml of 37% formalin, filtered through membrane filters of any type with a pore diameter of 0.2 – 0.45 microns. Ready working solution was stored in a refrigerator in a dark bottle. For staining the sample it must be used fresh filtered working solution of acridine orange. [3]

If the samples were selected in the productive zone of water area or sampling stations were hard polluted with organic compounds, there is a big probability of existing in the sample much suspended solids, which make it difficult to luminescence analysis. For the enlightenment of the sample it is recommend to add the 0.02 ml of 5N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  to 2 ml sample, rapid mixing and immediately analyze.

Before staining with fluorochrome the suspension of periphyton microorganisms was previously shaken for one minute, and then allowed to stand for a minute for settling major suspended solids. All manipulations to rinse glassware and other dilutions were performed using filtered through membrane filters with a pore diameter of 0.2 to 0.45  $\mu\text{m}$  sea water. For account the total number of bacteria a sample was placed an amount of 0.2 ml in washed, degreased and rinsed tubes and adjusted its volume to 2 ml with sea water. To the same sample in a test tube was added a solution prepared by acridine orange per 0.5 ml of dye to 2 ml of sample. Staining was during 5 minutes. [3]

Accounting for total cyanobacteria the same as above, but the analyzed sample size was increased to 2 ml and excluded fluorochrome staining procedures. [2]

Next set collected, rinsed filter funnel, pour into it the painted sample, filtered under a weak vacuum. When above the filter will be slightly amount of the sample the 2 ml of filtered sea water is added into the funnel to flush the bacteria adhered to the walls, and finish filtering.

If the analysis is based on nuclear filters there is have to be installed between the frit filter system and the filter substrate, for example, filter type Vladipore, if membrane filters are used, then using the substrate is not necessary.

After filtration the filter with concentrated sample on it was air-dried, placed in a drop of nonfluorescent oil on the slide, put a drop of oil on top of the filter, pressed by glass coverslip, squeezed the air bubbles, then put a drop of oil on top again and examined under a microscope MIKMED-2 in the light of luminescence using a beamsplitter "Green" at a magnification of 1300 times. Ready preparations can be stored in the refrigerator. Cell count was performed in at least 20 fields of view.

The number of bacteria in 1 ml of suspension was calculated using the formula:

$$X = \frac{S \cdot 10^6 \cdot a}{s \cdot V \cdot n},$$

where X - the number of bacteria in 1 ml of suspension; S - filter area, mm<sup>2</sup>; s - calculates area, μm<sup>2</sup>; V - the volume of filtered probe, ml; n - the number of fields of view in which the cells are considered, a - the amount of calculated bacteria in the n fields of view, 10<sup>6</sup> - coefficient for converting mm<sup>2</sup> to μm<sup>2</sup>.

Thus, the method of studying the bacterial component of the littoral periphyton communities of tidal seas has its own peculiarities. To allow the comparison results of studies of the bacterioperiphyton made by different researchers in different seas, it must be developed a uniform methodology. Proposed version of the counts of numbers of bacteria and cyanobacteria in the epilithon on intertidal zone of seas seems to be the most effective and acceptable to the majority of national laboratories.

### Literature

1. Gorbenko YuA. Ecology of marine microorganisms of periphyton. - Kiev: Naukova Dumka, 1977. - 252 p.
2. Zaika VE, Shevchenko VA, Bulatov KV. Ecology of marine phototrophic picoplankton. - Moscow, 1989. - 169 p.
3. Ilyinsky VV. Heterotrophic bacterioplankton. In. "Practical Hydrobiology: Textbook." / Ed. VD Fedorov and VI Kapkova. - Moscow: PIM, 2006. - 367 p.
4. Komulainen SF. Guidelines for the study phytoperiphyton in small rivers. - Petrozavodsk: Karelian Research Centre, 2003. - 43 p.

5. Lutsenko ES. Bacterial littoral periphyton natural substrates of the Kola Bay of the Barents Sea / Northern Development: Challenges and Prospects: Proceedings of the International Youth Conference, 26 - 29 September 2012 // Ed. AA Cheltybashev. - Murmansk State Humanitarian University, 2012. - p. 242 - 246.

6. Lutsenko, ES, Moskvina, MI. The study of the quantitative characteristics of periphytonic cyanobacteria on littoral of Kola Bay of Barents Sea / International conference "Ecological physiology of aquatic phototrophs." I Sabinin reading // [www.algology.ru/](http://www.algology.ru/) 147.

7. Guidance on the study phytomicrobenthos and phytoperiphyton / Kovtun, O.A., Snigireva AA. - Odessa: Odessa National University named after II Mechnikov, 2012. – 36 p.

8. Manual methods of hydrobiological analysis of surface water and sediment / ed. Abakumov VA - Leningrad: Gidrometizdat. - 1983. - p. 39 - 50.

9. Manual methods of hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems / ed. V.A.Abakumova. - StP. Gidrometeoizdat. 1992. - 318 p.

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ УЧЕТ КОЛИФАГОВ В ВОДЕ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ**

Луценко Е. С., Перетрухина А. Т. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии и биохимии*)

The article shows that the maximum value of coli phages was recorded at stations on eastern shore of Kola Bay, minimum - at the station on west coast. The comparison of the sensitivity of different bacteria-hosts cultures to attack them by bacteriophages showed that for evaluation of the role of phages in the water self-cleaning should be used wild-type E. coli, and for health assessment - its factory pure culture. Also in the article is described a modified method of quantitative determination of coliphage in polluted waters.

В истории микробиологии изучение феномена бактериофагии занимает особое место. Вирусы – распространенная и вездесущая компонента морского планктона, в количестве  $10^5$ – $10^8$  вирусных частиц в 1 мл морской воды [9]. Вирусы могут вызывать значительную смертность морского бактериопланктона, убивая 2 – 77 % бактерий в поверхностном слое воды ежедневно [6; 9; 10], высвобождая внутриклеточные материалы хозяина в окружающую воду [7; 8].

По наличию фагов во внешней среде (водоемах) можно судить о содержании в них соответствующих бактерий [1]. Бактериофаги используются в качестве санитарно-показательных организмов для ряда объектов и представляют научный интерес в области морской микробиологии. Среди вирусов гидросферы определенное место занимают вирусы аллохтонного происхождения, которые попадают в водоемы с суши в результате биологического загрязнения и со сточными водами. Вследствие методических трудностей в изучении вирусов, сведения о них недостаточны и часто противоречивы [5].

Целью работы явилось определение количества колифагов в воде Кольского залива. Исследования проводили на пяти станциях, расположенных в южном колене Кольского залива (рис. 1) в течение 2007 – 2008 годов и 2010 и 2011 годов.



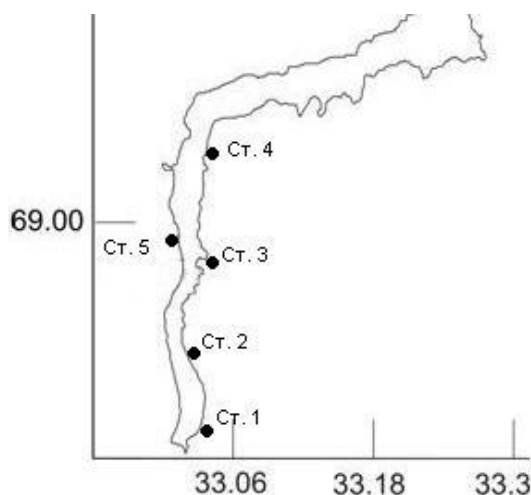


Рис. 1. Карта-схема Кольского залива с расположением станций отбора проб для вирусологического исследования (Ст. 1 – район Кольского моста; Ст. 2 – Южные причалы; Ст. 3 – Морской вокзал; Ст. 4 – район СРЗ № 35; Ст. 5 – район Абрам-мыса).

Определение колифагов проводилось по [3]. Отбор проб для оценки качества воды проводили в соответствии с требованием [4].

При разбросе значений в один порядок, максимумы содержания бактериофагов регистрировались в поверхностном слое станции 1 и 4 весной, летом и зимой, минимумы наблюдались на станции 2 весной. В распределении колифагов поверхностного горизонта акватории южного колена Кольского залива была выявлена их большая приуроченность к станциям восточного берега – наиболее подверженного загрязнению городскими мало очищенными промышленно-бытовыми стоками. На станции 5, находящейся на западном берегу, количество колифагов в течение года было практически одинаково и меньше, чем на других станциях.

Вирусологические исследования помимо определения количества колифагов паспортизованной культуры *E. coli*, включали еще определение количества бактериофагов (БОЕ/100 мл) дикого штамма *E. coli*, а также паспортизованной культурой *Proteus mirabilis*. Сравнительное определение количества фагов разных хозяев в прибрежной зоне южной части залива проводилось на трех исследуемых станциях в течение двух сезонов.

Необходимо отметить, что ныне существующие непрямые методы количественного учета вирусных частиц в водоемах достаточно трудоемки и разработаны для санитарно-микробиологического анализа питьевой воды.

В ходе отработки метода непрямого определения числа вирусных частиц в период зима – весна 2010 – 2011 гг. были выявлены незначительные количества бактериофагов в морской воде прибрежной зоны южной части Кольского залива. В некоторых случаях количество выделенных фагов паспортизованного штамма *E. coli* превышало максимальные значения, имеющиеся в используемых нами таблицах [3],

поэтому была проведена модификация метода определения НВЧ вирусных частиц в пробе. Метод заключается в следующем. Исследуемую пробу воды в количестве 10 мл разливали на 6 объемов: 1 флакон 5 мл и 5 пробирок по 1 мл. В 5 мл пробы добавляли 45 мл стерильной морской воды, 5 мл десятикратного питательного бульона и 0,5 мл смыва (или 1 мл 4-часовой бульонной культуры) бактерий *E. coli* или *Proteus mirabilis*. В каждые 1 мл пробы вносили по 9 мл стерильной морской воды, 1 мл десятикратного питательного бульона и 0,1 мл смыва (или 0,2 мл 4-часовой бульонной культуры) бактерий *E. coli* или *Proteus mirabilis*. Для контроля культуры 0,1 мл смыва бактерий (или 0,2 мл 4-часовой бульонной культуры) *E. coli* или *Proteus mirabilis* помещали в чашку Петри и заливали питательным агаром. Посевы инкубировали при температуре 37 °С в течение 18-20 часов. Далее исследование проводили по методике, изложенной в [3].

Максимальное количество БОЕ паспортизованного штамма *E. coli* зафиксировано на станции 1 в весенний период, составив 48 БОЕ в 100 мл. Наибольшее количество БОЕ дикого штамма *E. coli* зафиксировано на станции 4 в весенний период, составляя 1,1 БОЕ в 100 мл. Наименьшие значения БОЕ паспортизованного штамма *E. coli* и дикого штамма *E. coli* наблюдались на станции 3 в зимний период, составляя 18 БОЕ в 100 мл и 0,4 БОЕ в 100 мл соответственно.

Спонтанный лизис нередко происходит в отдельных клетках популяции лизогенных бактерий, но не захватывает все клетки. Это связано со способностью лизогенных бактерий приобретать иммунитет к последующему заражению одноименным фагом, вследствие чего остальные лизогенные клетки, содержащиеся в бактериальной популяции, полностью сохраняют свою целостность и жизнеспособность [2].

Вероятно, дикий штамм *E. coli*, находясь некоторое время в воде залива, подвергался нападению бактериофагов, в ходе которого происходило заражение некоторых представителей БГКП умеренными фагами. В результате такого инфицирования бактерия приобретает «иммунитет» к гомологичным фагам. Поэтому выделенные культуры диких штаммов, возможно, содержали такой умеренный фаг, и лизис, наблюдаемый нами – это уровень литической инфекции выделенного штамма. Это говорит о том, что в природе, где множество бактерий содержат умеренные фаги в своем генетическом материале, истинная роль бактериофагов в биологическом самоочищении воды значительно ниже, чем показывает лизис чувствительной паспортизованной культуры.

Количество БОЕ паспортизованного штамма *E. coli* превышает количество БОЕ дикого штамма *E. coli* в среднем в 38,88 раз на станции 1, в 35,87 раз на станции 2, в 63 раза на станции 3. В целом разница между количеством БОЕ паспортизованного штамма *E. coli* и БОЕ дикого штамма *E. coli* составила 44,15 раз. Таким образом, наиболее достоверные сведения

о количественном распространении колифагов предоставляет чувствительная паспортизованная культура *E. coli*, а истинный вклад в смертность бактерий от фаговой инфекции демонстрирует дикий штамм.

Определено количество БОЕ паспортизованной культуры *Proteus mirabilis*, которое в среднем равно 0,4 БОЕ на 100 мл. Таким образом, очевидно, что бактерии рода *Proteus* не показательны в санитарно-вирусологическом отношении, ввиду своей устойчивости к фаговым атакам, что и было подтверждено исследованиями.

### Литература

1. Борисов, Л. Б. Медицинская микробиология, вирусология, иммунология: Учебник / Л. Б. Борисов – М.: ООО "Медицинское информационное агентство", 2001. – 736 с.
2. Габрилович, И.М. Основы бактериофагии / И.М. Габрилович. – Минск: Высшая школа, 1973. – 224 с.
3. МУК 4.2.1018–01. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2001. – 24 с.
4. МУК 4.2.1884-04. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 48с.
5. Степанова, О. А. Перспективы и проблемы изучения морских вирусов – бактериофагов/ О. А. Степанова // **Экология моря. – 2000. – Вып.50. - с. 37-40.**
6. Fuhrman, J.A., 1999. Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects. *Nature* 399, 541–548.
7. Gobler, C.J., Hutchins, D.A., Fisher, N.S., Cosper, E.M., SanudoWilhelmy, S.A., 1997. Release and bioavailability of C,N,P,Se and Fe following viral lysis of a marine chrysophyte. *Limnology and Oceanography* 42, 1492–1504.
8. Middelboe, M., Lyck, P.G., 2002. Regeneration of dissolved organic matter by viral lysis in marine microbial communities. *Aquatic Microbial Ecology* 27, 187–194.
9. Weinbauer, M.G., 2004. Ecology of prokaryotic viruses. *FEMS Microbiology Reviews* 28, 127–181.
10. Wommack, K.E., Colwell, R.R., 2000. Virioplankton: viruses in aquatic ecosystems. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 64, 69–114.

**ОХРАНА ПОЧВ В УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОГЕОСИСТЕМАХ****Осауленко В. Е.** (*г. Мурманск, МГГУ, кафедра естественных наук*)

Abstract. It is necessary to maintain the ecological functions of soils in the city, especially in the north. The sustainability of the soil in the city depends on the continued integrity of the area of soil and natural areas, if necessary – making a turf on individual sites. It is necessary to exclude rare, especially extrazonal, soil from the economic use and to create soil reserves in the region.

Экологические функции почвенной оболочки столь же важны и многообразны, как и других сфер Земли, и нарушение их чревато тяжёлыми последствиями для биосферы [5]. В почве трансформируется огромное количество отмирающей биомассы и таким образом поддерживается естественный состав биосферы. Ежегодно она поглощает лишь немногим меньше, чем образуется при сгорании топлива, поддерживает равновесное состояние окиси углерода в атмосфере [2]. Почвенный покров газовой функцией оптимально выполняет важнейшую задачу поддержания стабильности современного климата [3]. Почвы ежегодно аккумулируют до  $n \cdot 10^{19}$  ккал энергии в виде органических веществ (детрит, гумус), а, накапливая энергию тысячи и миллионы лет, противостоят энтропии экосистем [9]. Почва является единственным приемником всех отбросов жизнедеятельности человека. Об этом писал еще в XIX века гигиенист Рубнер: « Единственным местом, удовлетворяющим требованиям, предназначенным самой природой для восприятия органических отбросов, является почва, и в почве даны все условия к тому, чтобы благодаря совершающимся в ней процессам различные органические вещества превратились в те же формы неорганических соединений, в виде которых они являются необходимым питательным материалом для растений»[11]. Почвенный покров выполняет функции биологического поглотителя, разрушителя и нейтрализатора различных загрязнений. Почвы, содержащие значительное количество гумуса, обладают наибольшей самоочистительной способностью.

Являясь ключевой средой наземных экосистем и универсальным адсорбентом, почва отражает уровень многолетнего антропогенного воздействия на окружающую среду в целом и при попадании в неё химических элементов может стать источником вторичного загрязнения продуктов питания, кормов животных, воды водоёмов и атмосферного воздуха [6]. Устойчивость городских систем определяется оптимальным функционированием почвенной системы, ее способностью сорбировать в толще загрязняющие вещества, удерживать их от проникновения в почвенно-грунтовые воды. В настоящее время в мировой и отечественной литературе отсутствует теоретическое обоснование методов и подходов к

изучению почв городов как специфической природно-антропогенной группы, их экологической роли в оздоровлении окружающей среды. Почвы городских территорий до последнего времени в значительной степени игнорировались и почвоведомы, чьи исследования сосредотачивались главным образом на сельскохозяйственных и лесных почвах [8].

На высокоурбанизированных территориях загрязнение природной среды является результатом совокупного действия различных производств, транспорта и обширного жилищно-коммунального хозяйства. Компенсаторные силы самой почвы достаточны лишь при очень небольшом в количественном отношении загрязнении почвы. Резкое увеличение нагрузки на почвенные процессы приводит к тому, что процессы самоочищения угнетаются, резко изменяется биоценоз почвы. Увеличение отбросов приводит к следующим неблагоприятным моментам: 1. Изменение воздушной среды - при разложении отбросов в воздух выделяется аммиак, сероводород, метан, индол, скатол. 2. Резко возрастает загрязненность открытых водоемов, а также грунтовых вод и других водоносных горизонтов. 3. Отмечается сильное загрязнение поверхности на территории населенных пунктов. Очистка населенного пункта должна представлять собой единую систему мероприятий, охватывающую всю территорию населенного пункта [1].

19 февраля 1991 года был принят Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды», в котором в отношении почвы определены наиболее важные задачи:

1. Охрана естественных свойств почвы, важных с точки зрения ее плодородия и содержания биомикроэлементов;
2. Охрана почвы от внесения в нее токсических, бластомогенных веществ;
3. Охрана почвы от загрязнения органическими веществами;
4. Правила устройства искусственных покрытий и замощений.

Вопросы санитарной охраны почв отражены в Федеральном законе «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999г. № 52-ФЗ. В Федеральном законе об охране окружающей среды от 10.01.2002г. с изменениями от 22.08.2004г. указано, что почва является объектом охраны от загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения [7].

Специальное законодательство об охране почв существует во многих странах мира. В Германии существует закон об охране почв от вредных загрязнений и восстановления деградированных почв. В Швейцарии принят закон о негативном воздействии на почвы. В Канаде и Великобритании также действуют правовые акты, целью которых является улучшения управления почвами и их защита [4]. Почвы являются самостоятельным объектом правового регулирования. В России

необходимость принятия подзаконных актов о городских почвах назрела давно... Для урбанизированных геосистем в условиях севера почвы имеют исключительную роль. И конечно, принятие адекватных практических мер очень важно и в г. Мурманске, и в городах области.

Городские почвы являются важнейшей составной частью техногеосистемы. Это экологический ресурс, который стремится обеспечить жизнеспособность города. В ландшафтно-геохимической схеме относительной скорости исчезновения из ландшафта экзогенных органических соединений индекс, характеризующий в Мурманской области интенсивность процессов самоочищения вод-0,5, самый низкий по России, а почв - 2 (по 4-бальной шкале) [10]. Однако кислая реакция почвенного раствора подзолистых и торфяных почв увеличивает подвижность загрязняющих элементов, промывной водный режим почв способствует выщелачиванию элементов по почвенному профилю.

Устойчивость функционирования почв на территории города зависит от сохранения целостности площади почв, а также – естественных участков, при необходимости – задерновывания отдельных участков. Обязательно улучшение плодородия вокруг запечатанных земель. Необходимо сохранять экологические функции почв селитебных территорий (причём, в северных урбанизированных геосистемах нецелесообразно использовать раскрашенный щебень вместо фитоценоза), озеленительных участков, рекреационных зон посредством мелиоративных мероприятий: известкованием (что актуально для кислых глинистых почв), органическими удобрениями на основе отходов животноводства или птицеводства, а непосредственно в прибрежной зоне – на основе торфа. Необходимо исключить редкие, прежде всего экстразональные, почвы из хозяйственного использования, создать почвенные заказники на территории области.

### **Литература**

1. Евдокимова, Г.А. Биодинамика процессов трансформации органического вещества в почвах Северной Фенноскандии / Г.А.Евдокимова, И.В.Зенкова, В.Н.Переверзев; РАН, Кол. науч. центр, Ин-т проблем пром. экологии Севера, Поляр.- альп. ботан. сад-ин-т им. Н.А.Аверина.- Апатиты: КНЦ РАН, 2002.- 154с.
2. Звягинцев, Д.Г. Биология почв /Д.Г.Звягинцев, И.П.Бабьева, Г.М.Зенова: [учеб.]- 3-е изд., испр. и доп.- М.: Изд-во МГУ, 2005.- 445с.: ил.
3. Ковда, В.А. Аридизация суши и борьба с засухой / В.А.Ковда.- М.:Наука, 1977.- 272с.
4. Москве – закон о городских почвах. Пресс-релиз Департамента природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы //Вестник экологического образования в России.-2005.- №3 (37).- С14.
5. Никитин, Е.Д. Шагреневая кожа Земли: Биосфера- почва- человек / Е.Д.Никитин, Э.В.Гирусов.- М.: Наука, 1993.- 111с.

6. Русаков, Н.В. Геохимические провинции страны и здоровье населения / Н.В.Русаков, Т.Ю.Завистяева //Гигиена и санитария.- 2006.-№5.- С.100- 102.

7. Соколова, Ю.Ю. Состояние почвенных микробоценозов в зоне аэротехногенного загрязнения / Ю.Ю.Соколова //Экологические проблемы северных регионов и пути решения.: Мат. Межд. конференции. Апатиты, КНЦ РАН. [31 августа 2004г.] Ч.II./ Рос. акад. наук. Кол. науч. центр, ин-т проблем пром. Экологии Севера.- Апатиты: КНЦ РАН, 2004.- С.31-32.

8. Строганова М.Н. Почва как основа устойчивости функционирования городских систем / М.Н.Строганова, Т.В.Прокофьева // Экополис-2000. Экология и устойчивое развитие города. Мат. IIIМеждународной конференции по программе «Экополис» , Москва, Биологический факультет МГУ[24-25 ноября].-М.: РАМН, 2000.-С.113-115.

9. Фокин, А.Д. Почва, биосфера и жизнь на Земле / А.Д.Фокин.- М.: Наука, 1986.- 176с.

10. Экологический атлас Мурманской области: ред. И.А.Вишняков.- М.-Апатиты: ИППЭС КНЦ РАН, 1999.-48с.

11. Jensen, H.L. Notes on the microbiology of soil from northern Greenland // Medd. Greenland. - 1951. -V. 142(8). - P. 23-29.

## **САНИТАРНЫЙ И ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРЕСНОВОДНОГО ФОРЕЛЕВОГО САДКОВОГО ХОЗЯЙСТВА В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Перетрухина И. В.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра Микробиологии и биохимии*)

Article. In this article the results of researches on the health and epizootic condition (microbiota and parasite) in freshwater trout cage farms, located on the river Tuloma, are presented. There are the results of research the bacterial and parasitic diseases of fish. Given the estimation of the state of ecological processes and their environmental impact.

Одним из самых распространенных объектов разведения и акклиматизации является радужная форель. Форель и продукты из нее (балычные изделия, пищевая красная икра и т.д.) относятся к деликатесной продукции, цены и спрос на нее стабильно высоки, поэтому производство форели имеет высокую окупаемость.

В настоящее время при высоком спросе на деликатесную продукцию из лососевых производство товарной форели на Северо-Западе России набирает темпы.

Также это связано с сокращением рыбных запасов в естественных водоемах вследствие ухудшения экологических условий и различных нарушений лова. Лососевые рыбы относятся к наиболее ценным объектам аквакультуры, и возможность их разведения в искусственных условиях имеет большие перспективы [1; 2; 3;4].

Интенсификация же производственных процессов, неизбежная в современном рыбоводстве, влечет за собой усложнение экологической и эпизоотической обстановки в рыбохозяйственных водоемах [5].

В связи с этим перед рыбным хозяйством стоит одна из главных задач – создание благоприятных условий для воспроизводства и увеличения рыбных запасов путем проведения комплекса различных рыбоводно-мелиоративных и рыбоохранных мероприятий.

Радужная форель широко культивируется благодаря своим рыбоводным качествам. В результате многолетней селекции и отбора она хорошо приспособляется к искусственным условиям содержания и усваивает искусственные корма, обладает высоким темпом роста при значительной плотности посадки.

В то же время экономический ущерб, наносимый болезнями рыб, значителен. Частично это объясняется продолжающимся ростом уровня загрязнения окружающей среды, что приводит к резкому увеличению числа бактериальных болезней объектов марикультуры [6].

Одной из основных мер по предупреждению заболеваний выращиваемой рыбы и дальнейшего загрязнения водоема, связанного с



деятельностью форелевых хозяйств, это систематическое наблюдение за их санитарно-эпизоотическим состоянием.

Работа направлена на изучение санитарно-эпизоотического состояния (микробиоценоза и паразитофауны) пресноводного форелевого садкового хозяйства расположенного на реке Тулома с целью обследования на наличие бактериального и паразитарного заболевания, а также получения данных, свидетельствующих о состоянии экологических процессов и степени воздействия их на окружающую среду.

Река Тулома берет начало из оз. Нотозеро, течет с юго-запада на северо-восток и впадает в Верхнюю губу Кольского залива Баренцева моря. Река Тулома имеет хорошо развитую речную сеть с большим количеством проточных озер. Питание р. Туломы, преимущественно, снеговое. Скорость течения воды меняется в течение года в зависимости от притока, возрастая в период весеннего половодья при интенсивном сбросе стока из Верхне-Туломского водохранилища и значительной боковой приточности. Средняя годовая температура воздуха около 0°C.

Согласно результатам химических и бактериологических исследований, проведенных Ленинградским отделением "Гипрокоммунводоканал", река Тулома в санитарном отношении благополучна. При проектировании водозабора водоисточник на реке Туломе по показателям качества воды отнесен к рыбозащитной категории [7].

В период с апреля по сентябрь 2012 года проводили ежемесячные исследования радужной форели и пресной воды из садков, в которых культивировали рыб.

Бактериологические посева из воды, а также со слизистой поверхности кожи и жаберных крышек рыбы были сделаны не позднее 1 часа после отбора проб по общепринятым в микробиологии методам [8;9]. Определялись бактерии группы кишечных палочек и проводилась индикация условно-патогенной для рыб микробиоты. Для учета общей численности бактерий использовался метод люминесцентной микроскопии с окраской клеток акридиновым оранжевым [10]. Для определения учета численности евтрофных бактерий применяли рыбопептонный бульон, а для учета олиготрофных бактерий - среду ММС с дрожжевым экстрактом (50 мг/л) в качестве единственного источника углерода и энергии. Для инкубации посевов использовали три температурных режима (евтрофные бактерии инкубировали при 37°C, 20°C и 10°C; олиготрофные - при 10°C). Паразитологические исследования форели проводили согласно методам, изложенным в учебном пособии «Паразиты лососевидных рыб Фенноскандии» [11] и в соответствии с нормативно-технической документацией [12; 13].

В исследуемый период численность как гетеротрофной, так и олиготрофной групп бактерий в воде и на покровах рыбы достигала высоких значений, в сентябре возрастая в два раза. Что может

свидетельствовать о неблагоприятном состоянии среды под воздействием антропогенного фактора и указывать на незавершенный процесс минерализации органического вещества в период проведения анализа. Отсутствие колиформных бактерий и псевдомонад исключает возникновение инфекционных процессов. Это же подтверждает патологоанатомическое вскрытие рыб, в ходе которого не было обнаружено клинических признаков заболевания.

В мае исследовались несколько экземпляров рыб с увеличенным слизевыделением на поверхности тела. В результате проведения анализа были обнаружены кругоресничные инфузории рода *Trichodina*. В ходе санитарно-ветеринарных мероприятий массового распространения паразитов удалось исключить.

Хозяйству выданы рекомендации по принятию мер для снижения общей численности бактерий.

### **Литература**

1. Грачева, М. Н. Современное состояние и перспективы развития форелевого хозяйства в СССР. - М.: Труды совещ. по вопросам прудового рыбоводства 56, 1952. - 72 с.
2. Савостьянова, Г. Г. Происхождение, разведение и селекция радужной форели в СССР и за рубежом. - Л.: Изв. ГосНИОРХ, 1976, 3 13. - 117 с.
3. Кирпичников, В. С. Генетика и селекция рыб. - Л.: Изв. ГосНИОРХ, 1987, - 520 с.
4. Мамонтов, Ю. П. Аквакультура и ее роль в жизни человека. - М.: Рыбоводство и рыболовство №2, 2000, - с.4-5.
5. Нечаева, Т. А. Эпизоотическое состояние форелевых рыбоводных хозяйств Ленинградской области в зависимости от условий выращивания: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук (03.00.19) / Нечаева Тамара Алексеевна; ГосНИОРХ. - СПб, 2003. - 179 с.
6. Бычкова Л.И., Юхименко Л.Н., Радин И.Д. Результаты проверки противовибриозной вакцины на форели, выращиваемой в садках/ Тез. докл. Науч.- прак. конф. «Марикультура Северо-Запада России». - Мурманск: ПИПРО, 2000. - с. 19-20.
7. Постановление администрации Кольского района «Об утверждении зоны санитарной охраны источника централизованного водоснабжения и сооружений коммунального водопровода села Тулома муниципального образования «Кольский район» Мурманской области» от 8 апреля 2003 г. N 142.
8. Методические указания по санитарно-бактериологической оценке рыбохозяйственных водоемов: МУК №13-4-2/1742 от 27.09.99 г – М: Минсельхозпрод России, 1999. – 16 с.
9. Методические указания. «Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных

объектов»: МУК 4.2.1884-04: утв. Гл. санитар. Врачом Рос. Федерации 03.03.2004. – Введ. 03.03.04. – М.: Изд-во стандартов, 2004. - 50 с.

10. Ильинский, В.В. Бактериопланктон поверхностных вод Центральной Арктики в период календарной весны. / Микробиология. – М.: Изд-во «Наука», 1995. – т. 64. - № 5. – С. 696-704.

11. Паразиты лососевидных рыб Фенноскандии: Учебное пособие/ Ю.Ю. Барская, Е.П. Иешко, Д.И. Лебедева. – Петрозаводск: Росагропромиздат (Букинистика), 2008. - 169 с.

12. «Ветеринарные требования при импорте в Российскую Федерацию живой рыбы, оплодотворенной икры, раков, моллюсков, кормовых беспозвоночных и других гидробионтов» от 23 декабря 1999 г. № 13-8-01/1-17.

13. «Правила ветеринарно-санитарной экспертизы морских рыб и икры» Приказ Минсельхоза России от 13 октября 2009 г. № 462.

**ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ГИДРОБИОНТЫ СОЛОНОВАТЫХ АКВАСИСТЕМ КОЛЬСКОГО ЗАПОЛЯРЬЯ**

Перетрухина А. Т.<sup>1</sup>, Осауленко В. Е.<sup>2</sup> (<sup>1</sup> г. Мурманск, МГГУ, кафедра Микробиологии и биохимии, <sup>2</sup> г. Мурманск, МГГУ, кафедра естественных наук)

**Abstract.** In waters of the Barents Sea and Kola Bay the raised content of oil products and phenols, in separate tests – heavy metals and other pollutants which collect in ground sea deposits is constantly noted. The Kola Peninsula is the chief supplier of polluting substances to the Barents Sea. Among them sulfates, chlorides, nitrogen of ammonium, acids and fats are prevailing. Researches of microbiological and chemical pollution in natural aqua systems of gains special relevance.

В условиях Кольского Заполярья одной из самых актуальных проблем, от решения которой зависит жизнедеятельность человека и других живых организмов, является проблема антропогенного загрязнения. Особое внимание должно быть уделено гидробиологическому мониторингу водных экосистем, который необходимо совершенствовать, подбирая новые критерии экологического нормирования [1; 3; 4; 7].

Гигиенические аспекты решения этой проблемы заключаются в создании оптимальных условий для жизни населения Кольского полуострова. В связи с этим индикация и исследование микробиального и химического загрязнения в естественных экосистемах приобретает особое значение.

Гидробионты в водоемах образуют биоценозы, количественный и качественный состав которых обусловлен рядом физических, химических и биологических факторов. Открытые водоемы отличаются большим разнообразием и непостоянством, как химического состава, так и микронаселения воды.

По данным Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области химические показатели в воде юго-западной части Баренцева моря варьируют: полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – от 0 до 30 нг/л, в сопредельных районах Норвежского моря – от 30 до 50 нг/л. Из индивидуальных ПАУ преобладают флуорантен и соединения, проявляющие проканцерогенную и мутагенную активность – бенз(а)антрацен и бенз(б)флуорантен. Концентрации индикаторного соединения бенз(а)пирена в воде Баренцева моря были ниже, чем в сопредельных районах Норвежского моря, и колебались в интервале 0-2 нг/л. Суммарные концентрации хлорорганических пестицидов в воде исследованных районов варьируют от 5,6 до 31,0 нг/л, полихлорбифенилов (ПХБ) – от 4,92 до 31,7 нг/л.

Концентрации меди, цинка, никеля, марганца, кобальта, железа, свинца и кадмия в воде промысловых районов юго-западной части Баренцева моря и сопредельных районов Норвежского моря не превышают предельно допустимых концентраций, утвержденных для морских рыбохозяйственных объектов. Концентрация хрома во всех пробах воды превышает рыбохозяйственную ПДК (0,001 мг/л). Самые высокие концентрации хрома обнаружены в воде Норвежского моря и струях Норвежского прибрежного течения, что свидетельствует о поступлении этого металла в Баренцево море из сопредельных районов Норвежского моря [3].

Кольский залив – самый крупный фьорд Кольского полуострова – является зоной повышенной экологической загрязненности, испытывающей значительную нагрузку от непрекращающегося сброса мало очищаемых промышленных, хозяйственно-бытовых и ливневых сточных вод г. Мурманска, а также городов, поселков и предприятий, расположенных на его берегах, особенно в южной и средней его частях. Кроме того, в акватории залива и на прилегающих территориях размещаются рыбный и торговый порты, ряд рыбоперерабатывающих предприятий, животноводческие фермы, базируется военный флот. Не меньшее влияние оказывает на экосистему Кольского залива концентрация большого количества судов в Кольском заливе и густая заселенность его побережья. Свое отрицательное влияние на качество воды оказывают выпадение загрязняющих веществ из атмосферы, а также поступление их с выпадающими в залив реками и ручьями.

В Кольский залив береговыми предприятиями и флотами ежегодно сбрасывается около 60–80 млн м<sup>3</sup> хозяйственно-бытовых, производственных и ливневых сточных вод, из них 60–70 млн м<sup>3</sup> без очистки. Со сточными водами в залив поступает в год около 13 тыс. т органических и взвешенных веществ и столько же сухого остатка, 1 тыс. т азотистых соединений, 850 т жиров, более 100 т фосфатов, около 70 т детергентов (СПАВ) и столько же нефтепродуктов, 35 т металлов, более 2 т фенолов и другие загрязняющие вещества.

В водах залива постоянно отмечается повышенное содержание нефтепродуктов и фенолов, в отдельных пробах – тяжелых металлов и других загрязнителей, которые накапливаются в донных морских отложениях.

Кольский полуостров является главным поставщиком загрязняющих веществ в Баренцево море. Преобладающими среди них являются сульфаты, хлориды, аммонийный азот, кислоты и жиры. Баренцево море представляет собой типично шельфовое море, речной сток в него невелик [2]. Отмечено, что приоритетными токсикантами поверхностных вод Кольского Севера являются тяжелые металлы. При оценке токсичных свойств металлов учитывается, что экологическую опасность представляют ионные формы [4].

Загрязнению подвержены заливы и губы Баренцева моря, в пределах которых расположены города и поселки, имеющие производственную и хозяйственную деятельность.

В морской воде ежегодно определяются нефтяные углеводороды, взвешенные вещества и растворенный кислород; проводится анализ на содержание биогенных элементов, металлов, детергентов, БПК<sub>5</sub>, фенолов и хлорорганических пестицидов.

Согласно докладу Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области воды залива загрязнены нефтепродуктами, максимальные концентрации которых превышают ПДК в 20–30 раз, а поверхность залива постоянно покрыта нефтяной пленкой. Содержание в заливе фенолов в среднем превышает ПДК в 5–6 раз. Воды загрязнены также аммонийным азотом, взвешенными и органическими веществами, хлорорганическими пестицидами. Постоянное присутствие загрязняющих веществ в воде приводит к их накоплению в донных отложениях, преимущественно южном и среднем коленах залива, входящих в промышленную зону городов Мурманск и Североморск, где их содержание в несколько раз выше, чем в других районах моря. В водах залива постоянно отмечается повышенное содержание нефтепродуктов и фенолов, в отдельных пробах – тяжелых металлов. По комплексной оценке залив относится к пятому классу качества, и воды его характеризуются как грязные [2].

Результаты гидробиологических исследований прошлых лет подтвердили высокую антропогенную нагрузку на биоценозы Кольского залива. На это указывает низкое видовое разнообразие планктонных и бентосных сообществ, резко выраженное доминирование определенных форм, массовое развитие сапрофитной микрофлоры. Нами изучен видовой состав бактерий Кольского залива по зонам сапробности.

В полисапробной зоне преобладают (до 60 %) грамотрицательные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы, представленные следующими родами бактерий: *Cytrobacter*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Chromobacterium*, *Aeromonas*, а также грамотрицательные аэробные палочки родов *Flavobacterium*, *Alcaligenes* и *Pseudomonas*. Наиболее часто встречаются бактерии рода *Pseudomonas*.

Грамположительные палочки и кокки, образующие эндоспоры, и грамположительные кокки составили 28–30 % и представлены родами *Bacillus*, *Clostridium*, *Micrococcus* и *Enterococcus*. На долю остальных приходится около 10 %.

В мезосапробной зоне количество грамотрицательных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов составило около 40 %, а количество грамположительных кокков и грамположительных палочек и кокков, образующих эндоспоры, от 45 до 50 %. Таким образом, доля

грамположительных кокков и палочек была больше, чем в полисапробной зоне. В этой зоне род *Enterococcus* также является доминирующим.

В олигосапробной зоне количество грамположительных кокков, грамположительных палочек и кокков, образующих эндоспоры составило около 75 %. Количество грамотрицательной микрофлоры - до 15–18 % .

В результате проведенных исследований нами отмечено, что в воде Кольского залива преобладают бактерии: из аэробных грамотрицательных – роды *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter* и др.; из грамотрицательных факультативно-анаэробных – роды *Proteus*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Aeromonas* и др.; из грамположительных неспоровых – род *Enterococcus*, споровых – роды *Bacillus*, *Clostridium*; в грязной воде (полисапробная зона) преобладали бактерии рода *Pseudomonas*. В мезо- и олигосапробной зонах доминировали кокковые бактерии родов *Micrococcus*, *Enterococcus* и др.

По отношению к индикаторным колиформным микроорганизмам *Ps. aeruginosa* проявляет антагонистические свойства. Эти бактерии более устойчивы к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, обладают патогенными свойствами для животных и человека, что позволяет отнести *Ps. aeruginosa* к санитарно-показательным микроорганизмам. Они являются наиболее чувствительными индикаторами биологического загрязнения северных водоемов, что подтверждается и другими исследователями [5].

Следующий этап работы состоял в том, чтобы дать оценку уровня загрязненности основных промышленных объектов Баренцева моря.

Совместные исследования МГТУ, ММБИ, ПИНРО и Мурманской морской инспекции госкомэкологии, проведенные ранее, дали возможность оценить современный уровень загрязненности основных промышленных объектов Баренцева моря [2]. Содержание нефтяных углеводородов (н-парафинов) в промысловых рыбах и беспозвоночных Баренцева моря соответствует уровню содержания природных биогенных углеводородов; содержание полициклических ароматических углеводородов в мышцах рыб, а также в мясе моллюсков и камчатского краба свидетельствует о незначительном загрязнении гидробионтов Баренцева моря канцерогенными соединениями; существующий уровень содержания тяжелых металлов, пестицидов и поли-хлорбифенилов в промысловой ихтиофауне и донных беспозвоночных Баренцева моря не превышает нормативов, установленных Минздравом РФ для морских рыб, моллюсков и ракообразных; активность цезия-137 в промысловых рыбах, моллюсках и ракообразных Баренцева моря значительно ниже временно допустимого уровня, утвержденного Госсанэпиднадзором РФ для пищевых продуктов [3; 5].

Суммарное содержание полиаренов в мускуле исландского гребешка составляло 2,7–7,9 нг/г, максимальное их содержание отмечено в моллюсках Канино-Колгуевского поселения. В мышцах камчатских крабов, обитающих в западных прибрежных районах (Варангер-фьорд, Мотовский залив, губа Долгая), ПАУ составила 0,8-1,4 нг/г. Отмеченный уровень накопления ПАУ донными беспозвоночными в Баренцевом море в несколько раз ниже, чем в этих же видах животных, обитающих в Балтийском море. Среднее содержание н-парафинов в мягких тканях исландского гребешка и камчатского краба не превышало 2 мкг/г сырой массы, что соответствует уровню содержания природных биогенных углеводов.

В промысловых видах водорослей-макрофитов (ламинарии сахаристой, фукусах и аскофиллуме), растущих в прибрежной зоне Кольского залива, активность  $^{137}\text{Cs}$  составила 3,1–5,4 Бк/кг. Большой уровень характерен для водорослей из хозяйственно освоенных губ – Корабельная и Почниха [3; 6].

Содержание металлов в макрофитах зависит от возраста тканей водоросли и участков талома. Наблюдения 1998 г. показали, что уровень содержания в них металлов не превышает ПДК, в отличие от прошедших лет наблюдений [6].

### Литература

1. Абакумов В.А., Сущеня Л.М. Гидробиологический мониторинг пресноводных экосистем и пути его совершенствования // Экологические модификации и критерии экологического нормирования. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 41–52.
2. Доклад Государственного комитета по охране окружающей среды Мурман-ской области. – Мурманск, 1995- 2011 гг.
3. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г. Уровни радиоактивности в Баренцевом, Печорском, Карском, Белом морях и в море Лаптевых. Безопасность питьевой воды и продовольствия. – Мурманск, 1997. – С. 46.
4. Моисеенко Т.И. Экотоксикологический подход к нормированию антропогенных нагрузок на водоемы Севера // Экология. – 1998. – № 6. – С. 452–461.
5. Перетрухина А.Т. Микробиологический мониторинг водных экосистем Кольского заполярья / дис. на соискание ученой степени доктора биологических наук. – Мурманск, 2002. – 246 с.
6. Плотицына Н.Ф. Загрязняющие вещества в промысловых рыбах, моллюсках и ракообразных Баренцева моря // Безопасность питьевой воды и продовольствия. – Мурманск, 1997. – С. 46–51.
7. Экологический мониторинг морей Западной Арктики (от концепции к практике): Тез. докл. междунар. конф. 23–25 октября 1997 г., г. Мурманск. – Мурманск: ООО «МИП-999», 1997. – 168 с.



## МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МИДИЙ *MYTILUS EDULIS* L., ЛИТОРАЛИ СРЕДНЕГО КОЛЕНА КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Узбекова О. Р., Перетрухина И. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Микробиологии и биохимии)

**Abstract.** In this article are presented the data about sanitary-microbiological and parasitological indicators of mussels *Mytilus edulis* L., picked from littoral of Kola Bay for the purpose of their food safety assessment. The results shown that mussels from Kola Bay are not available for use them as food primary product, but they may be use for feed.

В процессе фильтрации воды моллюски способны накапливать в своем организме разнообразную микробиоту, в том числе патогенную для человека [1]. Поэтому с целью безопасного употребления моллюсков в пищу, необходимо контролировать гигиенические требования к мясу мидий на перерабатывающих предприятиях.

*Цель и задачи работы.* Целью данной работы явилась оценка пищевой безопасности мидий *Mytilus edulis* L., обитающих на литорали Кольского залива.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

1. Исследовать динамику численности санитарно-микробиологических показателей мидий по СанПиН 2.3.2.1078-01 [2] в связи с их морфометрическими параметрами;
2. Провести паразитологический анализ мидий в соответствии с МУК 3.2.988-00 [3];
3. Разработать рекомендации по использованию мидий *Mytilus edulis* L. в качестве продуктов питания и кормовых добавок для животных.

Объект исследования – мидии *Mytilus edulis* L., собранные с литорали бухты Белокаменка среднего колена Кольского залива.

Отбор проб моллюсков проводился с октября 2011 – по январь 2012 года по ГОСТ Р ИСО 7218-2008 [4], с соблюдением правил асептики, в стерильные стеклянные банки с закручивающимися крышками вместе с морской водой.

Живых моллюсков группировали по категориям большие, средние и маленькие в зависимости от их размеров.

Подготовка проб и санитарно-микробиологический контроль двустворчатых моллюсков проводился согласно Инструкции по санитарно-микробиологическому контролю мидий в районах их выращивания, на

обрабатывающих предприятиях и по очистке мидий от бактериального загрязнения, 1988 г.

Паразитологические следования мяса мидий производили по МУК 3.2.988-00.

Полученные нами пробы мидий были разделены по размерам: маленькие (0.5 – 1.5 см), средние (1.5-3.0 см) и большие (более 3-х см). Большие экземпляры животных соответствуют категории крупных мидий, рекомендованных для изготовления высоко-пищевой продукции, остальные подходят под категорию мелких мидий некондиционного размера.

При исследовании микробиоценоза моллюсков в зависимости от размеров, было выявлено, что самая большая численность (от  $10 \cdot 10^3$  до  $18 \cdot 10^3$  КОЕ/г) бактериальных клеток наблюдается в мелких мидиях некондиционного размера. Минимальная численность микроорганизмов составляет от  $1 \cdot 10^3$  до  $2 \cdot 10^3$  КОЕ/г в крупных мидиях (рис. 1).

Таким образом, категория крупных мидий, выловленных в водах Кольского залива, пригодна к использованию для изготовления кулинарной, консервированной, вяленой продукции и пресервов [5]. По нормированным показателям СанПиН 2.3.2.1078-01 в этих продуктах КМАФАнМ допускается в пределах от  $2 \cdot 10^4$  до  $2 \cdot 10^5$  КОЕ/г.

В свою очередь, из мелких мидий некондиционного размера, не возможно изготовление гидролизата, так как пределы его КМАФАнМ по НТД не более  $5 \cdot 10^3$  КОЕ/г. Другие виды технологической переработки вполне допустимы, поскольку общая численность бактерий в таких продуктах должна быть не более  $5 \cdot 10^4$  КОЕ/г.

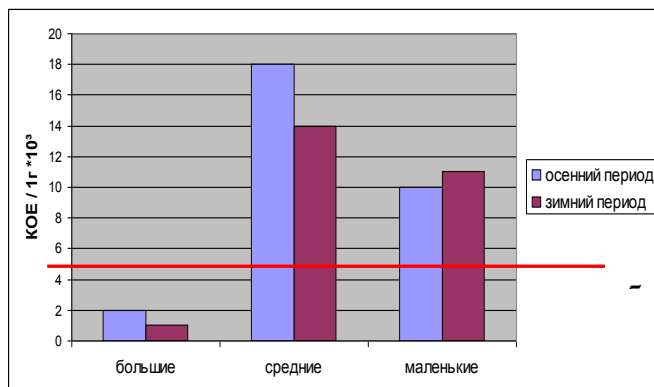


Рис.1. Изменения КМАФАнМ в мясе больших, средних и маленьких мидий в осенний и зимний периоды при температуре хранения 6 °С.

— - допустимые нормативы для мидий по СанПиН 2.3.2.1078-01.

При определении наличия БГКП их присутствие наблюдалось во всех пробах живых мидий на всем периоде исследования, та же ситуация прослеживается и при исследовании моллюсков на присутствие бактерий рода *Enterococcus*, что является показателем возможного свежего фекального загрязнения среды их обитания.

В исследуемой продукции не были обнаружены: сульфит-редуцирующие кластерии, бактерии рода *Salmonella* и *S. aureus* во всех пробах на протяжении всего срока хранения.

При проведении паразитологических исследований мяса живых моллюсков: больших, средних и маленьких размеров личинки нематод не обнаружены.

Таким образом, моллюски, выловленные в водах Кольского залива не соответствуют нормативно-технической документации по таким санитарным показателям, как КМАФАнМ (средние и маленькие моллюски) и наличию БГКП. Не рекомендуется хранить мидии в живом виде. Для улучшения качества данного вида продукта применяют выдерживание моллюсков в проточной воде.

Мидии литорали Кольского залива по показателям КМАФАнМ могут быть использованы в качестве сырья для приготовления продуктов питания и кормовых добавок для сельскохозяйственных животных, кроме изготовления гидролизата.

### **Литература**

1. Гудимов А. В. Двустворчатые моллюски как эффективные биофильтры и мониторы качества вод // Экологические проблемы Севера Европейской территории России: Тез. докл. всероссийского совещания. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1996. - С. 52.
2. СанПиН 2.3.2.1078-01. «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».
3. МУК 3.2.988-00. «Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки. Методические указания».
4. ГОСТ Р ИСО 7218-2008. «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Общие требования и рекомендации по микробиологическим исследованиям».
5. Газдиева, С. В. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Беломорские мидии *Mytilus edulis* L. основы культивирования и полезная из них продукция / С.В. Газдиева – Москва, 2004. – 177с.

**Некоторые вопросы  
математики и её  
преподавания в высшей  
школе**

**О РЯДЕ ГИЛЬБЕРТА ОДНОЙ АССОЦИАТИВНОЙ АЛГЕБРЫ**

**Богомолов Р. А., Богомолова И. В.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ, кафедра М и ММЭ)

**Abstract**

A full description of the Hilbert series of the linear unitary associative algebra given by generators  $x, y$  and relations  $x^3 + y^3 = 0$ ,  $xy = 0$ , is presented.

В работе [1] был построен базис алгебры  $A$  – факторалгебры свободной линейной ассоциативной алгебры с единицей с двумя образующими  $x, y$  над произвольным полем  $F$  по ее идеалу  $J = (x^3 + y^3, xyx)$ . Поскольку  $J$  однороден, то  $A = \coprod_{n=0}^{\infty} A_n$ , где  $A_n$  – компонента  $A$ , состоящая из ассоциативных многочленов степени  $n$ . Положим  $h_n = \dim_F A_n$  и введем ряд Гильберта алгебры  $A$ :  $H(t) = \sum_{n=0}^{\infty} h_n t^n$ .

Нами получено следующее описание суммы ряда  $H(t)$ .

**Теорема 1.**  $H(t) = \frac{3+3t+4t^2+2t^3}{1-t^3-t^4} - 2 - t + t^3 + 2t^4 + 2t^5 + t^6$ .

Понятно, что для определения значений  $h_n$  достаточно разложить  $F(t) = \frac{3+3t+4t^2+2t^3}{1-t^3-t^4}$  в степенной ряд  $\sum_{n=0}^{\infty} f_n t^n$ , в связи с чем получены следующие формулы для  $f_n$ .

**Теорема 2.**

$$f_n = 3 \sum_{\frac{n}{4} \leq k \leq \frac{n}{3}} C_k^{n-3k} + 3 \sum_{\frac{n-1}{4} \leq k \leq \frac{n-1}{3}} C_k^{n-1-3k} + 4 \sum_{\frac{n-2}{4} \leq k \leq \frac{n-2}{3}} C_k^{n-2-3k} + 2 \sum_{\frac{n-3}{4} \leq k \leq \frac{n-3}{3}} C_k^{n-3-3k} \quad (k \in \mathbf{Z}).$$

**Теорема 3.**  $f_0 = f_1 = 3$ ,  $f_2 = 4$ ,  $f_3 = 5$ ;  $f_n = f_{n-3} + f_{n-4}$  при  $n > 3$ .

**Теорема 4.**  $f_n$  = ближайшее целое к числу

$$\left( \frac{3+3\lambda+4\lambda^2+2\lambda^3}{(3+4\lambda)\lambda^{n+3}} + 2(6r3\cos n\varphi+4r2(3+2r2)\cos n+1\varphi+r9+16r2\cos n+2\varphi+33+4r2\cos n+3\varphi+12r\cos n+4\varphi)9+24r\cos\varphi+16r2rn+3 \right)$$

$$\text{здесь: } \lambda = \frac{\sqrt{2\left(1-2z+\frac{1}{\sqrt{1+4z}}\right)}-\sqrt{1+4z}-1}{4},$$

$$r = \sqrt{\frac{z}{2}\left(1-\frac{1}{\sqrt{1+4z}}\right)},$$

$$\varphi = \pi - \arctg\left(\frac{\sqrt{2\left(-1+2z+\frac{1}{\sqrt{1+4z}}\right)}}{1-\sqrt{1+4z}}\right), \quad z = \sqrt[3]{-\frac{1}{2}+\frac{1}{6}\sqrt{\frac{283}{3}}} + \sqrt[3]{-\frac{1}{2}-\frac{1}{6}\sqrt{\frac{283}{3}}}.$$

**Замечание.** Радиус сходимости ряда Гильберта  $H(t)$  равен  $\lambda \approx 0,8191743$ .

**Литература**

1. Богомолов Р. А., Богомолова И. В. О ЛИНЕЙНОМ БАЗИСЕ ОДНОЙ АССОЦИАТИВНОЙ АЛГЕБРЫ / Богомолов Р. А., Богомолова И. В. // Наука и образование — 2012 [Электронный ресурс] : материалы межд. науч.-техн. конф., Мурманск, 2—6 апреля 2012 / МГТУ. — Электрон. текст дан. (30 Мб). — Мурманск : МГТУ, 2012. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). — С. 1044-1045 — Гос. рег. НТЦ "Информрегистр" № 0321201102

**ОПИСАНИЕ ЯДРА ОТОБРАЖЕНИЯ НОРМЫ  
МУЛЬТИПЛИКАТИВНЫХ ГРУПП КОНЕЧНЫХ ПОЛЕЙ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ 2**

**Богомолов Р. А., Богомолова И. В.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ, кафедра М и ММЭ)

**Abstract**

A description of the group structure of the kernel of the norm homomorphism of multiplication groups in case of an extension of degree 2 of characteristic 2 finite fields is presented.

Все необходимые для понимания дальнейшего определения, обозначения, термины и утверждения читатель найдет в [1].

Пусть  $L/F$  – расширение степени 2 конечных полей характеристики 2; известно, что  $L = F(t)$ , где  $t$  есть корень неприводимого многочлена вида  $x^2 + x - a$  с некоторым  $a \in F$ . Пусть  $N: L^* \rightarrow F^*$  – соответствующее отображение нормы,  $K = \text{Ker}N$ . Очевидно,  $K$  есть подгруппа мультипликативной группы  $L^*$ .

Положим  $\tilde{F} = F \cup \{\infty\}$ . Снабдим  $\tilde{F}$  бинарной операцией  $*$  по правилу:

$$u * v \stackrel{\text{def}}{=} \frac{a + uv}{1 + u + v}, u, v \in F, 1 + u + v \neq 0; \quad (1)$$

$$u * v \stackrel{\text{def}}{=} \infty, u, v \in F, 1 + u + v = 0; \quad (2)$$

$$u * \infty = \infty * u \stackrel{\text{def}}{=} \infty, u \in \tilde{F}. \quad (3)$$

**Теорема 1.** Операция  $*$  задает на множестве  $\tilde{F}$  структуру коммутативной группы с единицей  $\infty$ , обратным к  $v \in F$  является элемент  $-1 - v$ .

**Теорема 2.** Отображение  $u \mapsto 1 + \frac{1}{t+u}$ ,  $u \in F$ ,  $\infty \mapsto 1$ , задает изоморфизм группы  $\tilde{F}$  на группу  $K$ .

Литература

1. Ленг С. Алгебра. – М.: Мир, 1968.

## **ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ** **Богословская Н. М., Харитонов И. Ю.** (г. Дзержинск, НГТУ *им. Р.Е.Алексеева, кафедра Прикладной математики и информатики*)

Presented for discussion interactive teaching methods mathematics at the Technical University. Executing lectures, practical lessons, independent work of students. Executing of exams, of tests, calculation and graphic works. Discussed the relationship of lectures and practical works and recommendations for their implementation.

В настоящее время в связи с возросшей ролью математики в современной науке и технике необычайно большое число будущих инженеров, биологов, экономистов и т.д. нуждается в серьезной математической подготовке, которая давала бы возможность математическими методами исследовать широкий круг новых проблем, применять современную технику, использовать теоретические достижения в практике.

В свете этих положений пути и способы интенсификации процесса обучения по математике в техническом вузе является актуальной. Актуальность избранной темы исследований определяется потребностью получения каждым выпускником вуза общего представления о том, что такое математика и математическая модель, в чем заключается математический подход к изучению явлений реального мира, как его можно применять и что он может дать.

Новизна выбранного направления исследований определяется недостаточной разработкой проблемы профессионального направления обучения математики.

Целью данного исследования являлось изучение отдельных моментов проблемы математического образования: выбором объема и содержания математических курсов, определением целей обучения, правильного сочетания широты и глубины изложения, строгости и наглядности.

В задачи исследования входил выбор наиболее эффективных и рациональных путей обучения с учетом ограниченного времени, отводимого на изучение математики.

Изменение роли математики в современном мире, утверждение ее в качестве одного из важнейших методов познания и решения задач практики в настоящее время находит отражение во всей системе образования.

Математика в вузах должна выйти из состояния вспомогательного предмета, изучение которого необходимо для понимания других предметов. Изучение высшей математики и приобретение умения использовать ее аппарат для решения интересных задач составляет одну из



важнейших сторон высшего образования. В связи с техническим прогрессом изменились многие интересные задачи: они стали сложнее и их решение требует введения новых понятий. Изменился и подход к практическим интересным задачам. Если раньше инженер мог, исходя из технической проблемы, «поставить» задачу и предоставить ее решение математику-вычислителю, то сейчас во многих инженерных задачах построение расчетной модели настолько тесно переплетаются с процессом вычислений, что разделить эти процессы во многих случаях не представляется возможным. В связи с этим значение математических методов, изучаемых в курсах высшей математики при подготовке инженеров, приобретает значительную роль [1].

При реальной работе в области приложений математики нужно уметь сформулировать на языке математики конкретные задачи физики, химии, т.е. построить математическую модель рассматриваемого явления. Правильное формулирование задачи – это научная проблема не менее сложная, чем само решение задачи. Правильная постановка задачи требует полного понимания проблемы и знания соответствующих областей математики.

Постановка задачи, выбор метода решения требует широкой математической подготовки.

Для того, чтобы знать, чему учить, надо прежде всего преподавателю математики быть достаточно образованным человеком в области математики. Методика преподавания математики характеризуется достаточно глубоким изучением основных математических понятий и неперегруженностью второстепенными деталями. Большое внимание обращается на постоянные контакты преподавателей со студентами, на индивидуальную работу с каждым студентом, на своевременную помощь, на максимальное содействие развитию у него инициативы и навыков самостоятельной работы, на воспитание на основе прочных знаний уверенности в собственных силах, все это вместе взятое позволяет более широко и свободно раскрыться индивидуальным математическим наклонностям отдельных студентов. В результате перегруженности получаемой информации и практической невозможности ее освоить даже способный студент может потерять интерес к изучаемому предмету [2].

Обучение должно быть построено так, чтобы в его процессе студент, получая знания, восхищался мудростью тех, кто принес людям эти знания.

Одним из необходимых условий для получения студентом по настоящему твердых знаний, является наличие достаточного времени для того, чтобы он имел возможность усвоить и обдумать полученную информацию.

Результат обучения оценивается не количеством сообщаемой информации, а качеством ее усвоения, умением ее использовать и

развитием способностей обучаемого к дальнейшему самостоятельному образованию.

Эффективность учения во многом зависит от его организации. Учебные планы должны учитывать загрузку студента, т.е. то, что студенту одновременно надо изучать ряд предметов в равной степени обязательных и сдать по ним экзамены и зачеты. Успех педагогического процесса не в том, что начитано на лекции, а в том, что в результате усвоено студентами.

Основной задачей преподавания математики, наряду с обучением самой математики, является задача научить человека думать. Преподаватель должен научить студентов четко и формулировать постановку задач и уметь разбираться в том, что является истинным решением задачи и что пустым.

Особое место в учебном процессе занимает лекция, она играет в нем основополагающую роль, направляет его, определяет его содержание и уровень. От качества лекций во многом зависит и качество всего обучения. Содержание лекции должно отвечать высоким требованиям как в научном, так и в методическом отношении, достаточно полно освещать программный материал и представлять собой логически законченное его изложение. Объем сведений, сообщаемых на лекции, должен быть достаточным для того, чтобы студент, усвоивший их, мог выдержать соответствующий экзамен. Необходимо, чтобы студенты и поняли лектора, и записали то, что им рассказано. Большинство студентов может активно и успешно использовать лекции в процессе обучения, только имея достаточно хорошие их записи, поэтому преподаватель время от времени должен брать непосредственно после лекций десятки тетрадей с записями, сделанными студентами, чтобы посмотреть, что зафиксировано в записях.

Важным этапом обучения математики являются также практические занятия. Для того, чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, их содержание должно быть хорошо согласованно с лекционным материалом: если студент и на лекциях, и на практических занятиях будет знакомиться с одной и той же точкой зрения на изучаемые им понятия, будет закреплять на практических занятиях приобретенные им теоретические знания как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения задач, то он не только хорошо усвоит этот материал и научится применять его на практике, но и получит дополнительный стимул для активной проработки лекций.

Очень вредно проведение несогласованных лекций и практических занятий, когда на лекциях и практических занятиях рассказываются в одних и тех же вопросах с разных точек зрения, основываясь на разных определениях и на разной последовательности изложения отдельных фактов. Это наносит вред математическому образованию студентов, снижает его эффективность, делает процесс обучения более трудным для студентов.

Практическое занятие для студентов – это коллективные занятия.

Одним из методов, который приносит успех при изучении математики, является перенесение элементов игры в процесс обучения. Эти элементы возбуждают дополнительный интерес, появляются чувства азарта и соревнования, быстрее работает мысль, а в результате приобретаются крепкие знания и умение их применять. При овладении математикой большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа [3].

Экзамен является важным этапом процесса образования и заслуживает особого внимания.

Экзамен должен быть хорошо подготовлен, студенты должны быть заранее поставлены в известность, что именно будут их спрашивать на экзамене. В результате экзамена студент должен понять, почему он получил именно ту экзаменационную отметку, а не другую.

Студент в результате экзамена должен осознавать, что если он добросовестно проработал лекции, понял изложенные в них идеи, разобрался в задачах, решаемых на практических занятиях, то это существенно облегчило ему подготовку к экзамену и гарантировало успешную его сдачу. Экзамен должен помочь студенту глубже вникнуть в предмет, задуматься над структурой изучаемого курса.

Особое внимание должно быть уделено интеграции математики и информатики. В целях практического использования математических методов исследования в различных прикладных областях необходимо внедрять и курс информатики разработки алгоритмов и программ, использующих математические методы, в частности, методы аналитической геометрии, теории графов и др. для решения более общих задач, например, задач оптимизации. Это, с другой стороны, позволит более детально разобраться в тонкостях математических методов и в возможностях их применения для решения конкретных практических задач. Наиболее целесообразной формой проведения занятий является заочная работа студентов над курсовым проектом по индивидуальным заданиям, т.к. эта форма предполагает расширение кругозора студента за счет овладения дополнительными, не рассматриваемыми в общих курсах, знаниями, требующимися для решения поставленной задачи. Выполнив курсовую работу, студент пройдет через все этапы применения математики для решения практических задач. Умение использовать общие математические понятия и принципы, умение анализировать и обобщать, рассуждать и обосновывать – вот те навыки, которые необходимы профессионалу.

### **Литература**

1. Полякова, А.А. Новый подход к инженерному образованию: теория и практика открытого доступа к распределенным информационным и техническим ресурсам / А.А.Полякова. – М.: Центр-Пресс, 2009.

2. Романов, А.Н. Технология дистанционного обучения в системе экономического обучения / В.С.Торопов, Д.Б.Григорович. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008.

3. Гаврилюк, В.В. Компетентный подход к профессиональному образованию / В.В.Гаврилюк, Г.Г.Сорокин // Образование и общество. № 3, 2006, С.46-52.

## **СЕТЕВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ РЕСУРС ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА»**

**Бычкова С.М.** (г. Мурманск, МГТУ, каф. ВМ и ПО ЭВМ)

### **Abstract**

The Web-based educational resource for the discipline «Theory of Probability and Mathematical Statistics» is described in the paper. Resource is being created to support practical training in the discipline.

### **Введение**

Разработка качественных электронных образовательных ресурсов является актуальной задачей.

В настоящее время на кафедре ВМ и ПО ЭВМ ведется разработка сетевого образовательного ресурса по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» как средства поддержки практических занятий.

Данный ресурс объединяет в себе следующее:

- справочные материалы по каждому занятию;
- автоматизированный контроль результатов обучения;
- организация взаимодействия между преподавателем и студентом.

Целью создания такого ресурса является повышение мотивации студентов к изучению дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» и уменьшение нагрузки в работе преподавателя.

### **Структура и описание ресурса**

По своему назначению разрабатываемый сетевой ресурс является электронным практикумом, который охватывает следующие темы дисциплины:

- «Вероятности событий» (6 аудиторных практических занятий);
- «Случайные величины» (6 аудиторных практических занятий);
- «Системы случайных величин. Функции от случайных величин» (3 аудиторных практических занятия);
- «Основы математической статистики» (3 аудиторных практических занятия).

По каждому занятию темы приводится краткая теоретическая справка, необходимая для решения задач. Для каждого занятия предусмотрен список аудиторных и домашних заданий. Каждое аудиторное задание сопровождается полным или кратким решением.

Ресурс предоставляет функцию для автоматизированного контроля успеваемости студентов.

Предусмотрено два режима доступа к ресурсу: режим «преподаватель» и режим «студент».

Режим доступа «преподаватель» позволяет преподавателю выступать в роли администратора. Преподаватель может расширять и сужать список фамилий студентов в системе. Преподавателей, обладающих правами администратора, может быть несколько, поскольку практические занятия у групп могут вести разные преподаватели. Преподаватель может изменять и свои персональные данные.

Поскольку каждая аудиторная задача имеет решение, преподаватель имеет возможность разрешить для студентов доступ к решению, когда посчитает это необходимым. Например, после проведения практического занятия в аудитории или перед контрольной работой.

Ресурс предоставляет для преподавателя удобную фильтрацию по фамилии студента для просмотра его результатов по отдельному занятию, теме и по дисциплине в целом.

Режим доступа «студент» позволяет студенту проходить все формы контроля, иметь доступ к содержимому практических занятий дисциплины и отслеживать свой рейтинг.

Все домашние задания должны быть отработаны студентом. К каждой задаче из списка домашнего задания предусмотрено поле для числового ответа. Внесенный студентом ответ для решенной задачи сравнивается с ответом, который хранится в базе. Система автоматически проверяет результаты домашней работы студента и заносит их в базу. Студенту нужно также прислать фотографию «черновика» с выполненным домашним заданием или набранное решение в формате MS Word. Таким образом, преподаватель в течение двух недель может исправить баллы, рассчитанные системой за домашнее задание, как в положительную сторону (например, решение было верным, но в расчеты закралась ошибка), так и в отрицательную сторону. По истечению срока двух недель, после отправки домашнего задания, баллы рассчитанные системой, заносятся в результаты студента, а его «черновик» удаляется из базы.

Контрольные работы, которые выполняются в домашнем режиме, присылаются преподавателю на проверку как фотографии рукописных решений. Фотографии хранятся в базе до тех пор, пока преподаватель не внесет отметку о сдаче экзамена студентом.

Для форм контроля, которые выполняются в аудитории, студенту не нужно присылать «черновики» с решениями. Студент заносит числовой ответ к задаче в предусмотренное для этого поле. Ответы студента к задачам сравниваются с ответами, хранящимися в базе. Система выдает студенту результат проверки формы контроля после завершения её прохождения.

По теме «Основы математической статистики» предусмотрено выполнение расчетно-графического задания (РГЗ). Ресурс предоставляет возможность выполнить это РГЗ в режиме «демонстрационной версии», когда студенту доступны все формулы и определения, а также система немедленно сообщает об ошибке в вычислениях. Система предоставляет возможность выполнить РГЗ на оценку один раз. При этом результат выполнения предоставляется в конце работы. При отрицательном результате студент может выполнить РГЗ повторно, но для этого преподавателю необходимо удалить из системы предыдущий результат. Все графические построения, предусмотренные в РГЗ, выполняются автоматически ресурсом по тем данным, которые рассчитаны и введены пользователем.

Для студента практикум удобен тем, что содержит все необходимые материалы для успешного прохождения практических занятий. По каждому занятию, по каждой теме и по дисциплине в целом студенту доступен его рейтинг и соответственно его «долги», которые он должен ликвидировать, чтобы быть допущенным к экзамену.

Ресурс позволяет взаимодействовать преподавателю и студенту. Для преподавателя разработана специальная форма с набором инструментов, которые позволяют выделять ошибки на фотографиях рукописных решений студентов (Рис. 1). Форма позволяет выбранным цветом пометить спорные или неверные места в решении, вносить текстовые записи, выполнять геометрические построения для более глубокого пояснения ошибки студенту. Поправленная таким образом фотография, снова отправляется студенту.

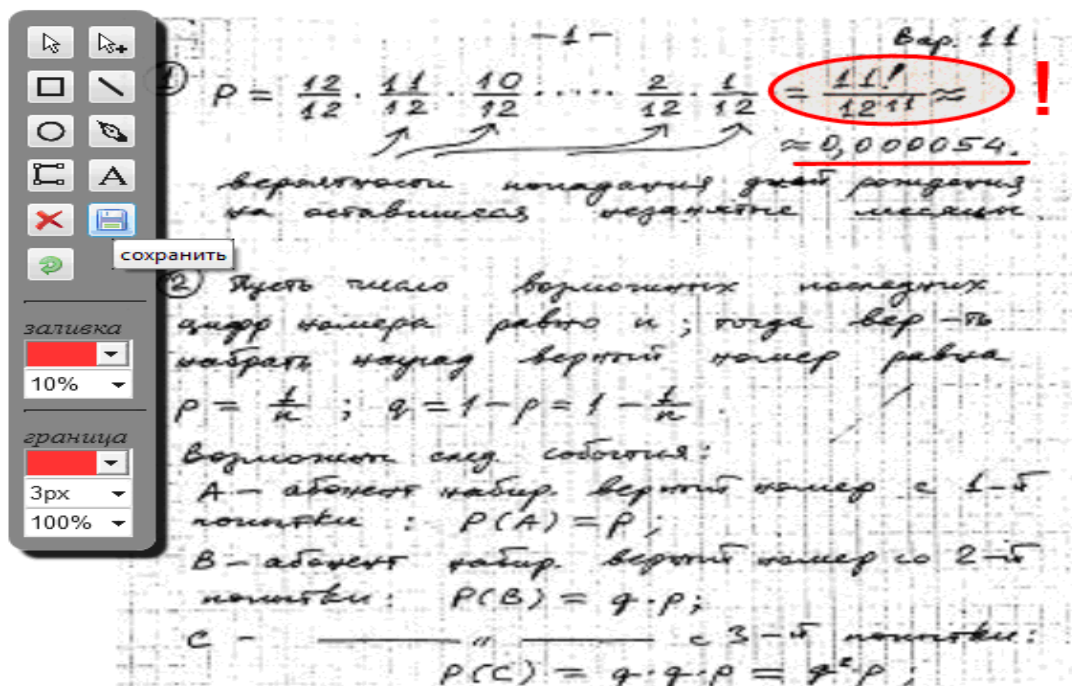


Рисунок 1. Пример внесения исправлений на фотографии с решением

В домашнем задании, которое получено преподавателем в формате MS Word, можно помечать ошибки средствами MS Word и отправлять файл с изменениями студенту.

### **Инструменты для разработки**

В качестве системы управления базой данных используется СУБД MySQL 5.5. Преимущество такой СУБД – это свободное распространение, открытый исходный код и повсеместное использование в интернете. В качестве языка программирования используется PHP 5.3, поскольку данный язык прост для освоения, является свободно распространяемым и динамично развивающимся. В качестве Web-сервера Apache 2.2.

### **Заключение**

Разработка сетевого ресурса по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» стала возможной благодаря созданному ранее электронному образовательному ресурсу «Практикум по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» [1]. Практикум апробировался в течение трех лет на кафедре ВМ и ПО ЭВМ, при проведении практических занятий для студентов 2 курса, обучающихся по направлению 230100. 62 «Информатика и вычислительная техника» (б).

### **Литература**

1. Кацуба, В.С. Практикум по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика»/В.С. Кацуба, С.М. Бычкова//Электронное издание МГТУ, Мурманск, 2012, заказ 192, уч. изд. л. 6 (143 страницы).



## **ПРЕПОДАВАНИЕ МАТЕМАТИКИ В ВУЗЕ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.**

**Денисова Н. Г.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра ВМиПОЭВМ*)

The article is devoted to the description of the situation in the field of mathematical education and the teaching of mathematics. The main causes of these problems are set out in the article. The author describes the possible ways of solving these problems.

Ни для кого не секрет, что в настоящее время из школы в вузы приходят учащиеся с достаточно слабой подготовкой. Вопрос в том, каким образом работать преподавателям с данным контингентом в вузе. С одной стороны, у студентов не должно возникать негативное отношение к предмету в связи с их бессилием что-то осознать. Значит, преподавателю необходимо доносить знания на уровне, доступном для понимания учащихся, но всё же научном, а не обыденном. Также преподаватель должен выполнить требования рабочей программы, в которой прописаны требования к знаниям, умениям и навыкам будущих специалистов. Необходимо сохранить по возможности контингент. И было бы совсем неплохо повышать качество образования.

О причинах сложившейся ситуации и возможных методах её решения поговорим в этой статье.

Причины слабой математической подготовки абитуриентов многообразны. Сюда можно отнести проблемы преподавания математики в современной школе, которые в свою очередь заключаются в существовании многочисленных противоречий и проблем, присущих процессу обучения:

- - противоречия между объемом и содержанием учебного материала, которые жестко определены программой и стремлением творчески работающего учителя выйти за её границы;
- - противоречие между экономичностью сообщения учащимся готовых знаний, часто приводящей к формальному их усвоению и неэкономичностью во времени индуктивных методов, широко используемых в проблемном обучении и активизирующих самостоятельную познавательную деятельность школьников;
- - противоречие между повседневной коллективной учебной работой школьников и индивидуальными особенностями усвоения ими знаний, формирования их умений и навыков, их темпом и характером работы.

Опыт ЕГЭ также не даёт положительного результата. «Мнимое преимущество, что все экзаменуемые будут поставлены в равные условия, исчезнет стресс, испытываемый при экзаменах. Это далеко не так.

Психологи утверждают, что есть люди-тугодумы, которые по своим психологическим показателям не могут быстро реагировать на огромное количество задач. Следовательно, абитуриенты будут оставаться в неравных условиях в зависимости от их психологических особенностей.

Поскольку работа учителя ещё много где оценивается числом поступивших в вузы, учителя часто стали не учить математике, а готовить к тестированию (или, как часто говорят, натаскивают на тестирование). Из учебного процесса исчезают доказательства. Именно доказательство геометрических теорем прививало математическую культуру школьнику, более того, культуру рассуждений и доказательств. С отменой экзамена по геометрии из школьной математики почти исчезают доказательства, т.е. ученика перестают учить думать» [1].

Сейчас много говорят об информатизации образования. Опыт внедрения компьютерных обучающих программ (КОП) на нашей кафедре показал, что «в настоящее время КОП нельзя рассматривать как эффективные средства активизации учебного процесса в вузе по ряду причин:

1. Низкий уровень пользовательских навыков студентов при работе с компьютером в учебных целях. Преимущественно по этой причине большая часть обучающихся не успевает результативно поработать с обучающей программой в условиях интенсивного изучения тем на аудиторных занятиях.

2. Сильная привязка студентов к традиционным средствам обучения, проявляющаяся в наиболее частом восприятии обучающей программы как дополнительного второстепенного средства к лекциям и практическим занятиям.

3. Частые затруднения с организацией работы студентов в компьютерных классах, количество которых в вузе не является пока достаточным.

4. Отсутствие постоянного инженерно-технического обслуживания в классах не позволяет оперативно устранять сбои в работе компьютеров или обучающей программы.

5. Недостаточная активность преподавателей при внедрении информационно-коммуникационных технологий, причинами которой являются в основном указанные выше проблемы, а также огромный дефицит рабочего времени преподавателя, необходимого на участие в разработке или на адаптацию КОП» [2].

Опыт работы подсказывает, какие меры могут улучшить качество обучения в вузе.

- - Хорошо зарекомендовал себя курс «Введение в математику», который проводится в первом семестре на судоводительском факультете. Дополнительное количество аудиторных часов даёт возможность выявить и ликвидировать пробелы учащихся в знании школьной математики,

проработать основные темы, необходимые для успешного усвоения высшей математики.

- - Вычленение необходимого и достаточного минимума содержания образования по принципу «лучше меньше, да лучше».
- - Усиление межпредметных связей (физика, биология и т.д.) для повышения мотивации учащихся к обучению. Решение не только абстрактных примеров, но и задач смыслового содержания для того, чтобы дать будущим специалистам почувствовать практическую важность и необходимость изучения высшей математики. «Поскольку учебная деятельность предметна, можно утверждать, что любое содержание становится предметом изучения лишь тогда, когда оно принимает для обучающегося вид определённой задачи, направляющей и стимулирующей его учебную деятельность. В настоящее время считается общепризнанным, что мышление как основа учебной деятельности осуществляется в процессе решения задач-проблем» [3, с. 15-16].
- - Необходимость согласования рабочих программ по разным дисциплинам для исключения накладок в работе, когда приходится менять местами изучаемые темы посреди семестра.

Также из теоретических основ обучения математике можно выделить ряд аспектов.

1. «Знания должны не просто запоминаться, передаваться в готовом виде, а должны обязательно развивать мыслительную деятельность учащихся, иначе они бесполезны. Постепенное формирование и развитие у учащихся логических структур, лежащих в основе математической деятельности, - важнейшее средство обучения математике.
2. Способ передачи знаний должен строго соответствовать объективному уровню мыслительной деятельности учащихся.
3. Важность правильной постановки целей обучения» [4].

### **Литература:**

1. Радыно Я.В., Мельников О.И. Тестирование – бомба замедленного действия. Журнал «Математика в школе», №9, 2008 г.
2. Денисова Н.Г., Кацуба В.С. Проблемы внедрения компьютерных обучающих программ по математике в техническом университете. Математическое образование: современное состояние и перспективы (к 90-летию со дня рождения А. А. Столяра): материалы третьей международной научной конференции. Могилёв, 18-20 февраля 2009г. – Могилёв: Могилёвский государственный университет им. А. А. Кулешова, 2009.

3. Евстигнеев В., Горбунов С. Интеграция фундаментального и специального знаний в подготовке инженерных кадров. Журнал «Вестник высшей школы», №11, 2003 г.

4. Денисова Н.Г., Кацуба В.С. Педагогические аспекты обучения математике. Наука и образование – 2009. (Электронный ресурс): материалы межд. науч.-техн. конф., Мурманск, 1-9 апреля 2009. / МГТУ. - Электрон. текст. дан. (181 Мб). - Мурманск: МГТУ, 2009. – 1269 с. - С. 1256 – 1257.

## БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА НА ПРИМЕРЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО КУРСА «ОСНОВАНИЙ ГЕОМЕТРИИ»

*Заглядина О. Н. (г. Уфа, БГПУ им. М. Акмуллы, кафедра Математики и статистики)*

The content of the experimental course «The Foundation of Geometry» is presented by the integration of four units:

- 1) Methodological («abstract structures»);
- 2) Theoretical («principal characteristics of mathematical structures»);
- 3) Theoretical («fundamental types of mathematical structures»);
- 4) Methodically-practical («topological structure»).

Модернизация системы образования определена в концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020г. как составная часть модернизационных процессов, происходящих в экономике и социальном развитии общества. В этих условиях как отмечает Е.В. Бондаревская, меняется роль образования: на него возлагается миссия быть реальным фактором опережающего развития общества и государства через человека [1]. Современная социально-ориентированная ситуация выдвигает новые цели образования. В качестве основной цели высшего педагогического образования определяется воспитание и подготовка компетентностного профессионала, способного обеспечить инновационное развитие образования, обладающего духовно-нравственной культурой, творческим потенциалом. Эта цель побуждает к пересмотру процесса профессиональной подготовки в вузе, незамедлительного перехода от лозунгов и теоретических рассуждений к построению новых эффективных образовательных систем и технологий, удовлетворяющих личность, общество и государство.

Это требует изменения и в структуре преподавания учебных дисциплин, математики в том числе. Математика является особой наукой, в сообществе наук она занимает положение, в чем-то сходное, подобное философии, которую нельзя назвать наукой в строгом смысле слова. Это старейшие и важнейшие методологические дисциплины. Философия дает общую методологию, базирующуюся на развитой системе философских категорий и общенаучных понятий (это ее научный, рациональный аспект), и во многом индивидуализированное трансцендентное мировоззрение [2]. Математика же наряду с указанными выше принципами предполагает разнообразные абстрактные и прикладные инструменты исследования конкретных природных и общественных явлений (численные, алгебраические, аналитические, топологические, структурно – модельные и др.).

Как справедливо пишет Освальд Шпенглер, «величайшие математические мыслители, это представители изобразительного искусства в царстве чисел, исходя из интуиции, а не только как принято считать строгой логике рационального мышления обнаруживали решающие математические проблемы...» [3]. На наш взгляд «творческое» в математике имеет большее значение, чем в других науках. Активная работа мысли при изучении математики развивает креативность мышления. При этом нужно использовать все доступные возможности, позволяющие ставить студента в ситуацию первооткрывателя.

При традиционном приеме формирования знаний является заучивание и воспроизведение материала, изучаются знания о предмете, а не сам предмет, поэтому предмет как объект познания предстает перед студентами «оторванным от реальности». Отвлеченное знание о предмете представляется студенту частями; из-за раздробленности материала не формируется целостная картина предмета. Для большинства студентов познанная часть целого заменяет само целое. В этом случае достигается обратный эффект – вместо знания формируется псевдознание. Действительно, с одной стороны, понятий, определений, аксиом, теорем, лемм по математике (во всех ее разделах математической науки и внутри одного, например, «Основания геометрии») очень много, с другой стороны они, как правило, носят абстрактный характер и поэтому предъявление студентам готовых знаний приводит к формализму знания. Студенты зачастую не видят четкой, развернутой взаимосвязанной математической картины, что мало отличает их от будущих учеников. Предложенный нами экспериментальный курс «Основания геометрии» дает возможность студентам самостоятельно провести исследование и построить математическую модель изучения «Основания геометрии», в которой показаны связи между математическими дисциплинами, изучаемыми в педагогическом университете. В этой модели наглядно и доказательно видна связь между алгеброй, логикой, геометрией, математическим анализом; между аналитической, проективной, дифференциальной геометриями и основанием геометрии; между многочисленными существующими пространствами (топологическое, векторное, метрическое, неметрическое, проективное и другие). В разработанном нами курсе оснований геометрии существует следующая система взаимосвязанных между собой понятий: множество, подмножество, отображение (инъективное, сюръективное, биективное), отношение, декартово произведение множеств, математическая структура рода, аксиомы структур рода, база структур рода, теория структур рода и т.д. При этом преподаватель не может по своему усмотрению исключить понятие, которое он считает по каким-то причинам необязательным (из другого курса математической науки, например, декартово произведение множеств, отношения и некоторые другие вопросы входят в курс математической логики; из другого раздела геометрии, например, аффинные и проективные пространства и др.). В этом случае нарушается не только логика, но и

прерываются взаимосвязи в системе, что препятствует формированию теоретического (математического) мышления.

Содержание учебного материала по основаниям геометрии строится в виде интеграции четырех блоков. Первый блок – методологический блок «абстрактные структуры». Этот блок должен дать азы методологии вообще – способы познания чего-либо, его специфика, строение, методы научного познания. Так, в частности, на лекционных и семинарских занятиях по философии такие вопросы, как, например, структура научного познания, его методы, формы и др. иллюстрируются на математике, а именно, на примере изучения абстрактных (математических) структур. Причем познание происходит в форме учебных задач, используя интерактивные подходы, формы и методы (творческие задания, деловые и образовательные игры, приглашение преподавателей кафедр математики и статистики, педагогики, газеты, выставки, «сократический» диалог, «каждый учит каждого», дебаты, симпозиумы и т.д.), которые рассматриваются на занятиях по педагогике, но опять на конкретном математическом материале. В результате у студента закладываются основы эпистемологического мышления. Методологический блок дает представление о том, как студент должен учиться.

Второй блок – теоретический – «основные характеристики математической структуры». Этот блок предполагает, что будущий учитель математики является «первооткрывателем» системы – математической структуры. В этом блоке происходит постепенный переход от методологических знаний к общетеоретическим (математическим) знаниям за счет собственной учебной деятельности студентов, которая осуществляется в форме решения учебных задач. «Главная» учебная задача представлена общей теоретической идеей, которая сформулирована и озвучена на первом занятии («Основные характеристики математической структуры»). В дальнейшем она наполняется все большим содержанием, знания выходят от общих к частным своим проявлениям.

Третий блок – также теоретический – «фундаментальные типы математических структур», рассматривает типы математических структур. В этом блоке общетеоретические знания по геометрии (знания по математическим структурам) все более насыщаются, обогащаются, получают широкое наполнение, дифференцируются, конкретизируются, за счет творческой учебной деятельности студентов, которая постепенно переходит в квазипрофессиональную деятельность.

Четвертый блок – методико-практический блок «топологическая структура», предполагает, что студент познает именно ту математическую структуру, которая является предметом изучения данного курса оснований геометрии. В этом блоке осуществляется переход от теоретических к методико-практическим знаниям, а квазипрофессиональная деятельность постепенно меняется на собственно профессиональную деятельность.

Особое значение в экспериментальном курсе «Оснований геометрии» отведено действию обобщения. В традиционном обучении оно состоит в вычленении отдельных компонентов (евклидовы и неевклидовы пространства), изучении их признаков, характеристик, свойств и рассмотрение по этим составляющим примеров каждого пространства (теории систем аксиом Гильберта, Вейля, Погорелова, Атанасяна, Александрова; гиперболическая геометрия Лобачевского, эллиптическая геометрия Римана) и подведение их под общее понятие «абстрактная (математическая) структура». Эмпирическое обобщение идет от частных через их сравнение к общему эмпирическому понятию «абстрактные (математические) структуры». Теоретическое же (содержательное) обобщение осуществляется, как и в технологии В.В. Давыдова, путем анализа целого – «абстрактные (математические) структуры», – чтобы открыть его генетически исходное существенное, всеобщее отношение как основу внутреннего единства этого целого. Восхождение от абстрактного «абстрактная (математическая) структура» к конкретному «топологические структуры – евклидовы и неевклидовы пространства» происходит через содержательное обобщение как понятия высокого уровня для последующего выведения других, более частных «конкретных» абстракций (теории различных систем аксиом).

Восхождение от абстрактного к конкретному абстрактная (математическая) структура – алгебраические структуры, абстрактная (математическая) структура – порядковые структуры, абстрактная (математическая) структура – топологические структуры и др. является общим принципом ориентации студентов во всем многообразии фактического материала. Выделение понятия «абстрактная (математическая) структура» в качестве абстрактно-общего понятия позволяет осуществить формирование знаний по основаниям геометрии как движение по спирали от центра (исходная «клеточка» «абстрактная структура») к периферии (представители евклидовой и неевклидовой пространств), концентричную организацию учебного материала по уровням, причем на каждом новом уровне материал повторяется, теоретически насыщается – «не повторяясь, повторяется».

Рассмотренный подход изучения курса «Оснований геометрии» способствует появлению у студентов интереса к системной логике изучения и других предметов как математического, так и нематематического блоков.

### **Литература:**

1. Бондаревская, Е.В. Методологические проблемы становления педагогического образования университетского типа / Е.В. Бондаревская // Известия Южного Федерального Университета. – 2010. – №8.
2. Вечтомов, Е. М. Философия математики. – Киров: ВятГГУ, 2004. – 192 с.
3. Шпенглер, О. Закат Европы [Текст]: очерки морфологии мировой истории. Т. 1. Образ и действительность / Освальд Шпенглер, пер. с нем. Н.Ф. Гарелина. – Минск: ООО "Попурри", 1998 – 528 с.



## О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ В ВУЗЕ

**Казакова Г. Б.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра высшей математики и ПО ЭВМ*)

**Abstract.** Some problems of mathematics teaching in technical colleges are discussed in this article and methods to solve these problems are examined.

Давно работая в образовании, я не могу не видеть многих проблем, появившихся в последние годы. Как отметил А. Стеганцев: «В современной системе профессионального образования существует гигантский перекося в сторону обучения. ... Теоретические знания явно доминируют над практическими навыками»[4].

Чтобы подготовить квалифицированного специалиста, востребованного на рынке труда в современном мире, абсолютно недостаточно дать ему определенный набор знаний. Не менее важно, сформировать у студента устойчивые навыки решения задач, связанных с его будущей профессиональной деятельностью, а также умение самостоятельно получать необходимые знания, используя различные информационные источники.

Современное образование в вузе не готовит профессионала, способного решать поставленные перед ним задачи. Переход на обучение по стандартам третьего поколения – это попытка сделать образование более ориентированным на решение практических задач, когда работодателю не нужно тратить деньги и время, чтобы «довести» выпускника до уровня необходимого ему специалиста. Но все полезные начинания так и останутся нереализованными, если мы, преподаватели, по-прежнему будем относиться к ним как к очередной бесполезной инициативе высшего руководства.

Повышение качества образования – это серьезная проблема, решение которой связано, в первую очередь, с переосмыслением цели и результатов образования. Необходимо, чтобы изучение любого курса было направлено не на то, что преподает преподаватель, а на то, что будет уметь делать студент в результате успешного завершения курса.

Перейдем от общего к частному, т.е. поговорим о проблемах преподавания математики и возможных путях их решения.

Преподаватель математики в техническом вузе должен решать одновременно две задачи. Во-первых, преподаваемый им курс должен быть систематизированным, логически выверенным и достаточно строгим в математическом смысле. Во-вторых, обучение математике должно осуществляться не на абстрактном уровне, а с учетом направления, по которому обучается студент. Это необходимо для осознанного формирования эффективных навыков деятельности.

Если проводить обучение традиционными методами, то совместить решение этих двух задач практически невозможно, в первую очередь, из-за достаточно низкого начального уровня знания математики у «среднего» студента и недостаточного числа аудиторных занятий.

Для современного студента очень непонятно, зачем, например, он должен считать приближенное значение функции с помощью дифференциала, если быстрее и эффективнее это можно сделать с помощью калькулятора. Более того, в наши дни компьютеры стали неотъемлемой частью всей современной жизни, но почему-то именно при обучении студентов математике они не нашли применения. Такое положение является неприемлемым, т.к. только с помощью различных информационных технологий можно перевести обучение на принципиально новый уровень.

Студенты 1-го и 2-го курсов, как правило, недостаточно хорошо осведомлены о роли математики в будущей профессии, слабо мотивированы на изучение предмета, а преподаватели специальных дисциплин в дальнейшем часто отмечают отсутствие необходимой математической базы. Это говорит о том, «что нет преемственности между курсом фундаментальной математики и профилирующими дисциплинами, а в преподавании математики недостаточно соблюдается профессиональная направленность» [1].

Фактически невозможно заинтересовать студента просто считать производные или интегралы, если за этой деятельностью нет практического содержания. А мы на занятиях более 70% времени тратим на отработку навыков, которые не нужны современному специалисту.

Нельзя в 21 веке учить также как и 100 или 200 лет назад. Необходимо так построить обучение студентов, чтобы основные усилия были направлены не технику отработки определенных навыков, а на понимание и применение полученных знаний к решению профессиональных задач. Это возможно, если преподаватель в своей деятельности будет активно применять различные информационные технологии.

Во-первых, практические занятия должны обязательно проводиться с применением компьютера. Гораздо быстрее научить студента вычислять интеграл в каком-либо прикладном пакете, чем учить его делать это с помощью ручки и тетрадки. Более того, это гораздо эффективнее в смысле заинтересованности студента в процессе обучения. Туманное обещание преподавателя: «Вам это потом пригодится», – не может создать мотивацию, позволяющую заинтересовать студента в результатах обучения. И к тому же появляется время для решения задачи прикладного характера. Тогда студент реально видит необходимость получаемых им навыков. Вместо вычисления несложных интегралов, являющихся для студента абсолютно ненужной на его взгляд абстракцией, он сможет

решать достаточно сложные задачи, позволяющие действительно видеть практическую необходимость применения тех или иных математических моделей.

Во-вторых, нельзя не использовать для обучения часы, выделяемые на самостоятельную работу студентов.

Студент должен понимать, что самостоятельная работа – это не только выполнение домашних работ. Она также должна включать в себя подготовку к лекциям и практическим занятиям, изучение теоретического материала и другие виды работ. Причем студент сначала изучения очередного модуля (темы, главы, раздела) должен знать, что и в каком количестве ему придется изучать самостоятельно. Поэтому методические указания по организации самостоятельной работы должны быть написаны не формально «для галочки», а доведены до сведения студентов и активно использоваться в учебном процессе.

Для организации и контроля самостоятельной работы студентов уместно использовать различные информационные технологии, применяемые в дистанционном образовании. Например, с их помощью можно организовывать консультации или проведение тестирований.

Обучение будет наиболее эффективно, если оно адаптировано к той среде обитания, в которой обучаемый чувствует себя наиболее комфортно. С каждым годом приходит все больше студентов, для которых компьютер и связанные с ним технологии – это уже стиль жизни. И это обстоятельство уже нельзя игнорировать.

К сожалению, предложения по решению одних проблем порождают другие. И самой сложной из них является кадровая. Не секрет, что большая часть преподавателей, в лучшем случае, умеет пользоваться офисными программами, причем даже с их помощью они не готовы вести практические или лекционные занятия. Зачем учиться чему-то новому, если все можно делать по старинке, не утруждая себя освоением новых методов и технологий.

К сожалению, решить эту проблему на современном уровне практически невозможно. Если студенту требуется мотивация для обучения, то и преподавателю также требуется мотивация, чтобы он начал в своей работе использовать новые методы работы. Во-первых, необходимо организовать такие курсы повышения квалификации, которые реально помогли бы преподавателю освоить современные информационные технологии, научили бы их работать с конкретным набором прикладных программ, которые позволили бы им создавать свои материалы для различных видов обучения (лекции, практические занятия, самостоятельная работа и т.п.).

Не секрет, что создание электронных материалов обучения требует очень (!) много времени. Поэтому, во-вторых, необходимо это время как-то учитывать или оплачивать преподавателю, т.к., в противном случае,

придется рассчитывать только на энтузиазм отдельных преподавателей, но не заставить всех заниматься этой работой.

Используя интернет, можно эффективно организовывать и контролировать самостоятельную работу студентов. Но это означает, что преподаватель, решившийся на подобный шаг, начинает работать чуть ли не 24 часа в сутки, т.к. ему нужно постоянно быть на связи со своими студентами. И снова возникает «вечная» проблема: как учесть и оплатить эту работу. В качестве выхода из этой ситуации можно предложить, например, часы, отведенные на самостоятельную работу студентов, учитывать преподавателю также как и аудиторные.

Кроме проблем, связанных с преподавательским составом, есть также чисто технические проблемы. Главные из них – это отсутствие в необходимом количестве компьютеров и лицензионного программного обеспечения. Использование современных средств и методов обучения требует, чтобы фактически любое занятие проводилось с использованием информационных технологий, включая доступ в интернет.

Для эффективности работы вуза можно придумать очень много различных критериев. Но фактически такой критерий всего один – компетентность выпускников в полученной специальности и, как следствие, их востребованность на рынке труда. Перед современным высшим образованием стоит задача воспитания человека успешного во всех сферах жизни, но главным образом в профессиональной деятельности. Доказывать свою конкурентоспособность на рынке труда, прилагать свои знания и умения на практике сегодняшнему студенту предстоит много лет спустя в неизбежно новых социально-экономических условиях, обусловленных высокими темпами глобализации, информатизации общества и развития технологий.

### **Литература**

1. Львова В.Д. Профессиональная направленность обучения математике студентов химико-технологических специальностей технических вузов. : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / В.Д. Львова – Астрахань, 2009. – 209 с.
2. Компетентностный подход в образовании. // Реферативный бюллетень РГГУ. – М., 2005.
3. Петрова С.Н. Опыт использования информационных технологий в процессе обучения высшей математики. // Фундаментальные исследования, № 5, 2008. – С. 104-105.
4. Стеганцев А.В. Компетентностный подход: от профессионального образования к образованию профессионалов. (К докладу на 8-м Международном фестивале бизнес-тренеров). 2008 г. [Электронный ресурс]: Официальный сайт Андрея Стеганцева - Режим доступа: [http://www.stiogantsev.ru/st/biz\\_komp-podhod.html](http://www.stiogantsev.ru/st/biz_komp-podhod.html)

5. Халиулина В. В. Инновационные подходы к развитию традиционных форм и методов преподавания // Российское образование в XXI веке: проблемы и перспективы. Материалы Всерос. науч.-практ. конф., 9-10 ноября 2006 г. – Томск: Изд-во: Томский университет, 2006. – С. 48-50.

**О КОРРЕКЦИОННОМ КУРСЕ “ВВЕДЕНИЕ В МАТЕМАТИКУ”****Кацуба В. С.** (г. Мурманск, МГТУ, каф. ВМ и ПО ЭВМ)

In the report general problems of learning of mathematics are described. The author shares experience of designing a remedial course for undergraduate of technical university.

(В докладе рассматриваются общие проблемы обучения математике и опыт разработки коррекционного курса для бакалавров технических направлений высшего профессионального образования).

В процессе перехода на двухуровневую систему обучения в высшем техническом образовании и с учетом внедрения стандартов третьего поколения (ФГОС ВПО) существенно обострились проблемы обучения по дисциплинам математического цикла.

С одной стороны, математическое образование остаётся “важнейшей составляющей фундаментальной подготовки бакалавра” [1]. Если из обширного списка математических компетенций бакалавра выбрать самые основные, то современный выпускник первой ступени ВПО должен [1]:

- знать глубоко основные разделы элементарной математики и базовые математические дисциплины высшего образования;
- владеть математической логикой, методами анализа и синтеза, способами доказательств утверждений и теорем, развитыми учебными навыками;
- уметь приобретать новые математические знания, используя современные образовательные и информационные технологии; решать математические задачи и проблемы, аналогичные ранее изученным, но более высокого уровня сложности.

Таким образом, как и прежде, обозначен в качестве целевого достаточно высокий уровень математической подготовки будущих инженеров. Но при этом традиционный большой курс высшей математики в техническом вузе теперь рассыпался на несколько отдельных дисциплин, имеющих значительно меньшую аудиторную нагрузку, расплывчатое целеполагание и неукomплектованное учебно-методическое обеспечение.

С другой стороны, поступающие на первый курс бакалавры всё более и более демонстрируют неудовлетворительные результаты обучения математике в системе среднего образования, которое становится преимущественно формальным, особенно после введения ЕГЭ. Общая картина такова, что не менее 30% поступивших на технические направления обнаруживают абсолютную неподготовленность к продолжению обучения математике и только не более 20% имеют достаточный начальный уровень знаний. Имея такой исходный контингент, часто приходится констатировать, что процесс обучения математике в вузе заходит в тупик. В связи с этим уместно напомнить, сославшись на работу [2], что “математика – наука протяженная, то есть

имеет длину цепочек связей, в которых каждая очередная концепция основывается на предыдущих. Структура математики похожа не на дерево, а на строительные леса со множеством подпорок. Как только леса смонтированы, нетрудно надстроить и следующий уровень; но невозможно смонтировать очередной, пока нет всех предыдущих”.

Понимая структурную специфику математического знания, приходим к осознанию необходимости планировать коррекционный математический курс, предшествующий по времени вузовским математическим дисциплинам, с некоторой надеждой увеличить возможности к обучению у *большой* части первокурсников. Такой курс с названием “Введение в математику” введен в МГТУ в учебный план подготовки бакалавров по направлению 230100.62 “Информатика и вычислительная техника” и апробирован на двух последовательных потоках. Цель курса сводится к двум следующим аспектам:

- повторение, корректировка и систематизация знаний по основным разделам элементарной (школьной) математики;
- адаптация первокурсников к особенностям учебно-организационных и методических требований по математическим дисциплинам в вузе.

При разработке содержания коррекционного курса необходимо иметь в виду учебно-психологический момент, хорошо сформулированный в интересной статье [2]: “Повторительные курсы широко распространены, но их успех невелик: проходить один и тот же материал второй раз скучно и утомительно вне зависимости от того был ли он усвоен в первый раз”. Такие курсы могут расхолаживать студентов, неплохо подготовленных к продолжению образования. Поэтому содержательное наполнение курса должно иметь специально продуманную познавательную ценность и выраженную творческую составляющую.

Дисциплина “Введение в математику” на I семестре направления “ИВТ (б)” имеет трудоёмкость в три зачетные единицы, что составляет 108 академических часов, из них 72 часа выделено на аудиторную нагрузку. Эти часы распределены так, что только третья их часть отведена на повторение структур школьной математики, причем, это повторение проводится в форме жесткой систематизации основных фактов и сжимания методов. В остальной части курса изучается модуль “Введение в математический анализ”, в котором подробно рассматриваются элементы теории множеств и функции одной переменной, определяемые как отображения множеств. Этот материал является базовым, он должен быть частично знакомым выпускникам средней школы, но, как правило, по факту оказывается крайне плохо усвоенным. Таким образом, предполагается, что у студентов происходит формирование другого мировоззренческого подхода к ранее полученному знанию со

значительным его расширением, углублением и обоснованием. В практической части дисциплины при этом преобладают задания в новой постановке, но обязательно имеющие повторительный аспект. Творческий подход студентам необходимо проявить в решении задач с параметрами, в простейших задачах на математическое моделирование, а также в решении задач, требующих комплексных знаний

Учебно-методической организацией коррекционного курса должна решаться непростая задача адаптации первокурсников к учебному процессу в вузе, основной особенностью которого является очень большой объём самостоятельной работы в разнообразных её формах. Понятно, что организация как аудиторной, так и самостоятельной работы в современных условиях требует, чтобы профессиональная деятельность преподавателя отличалась способностью к гибким методам обучения и обладала качествами высокой мобильности.

### **Литература**

1. Сборник примерных программ математических дисциплин цикла МиЕН Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования 3-го поколения. – М.: РУДН, 2009. – 166 с.
2. У. Тёрстон. Об обучении математике./ В сб. “Математическое просвещение”, третья серия, вып. 11 – М.: МЦНМО, 2007. – 176 с. (стр. 21-36).



## ОСОБЕННОСТИ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

Жулина О. И., Максимова О. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

The article discusses approaches to the formation of the test control issues in computer science and mathematics at the same time examples «Algorithmic» and «Differential Equations».

В настоящее время все большую популярность приобретает использование тестового контроля при оценке знаний и умений учащихся. В форме тестов проводятся зачеты и экзамены студентов дистанционной формы обучения, федеральное тестирование, используются тесты и при проведении промежуточной аттестации студентов очной формы обучения.

В данной статье проводится анализ вопросов, подготовленных с помощью конструктора тестовых наборов v1.0b для студентов дистанционной формы обучения. Эта программа позволяет сформулировать задания в одной из следующих форм [1]:

- закрытой, предусматривающей выбор обучаемым одного или нескольких правильных ответов из предложенного набора;
- открытой, предусматривающей самостоятельную формулировку и ввод ответа в виде числа или текстового выражения;
- на соответствие, предусматривающей установление обучаемым правильного соответствия между элементами двух наборов;
- на установление правильной последовательности, предусматривающей указание обучаемым правильного порядка в перечисленном наборе элементов.

Рассмотрим подходы к составлению тестового набора по информатике (для студентов экономических специальностей) на примере темы «Алгоритмизация». Материал является объемным, сложным, поэтому крайне важно проверить не только практическую подготовку студента, но и знание теоретического материала. Общее количество вопросов по теме разумно разбить на две части: практические и теоретические.

Обширный теоретический материал благоприятствует составлению вопросов не только закрытой и открытой форм, но и на соответствие, и на установление правильной последовательности. Одинаковые вопросы, представленные в различной форме, удобно использовать для отработки основных понятий. Такие вопросы способствуют актуализации знаний и закреплению материала. Более того, подобный подход исключает выбор верного ответа случайным образом.

<p>Пример 1: Укажите элементы блок-схемы.</p> <p>a) вычислительный процесс b) конец цикла c) достоверность d) цикл</p>	<p>Пример 2: Установить порядок выполнения элементов блок-схемы:</p> <p>1)ввод данных 2)вычислительный процесс 3)начало 4)конец 5)вывод результатов</p>
--	---

С помощью вопросов на соответствие удобно подводить итог изучения темы, поскольку можно проверить уровень усвоения нескольких понятий.

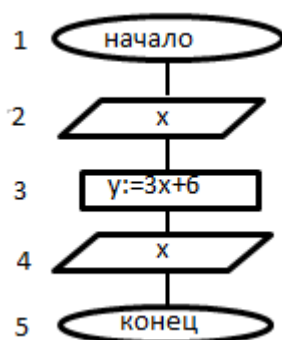
Пример 3:

Установить соответствие между понятиями и их элементами.

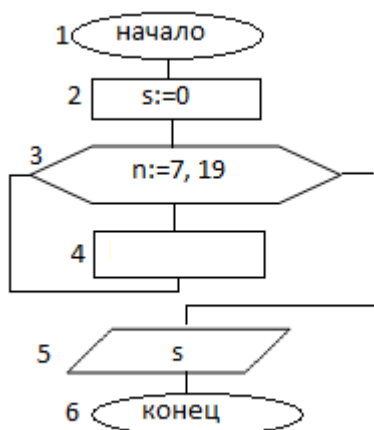
- |                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| a) алгоритм           | 1) с параметром |
| b) цикл               | 2) линейный     |
| c) элемент блок-схемы | 3) ввод-вывод   |
| d) свойство алгоритма | 4) дискретность |

При проверке практических умений и навыков удобно использовать закрытые и открытые вопросы. Сложность темы «Алгоритмизация» заключается в ограниченных возможностях ввода ответа. Поэтому можно предложить следующие варианты составления вопроса: с введением номера блока, в котором допущена ошибка (открытый вопрос); с введением значения некоторой переменной, полученной в результате выполнения алгоритма (открытый вопрос); с введением или указанием содержимого некоторого блока (открытый или закрытый вопрос). При этом необходимо приводить готовую блок-схему.

Пример 4: Представлен алгоритм вычисления выражения  $y=3x+6$ . Введите номер блока, в котором допущена ошибка.



Пример 5: Представлен алгоритм вычисления суммы  $7+8+9+10+\dots+19$ . Укажите содержимое блока №4.



Варианты ответов:

- a)  $s:=n$
- b)  $n:=n+1$
- c)  $s:=n+s$
- d)  $n:=n+s$

Большая часть затруднений при решении математических задач проявляется в том, что студенты как очной, так и заочной формы обучения не могут выявить известный прием, лежащий в основе решения новой задачи, а, значит, не могут актуализировать знания, на основе которых данный прием построен. Одним из приемов преодоления этих проблем мы видим в формировании соответствующих базовых знаний и в обучении устанавливать связи между знаниями, используемыми в процессе решения задач.

Как показывает опыт, эта проблема эффективно решается при использовании в курсе математики тестового контроля при оценке знаний и умений учащихся. Как было сказано выше, целесообразно всю группу вопросов (например, по теме «Обыкновенные дифференциальные уравнения») разбить на две: теоретические и практические.

Теоретические вопросы можно использовать:

- для повторения математических фактов или изученных блоков знаний, которые будут использованы при решении задач соответствующего класса;
- в случае, когда решение практических задач по некоторым темам является трудоемким.

Первым этапом решения дифференциального уравнения является определение его типа. Для отработки этого навыка можно предложить студентам задание на установление соответствия, открытый или закрытый тип вопроса. Например:

1. Каждому дифференциальному уравнению поставьте в соответствие его тип:

1) $xy' - y = xe^{y/x}$	А) линейное
2) $x^3y' + 8y - x + 5 = 0$	Б) однородное
3) $x^3y' - y = y^2e^x$	В) Дифференциальное уравнение Бернулли
4) $x^3(y^2 + 4)dx = ye^x dy$	Г) с разделяющимися переменными

2. Среди перечисленных дифференциальных уравнений уравнением Бернулли является:

- 1)  $xy' - y = xe^{y/x}$
- 2)  $x^3y' + 8y - x + 5 = 0$
- 3)  $x^3y' - y = y^2e^x$
- 4)  $x^3(y^2 + 4)dx = ye^x dy$

Студент должен ввести номер правильного ответа.

3. Дифференциальное уравнение вида

$$y'' + 2(y')^2 \operatorname{tg} y = 0$$

решается при помощи замены:

- $y' = z(y)$
- $y' = z(x)$
- $y'' = z(x)$
- $y'' = z(y)$

Тестируемый отмечает вариант правильного ответа.

Как показывает опыт, использование разнообразных видов вопросов способствует повышению качества контроля, исключая возможность получения положительной оценки без знания материала.

Тем не менее, далеко не все необходимые характеристики усвоения можно получить при тестировании. Такие, например, как знание фактов, умение связно, логически выражать свои мысли и другие. Это значит, что тестирование должно обязательно сочетаться с другими (традиционными) формами и методами проверки.

### Литература

1. Руководство по использованию конструктора тестовых наборов v1.0b
2. Абжапарова М.Д. Современные образовательные технологии и качество образования.
3. Абдулгалимов Г.Л., Косино О.А. Моделирование учебно-методического обеспечения процесса поиска решения математических задач. Журнал «Стандарты и мониторинг в образовании», №4 2011.

**КРИВИЗНА ТРЕХМЕРНЫХ ПСЕВДОРИМАНОВЫХ МНОГООБРАЗИЙ**

**Можей Н. П.** (г. Минск, БГТУ, кафедра высшей математики)

The aim of this paper is to describe curvatures of invariant metrics on pseudo-Riemannian homogeneous spaces in dimension 3. We present complete local classification of pseudo-Riemannian homogeneous spaces. It is equivalent to the description of effective pairs of Lie algebras supplied with an invariant symmetric bilinear form on the isotropy module.

Наиболее важной и интересной задачей римановой геометрии является задача о нахождении связей между геометрическими и топологическими характеристиками римановых многообразий и их локальной характеристикой - кривизной. Пусть  $M$  – многообразие размерности 3, на котором транзитивно действует группа  $\bar{G}$ ,  $G = \bar{G}_x$  – стабилизатор точки  $x \in M$ . Пусть  $\bar{g}$  – алгебра Ли группы Ли  $\bar{G}$ , а  $g$  – подалгебра, соответствующая подгруппе  $G$ , проблема классификации однородных пространств сводится к классификации пар. Отображение  $\rho: g \rightarrow gl(\bar{g}/g)$ ,  $x \mapsto ad|_{\bar{g}/g} x$  называется *изотропным представлением* подалгебры  $g$ . Риманово однородное пространство задается тройкой  $(\bar{G}, M, \rho)$ , где  $\rho$  - инвариантная риманова метрика на  $M$ . Метрики  $\rho$  находятся во взаимно-однозначном соответствии с инвариантными симметрическими невырожденными билинейными формами  $B$  на  $g$ -модуле  $\bar{g}/g$ . Поскольку метрика определяет связность,  $g$ -модуль  $\bar{g}/g$  точен. Ограничимся случаем с ненулевым стабилизатором, т.к. все остальные римановы пространства - только трехмерные группы Ли с инвариантной метрикой. Получим, что все локально римановы однородные пространства сопряжены одному и только одному из следующих:

	Таблица умножения						Таблица умножения						
1.3.1		$e_1$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	1.3.6		$e_1$	$u_1$	$u_2$	$u_3$		
	$e_1$	0	$-u_2$	$u_1$	0		$e_1$	0	$-u_2$	$u_1$	0		
	$u_1$	$u_2$	0	0	0		$u_1$	$u_2$	0	$-e_1$	0		
	$u_2$	$-u_1$	0	0	0		$u_2$	$-u_1$	$e_1$	0	0		
	$u_3$	0	0	0	0	$u_3$	0	0	0	0			
1.3.2		$e_1$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	1.3.7		$e_1$	$u_1$	$u_2$	$u_3$		
	$e_1$	0	$-u_2$	$u_1$	0		$e_1$	0	$-u_2$	$u_1$	0		
	$u_1$	$u_2$	0	0	$u_1$		$u_1$	$u_2$	0	$u_3$	0		
	$u_2$	$-u_1$	0	0	$u_2$		$u_2$	$-u_1$	$-u_3$	0	0		
	$u_3$	0	$-u_1$	$-u_2$	0	$u_3$	0	0	0	0			
1.3.3		$e_1$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	3.5.1		$e_1$	$e_2$	$e_3$	$u_1$	$u_2$	$u_3$
	$e_1$	0	$-u_2$	$u_1$	0		$e_1$	0	$e_3$	$-e_2$	$-u_3$	0	$u_1$

	$\begin{matrix} u_1 & u_2 & 0 & e_1+u_3 & 0 \\ u_2 & -u_1 & -e_1-u_3 & 0 & 0 \\ u_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$		$\begin{matrix} e_2 & -e_3 & 0 & e_1 & -u_2 & u_1 & 0 \\ e_3 & e_2 & -e_1 & 0 & 0 & -u_3 & u_2 \\ u_1 & u_3 & u_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ u_2 & 0 & -u_1 & u_3 & 0 & 0 & 0 \\ u_3 & -u_1 & 0 & -u_2 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$																																																																										
1.3.4	<table border="1"> <tr> <td></td> <td><math>e_1</math></td> <td><math>u_1</math></td> <td><math>u_2</math></td> <td><math>u_3</math></td> </tr> <tr> <td><math>e_1</math></td> <td>0</td> <td><math>-u_2</math></td> <td><math>u_1</math></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><math>u_1</math></td> <td><math>u_2</math></td> <td>0</td> <td><math>-e_1+u_3</math></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><math>u_2</math></td> <td><math>-u_1</math></td> <td><math>e_1-u_3</math></td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><math>u_3</math></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>		$e_1$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$e_1$	0	$-u_2$	$u_1$	0	$u_1$	$u_2$	0	$-e_1+u_3$	0	$u_2$	$-u_1$	$e_1-u_3$	0	0	$u_3$	0	0	0	0	3.5.2	<table border="1"> <tr> <td></td> <td><math>e_1</math></td> <td><math>e_2</math></td> <td><math>e_3</math></td> <td><math>u_1</math></td> <td><math>u_2</math></td> <td><math>u_3</math></td> </tr> <tr> <td><math>e_1</math></td> <td>0</td> <td><math>e_3</math></td> <td><math>-e_2</math></td> <td><math>-u_3</math></td> <td>0</td> <td><math>u_1</math></td> </tr> <tr> <td><math>e_2</math></td> <td><math>-e_3</math></td> <td>0</td> <td><math>e_1</math></td> <td><math>-u_2</math></td> <td><math>u_1</math></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><math>e_3</math></td> <td><math>e_2</math></td> <td><math>-e_1</math></td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>-u_3</math></td> <td><math>u_2</math></td> </tr> <tr> <td><math>u_1</math></td> <td><math>u_3</math></td> <td><math>u_2</math></td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>e_2</math></td> <td><math>e_1</math></td> </tr> <tr> <td><math>u_2</math></td> <td>0</td> <td><math>-u_1</math></td> <td><math>u_3</math></td> <td><math>-e_2</math></td> <td>0</td> <td><math>e_3</math></td> </tr> <tr> <td><math>u_3</math></td> <td><math>-u_1</math></td> <td>0</td> <td><math>-u_2</math></td> <td><math>-e_1</math></td> <td><math>-e_3</math></td> <td>0</td> </tr> </table>		$e_1$	$e_2$	$e_3$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$e_1$	0	$e_3$	$-e_2$	$-u_3$	0	$u_1$	$e_2$	$-e_3$	0	$e_1$	$-u_2$	$u_1$	0	$e_3$	$e_2$	$-e_1$	0	0	$-u_3$	$u_2$	$u_1$	$u_3$	$u_2$	0	0	$e_2$	$e_1$	$u_2$	0	$-u_1$	$u_3$	$-e_2$	0	$e_3$	$u_3$	$-u_1$	0	$-u_2$	$-e_1$	$-e_3$	0
	$e_1$	$u_1$	$u_2$	$u_3$																																																																									
$e_1$	0	$-u_2$	$u_1$	0																																																																									
$u_1$	$u_2$	0	$-e_1+u_3$	0																																																																									
$u_2$	$-u_1$	$e_1-u_3$	0	0																																																																									
$u_3$	0	0	0	0																																																																									
	$e_1$	$e_2$	$e_3$	$u_1$	$u_2$	$u_3$																																																																							
$e_1$	0	$e_3$	$-e_2$	$-u_3$	0	$u_1$																																																																							
$e_2$	$-e_3$	0	$e_1$	$-u_2$	$u_1$	0																																																																							
$e_3$	$e_2$	$-e_1$	0	0	$-u_3$	$u_2$																																																																							
$u_1$	$u_3$	$u_2$	0	0	$e_2$	$e_1$																																																																							
$u_2$	0	$-u_1$	$u_3$	$-e_2$	0	$e_3$																																																																							
$u_3$	$-u_1$	0	$-u_2$	$-e_1$	$-e_3$	0																																																																							
1.3.5	<table border="1"> <tr> <td></td> <td><math>e_1</math></td> <td><math>u_1</math></td> <td><math>u_2</math></td> <td><math>u_3</math></td> </tr> <tr> <td><math>e_1</math></td> <td>0</td> <td><math>-u_2</math></td> <td><math>u_1</math></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><math>u_1</math></td> <td><math>u_2</math></td> <td>0</td> <td><math>e_1</math></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><math>u_2</math></td> <td><math>-u_1</math></td> <td><math>-e_1</math></td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><math>u_3</math></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>		$e_1$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$e_1$	0	$-u_2$	$u_1$	0	$u_1$	$u_2$	0	$e_1$	0	$u_2$	$-u_1$	$-e_1$	0	0	$u_3$	0	0	0	0	3.5.3	<table border="1"> <tr> <td></td> <td><math>e_1</math></td> <td><math>e_2</math></td> <td><math>e_3</math></td> <td><math>u_1</math></td> <td><math>u_2</math></td> <td><math>u_3</math></td> </tr> <tr> <td><math>e_1</math></td> <td>0</td> <td><math>e_3</math></td> <td><math>-e_2</math></td> <td><math>-u_3</math></td> <td>0</td> <td><math>u_1</math></td> </tr> <tr> <td><math>e_2</math></td> <td><math>-e_3</math></td> <td>0</td> <td><math>e_1</math></td> <td><math>-u_2</math></td> <td><math>u_1</math></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><math>e_3</math></td> <td><math>e_2</math></td> <td><math>-e_1</math></td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>-u_3</math></td> <td><math>u_2</math></td> </tr> <tr> <td><math>u_1</math></td> <td><math>u_3</math></td> <td><math>u_2</math></td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>-e_2</math></td> <td><math>-e_1</math></td> </tr> <tr> <td><math>u_2</math></td> <td>0</td> <td><math>-u_1</math></td> <td><math>u_3</math></td> <td><math>e_2</math></td> <td>0</td> <td><math>-e_3</math></td> </tr> <tr> <td><math>u_3</math></td> <td><math>-u_1</math></td> <td>0</td> <td><math>-u_2</math></td> <td><math>e_1</math></td> <td><math>e_3</math></td> <td>0</td> </tr> </table>		$e_1$	$e_2$	$e_3$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$e_1$	0	$e_3$	$-e_2$	$-u_3$	0	$u_1$	$e_2$	$-e_3$	0	$e_1$	$-u_2$	$u_1$	0	$e_3$	$e_2$	$-e_1$	0	0	$-u_3$	$u_2$	$u_1$	$u_3$	$u_2$	0	0	$-e_2$	$-e_1$	$u_2$	0	$-u_1$	$u_3$	$e_2$	0	$-e_3$	$u_3$	$-u_1$	0	$-u_2$	$e_1$	$e_3$	0
	$e_1$	$u_1$	$u_2$	$u_3$																																																																									
$e_1$	0	$-u_2$	$u_1$	0																																																																									
$u_1$	$u_2$	0	$e_1$	0																																																																									
$u_2$	$-u_1$	$-e_1$	0	0																																																																									
$u_3$	0	0	0	0																																																																									
	$e_1$	$e_2$	$e_3$	$u_1$	$u_2$	$u_3$																																																																							
$e_1$	0	$e_3$	$-e_2$	$-u_3$	0	$u_1$																																																																							
$e_2$	$-e_3$	0	$e_1$	$-u_2$	$u_1$	0																																																																							
$e_3$	$e_2$	$-e_1$	0	0	$-u_3$	$u_2$																																																																							
$u_1$	$u_3$	$u_2$	0	0	$-e_2$	$-e_1$																																																																							
$u_2$	0	$-u_1$	$u_3$	$e_2$	0	$-e_3$																																																																							
$u_3$	$-u_1$	0	$-u_2$	$e_1$	$e_3$	0																																																																							

Здесь  $e_i$  - базис  $g$ ,  $u_i$  – дополнительный к  $g$  в  $\bar{g}$  ( $i=1, 2, 3$ ).

$B$	Номер	$B$	Номер	$B$	Номер																											
<table border="1"> <tr><td><math>\varepsilon_1</math></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td><math>\varepsilon_1</math></td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td><math>\varepsilon_2</math></td></tr> </table>	$\varepsilon_1$	0	0	0	$\varepsilon_1$	0	0	0	$\varepsilon_2$	$\varepsilon_1, \varepsilon_2 = \pm 1$ , 1.3.1	<table border="1"> <tr><td><math>a</math></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td><math>a</math></td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td><math>b</math></td></tr> </table>	$a$	0	0	0	$a$	0	0	0	$b$	$ab \neq 0$ , 1.3.3, 1.3.4	<table border="1"> <tr><td><math>\varepsilon</math></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td><math>\varepsilon</math></td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td><math>\varepsilon</math></td></tr> </table>	$\varepsilon$	0	0	0	$\varepsilon$	0	0	0	$\varepsilon$	$\varepsilon = \pm 1$ , 3.5.1
$\varepsilon_1$	0	0																														
0	$\varepsilon_1$	0																														
0	0	$\varepsilon_2$																														
$a$	0	0																														
0	$a$	0																														
0	0	$b$																														
$\varepsilon$	0	0																														
0	$\varepsilon$	0																														
0	0	$\varepsilon$																														
<table border="1"> <tr><td><math>\varepsilon</math></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td><math>\varepsilon</math></td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td><math>a</math></td></tr> </table>	$\varepsilon$	0	0	0	$\varepsilon$	0	0	0	$a$	$\varepsilon = \pm 1, a \neq 0$ , 1.3.2, 1.3.7	<table border="1"> <tr><td><math>a</math></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td><math>a</math></td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td><math>\pm 1</math></td></tr> </table>	$a$	0	0	0	$a$	0	0	0	$\pm 1$	$a \neq 0$ , 1.3.5, 1.3.6	<table border="1"> <tr><td><math>a</math></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td><math>a</math></td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td><math>a</math></td></tr> </table>	$a$	0	0	0	$a$	0	0	0	$a$	$a \neq 0$ , 3.5.2, 3.5.3
$\varepsilon$	0	0																														
0	$\varepsilon$	0																														
0	0	$a$																														
$a$	0	0																														
0	$a$	0																														
0	0	$\pm 1$																														
$a$	0	0																														
0	$a$	0																														
0	0	$a$																														

Кроме римановой метрики псевдориманову метрику сигнатуры (2, 1) допускают следующие однородные пространства из приведенных выше: 1.3.1 при  $\varepsilon_1 \varepsilon_2 < 0$ , 1.3.2, 1.3.5, 1.3.6, 1.3.7 при  $\varepsilon a < 0$ , 1.3.3, 1.3.4 при  $ab < 0$ . Локально псевдоримановы однородные пространства (допускающие только псевдориманову метрику) сопряжены одному и только одному из следующих:

3.4.1.	<table border="1"> <tr> <td></td> <td><math>e_1</math></td> <td><math>e_2</math></td> <td><math>e_3</math></td> <td><math>u_1</math></td> <td><math>u_2</math></td> <td><math>u_3</math></td> </tr> <tr> <td><math>e_1</math></td> <td>0</td> <td><math>e_2</math></td> <td><math>-e_3</math></td> <td><math>u_1</math></td> <td>0</td> <td><math>-u_3</math></td> </tr> <tr> <td><math>e_2</math></td> <td><math>-e_2</math></td> <td>0</td> <td><math>e_1</math></td> <td>0</td> <td><math>u_1</math></td> <td><math>u_2</math></td> </tr> <tr> <td><math>e_3</math></td> <td><math>e_3</math></td> <td><math>-e_1</math></td> <td>0</td> <td><math>u_2</math></td> <td><math>u_3</math></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><math>u_1</math></td> <td><math>-u_1</math></td> <td>0</td> <td><math>-u_2</math></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><math>u_2</math></td> <td>0</td> <td><math>-u_1</math></td> <td><math>-u_3</math></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><math>u_3</math></td> <td><math>u_3</math></td> <td><math>-u_2</math></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>		$e_1$	$e_2$	$e_3$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$e_1$	0	$e_2$	$-e_3$	$u_1$	0	$-u_3$	$e_2$	$-e_2$	0	$e_1$	0	$u_1$	$u_2$	$e_3$	$e_3$	$-e_1$	0	$u_2$	$u_3$	0	$u_1$	$-u_1$	0	$-u_2$	0	0	0	$u_2$	0	$-u_1$	$-u_3$	0	0	0	$u_3$	$u_3$	$-u_2$	0	0	0	0	1.8.4.	<table border="1"> <tr> <td></td> <td><math>e_1</math></td> <td><math>u_1</math></td> <td><math>u_2</math></td> <td><math>u_3</math></td> </tr> <tr> <td><math>e_1</math></td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>u_1</math></td> <td><math>u_2</math></td> </tr> <tr> <td><math>u_1</math></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><math>u_2</math></td> <td><math>-u_1</math></td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>e_1</math></td> </tr> <tr> <td><math>u_3</math></td> <td><math>-u_2</math></td> <td>0</td> <td><math>-e_1</math></td> <td>0</td> </tr> </table>		$e_1$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$e_1$	0	0	$u_1$	$u_2$	$u_1$	0	0	0	0	$u_2$	$-u_1$	0	0	$e_1$	$u_3$	$-u_2$	0	$-e_1$	0
	$e_1$	$e_2$	$e_3$	$u_1$	$u_2$	$u_3$																																																																							
$e_1$	0	$e_2$	$-e_3$	$u_1$	0	$-u_3$																																																																							
$e_2$	$-e_2$	0	$e_1$	0	$u_1$	$u_2$																																																																							
$e_3$	$e_3$	$-e_1$	0	$u_2$	$u_3$	0																																																																							
$u_1$	$-u_1$	0	$-u_2$	0	0	0																																																																							
$u_2$	0	$-u_1$	$-u_3$	0	0	0																																																																							
$u_3$	$u_3$	$-u_2$	0	0	0	0																																																																							
	$e_1$	$u_1$	$u_2$	$u_3$																																																																									
$e_1$	0	0	$u_1$	$u_2$																																																																									
$u_1$	0	0	0	0																																																																									
$u_2$	$-u_1$	0	0	$e_1$																																																																									
$u_3$	$-u_2$	0	$-e_1$	0																																																																									
3.4.2.	<table border="1"> <tr> <td></td> <td><math>e_1</math></td> <td><math>e_2</math></td> <td><math>e_3</math></td> <td><math>u_1</math></td> <td><math>u_2</math></td> <td><math>u_3</math></td> </tr> </table>		$e_1$	$e_2$	$e_3$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	1.8.5.	<table border="1"> <tr> <td></td> <td><math>e_1</math></td> <td><math>u_1</math></td> <td><math>u_2</math></td> <td><math>u_3</math></td> </tr> </table>		$e_1$	$u_1$	$u_2$	$u_3$																																																														
	$e_1$	$e_2$	$e_3$	$u_1$	$u_2$	$u_3$																																																																							
	$e_1$	$u_1$	$u_2$	$u_3$																																																																									

	$\begin{array}{cccccc} e_1 & 0 & e_2 & -e_3 & u_1 & 0 & -u_3 \\ e_2 & -e_2 & 0 & e_1 & 0 & u_1 & u_2 \\ e_3 & e_3 & -e_1 & 0 & u_2 & u_3 & 0 \\ u_1 & -u_1 & 0 & -u_2 & 0 & e_2 & -e_1 \\ u_2 & 0 & -u_1 & -u_3 & -e_2 & 0 & -e_3 \\ u_3 & u_3 & -u_2 & 0 & e_1 & e_3 & 0 \end{array}$		$\begin{array}{cccc} e_1 & 0 & 0 & u_1 & u_2 \\ u_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ u_2 & -u_1 & 0 & 0 & -e_1 \\ u_3 & -u_2 & 0 & e_1 & 0 \end{array}$
3.4.3.	$\begin{array}{cccccc} e_1 & e_2 & e_3 & u_1 & u_2 & u_3 \\ \hline e_1 & 0 & e_2 & -e_3 & u_1 & 0 & -u_3 \\ e_2 & -e_2 & 0 & e_1 & 0 & u_1 & u_2 \\ e_3 & e_3 & -e_1 & 0 & u_2 & u_3 & 0 \\ u_1 & -u_1 & 0 & -u_2 & 0 & -e_2 & e_1 \\ u_2 & 0 & -u_1 & -u_3 & e_2 & 0 & e_3 \\ u_3 & u_3 & -u_2 & 0 & -e_1 & -e_3 & 0 \end{array}$	1.1.1.	$\begin{array}{cccc} & e_1 & u_1 & u_2 & u_3 \\ \hline e_1 & 0 & u_1 & -u_2 & 0 \\ u_1 & -u_1 & 0 & 0 & 0 \\ u_2 & u_2 & 0 & 0 & 0 \\ u_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}$
2.21.1.	$\begin{array}{cccc} e_1 & e_2 & u_1 & u_2 & u_3 \\ \hline e_1 & 0 & e_2 & u_1 & 0 & -u_3 \\ e_2 & -e_2 & 0 & 0 & u_1 & u_2 \\ u_1 & -u_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ u_2 & 0 & -u_1 & 0 & 0 & 0 \\ u_3 & u_3 & -u_2 & 0 & 0 & 0 \end{array}$	1.1.2.	$\begin{array}{cccc} & e_1 & u_1 & u_2 & u_3 \\ \hline e_1 & 0 & u_1 & -u_2 & 0 \\ u_1 & -u_1 & 0 & 0 & 0 \\ u_2 & u_2 & 0 & 0 & u_2 \\ u_3 & 0 & 0 & -u_2 & 0 \end{array}$
2.21.4.	$\begin{array}{cccc} e_1 & e_2 & u_1 & u_2 & u_3 \\ \hline e_1 & 0 & e_2 & u_1 & 0 & -u_3 \\ e_2 & -e_2 & 0 & 0 & u_1 & u_2 \\ u_1 & -u_1 & 0 & 0 & u_1 & u_2 \\ u_2 & 0 & -u_1 & -u_1 & 0 & u_3 \\ u_3 & u_3 & -u_2 & -u_2 & -u_3 & 0 \end{array}$	1.1.5.	$\begin{array}{cccc} & e_1 & u_1 & u_2 & u_3 \\ \hline e_1 & 0 & u_1 & -u_2 & 0 \\ u_1 & -u_1 & 0 & e_1 & 0 \\ u_2 & u_2 & -e_1 & 0 & 0 \\ u_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}$
1.8.1.	$\begin{array}{cccc} e_1 & u_1 & u_2 & u_3 \\ \hline e_1 & 0 & 0 & u_1 & u_2 \\ u_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ u_2 & -u_1 & 0 & 0 & 0 \\ u_3 & -u_2 & 0 & 0 & 0 \end{array}$	1.1.6.	$\begin{array}{cccc} & e_1 & u_1 & u_2 & u_3 \\ \hline e_1 & 0 & u_1 & -u_2 & 0 \\ u_1 & -u_1 & 0 & u_3 & 0 \\ u_2 & u_2 & -u_3 & 0 & 0 \\ u_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}$
1.8.2.	$\begin{array}{cccc} e_1 & u_1 & u_2 & u_3 \\ \hline e_1 & 0 & 0 & u_1 & u_2 \\ u_1 & 0 & 0 & u_1 & u_2 \\ u_2 & -u_1 & -u_1 & 0 & u_3 \\ u_3 & -u_2 & -u_2 & -u_3 & 0 \end{array}$	1.1.7.	$\begin{array}{cccc} & e_1 & u_1 & u_2 & u_3 \\ \hline e_1 & 0 & u_1 & -u_2 & 0 \\ u_1 & -u_1 & 0 & e_1+u_3 & 0 \\ u_2 & u_2 & -e_1-u_3 & 0 & 0 \\ u_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}$
1.8.3.	$\begin{array}{cccc} e_1 & u_1 & u_2 & u_3 \\ \hline e_1 & 0 & 0 & u_1 & u_2 \\ u_1 & 0 & 0 & 0 & u_1 \\ u_2 & -u_1 & 0 & 0 & u_2+\lambda e_1 \\ u_3 & -u_2 & -u_1 & -u_2-\lambda e_1 & 0 \end{array}$		

Здесь  $e_i$  - базис  $g$ ,  $u_i$  – дополнительный к  $g$  в  $\bar{g}$  ( $i=1, 2, 3$ ).

$B$	Номер	$B$	Номер	$B$	Номер
-----	-------	-----	-------	-----	-------

0 0 1	±, 2.21.1, 1.8.1, 1.8.3, 1.8.4, 1.8.5, 3.4.1	0 0 a	a≠0, ε=±1,0; 1.8.2	0 a 0	a≠0; 1.1.5
0 -1 0		0 -a 0		a 0 0	
1 0 0		a 0 ε		0 0 ±1	
0 0 a	a≠0; 3.4.2, 3.4.3, 2.21.4	0 1 0	a≠0 1.1.2, 1.1.6; a =±1 1.1.1	0 a 0	ab≠0; 1.1.7
0 -a 0		1 0 0		a 0 0	
a 0 0		0 0 a		0 0 b	

Понятие секционной кривизны

$$K(u_i, u_j) = \frac{B(R(u_i, u_j)u_i, u_j)}{B(u_i, u_i)B(u_j, u_j) - B(u_i, u_j)^2},$$

введенное для римановых многообразий, для псевдоримановых пространств может быть введено не для всех направлений, т.к. определитель Грамма в знаменателе обращается в нуль для изотропных двумерных направлений. Если в этом случае обращается в нуль и числитель, то понятие секционной кривизны можно сохранить с помощью продолжения по непрерывности (см. [1]). Для каждого из римановых однородных пространств секционная кривизна:

Номер тройки	$K(u_1, u_2)$	$K(u_1, u_3)$	$K(u_2, u_3)$	Номер тройки	$K(u_1, u_2)$	$K(u_1, u_3)$	$K(u_2, u_3)$
1.3.1, 3.5.1.	0	0	0	1.3.6.	$\frac{1}{-a}$	0	0
1.3.2, 3.5.2.	$\frac{1}{a}$	$\frac{1}{a}$	$\frac{1}{a}$	1.3.7.	$\frac{3}{4}a$	$-\frac{a}{4}$	$-\frac{a}{4}$
1.3.3.	$\frac{3/4 b + a}{a^2}$	$-\frac{b}{4a^2}$	$-\frac{b}{4a^2}$	1.3.5.	$\frac{1}{a}$	0	0
1.3.4.	$\frac{3/4 b - a}{a^2}$	$-\frac{b}{4a^2}$	$-\frac{b}{4a^2}$	3.5.3.	$-\frac{1}{a}$	$-\frac{1}{a}$	$-\frac{1}{a}$

Для каждого из псевдоримановых пространств секционная кривизна:

Номер тройки	$K(u_1, u_2)$	$K(u_1, u_3)$	$K(u_2, u_3)$	Номер тройки и	$K(u_1, u_2)$	$K(u_1, u_3)$	$K(u_2, u_3)$
1.1.1, 1.8.1, 2.21.1, 3.4.1.	0	0	0	1.8.4.	0	0	$\frac{1}{0} = \infty$
1.1.2.	$\frac{1}{4a}$	$\frac{1}{4a}$	$\frac{1}{4a}$	1.8.5.	0	0	$\frac{-1}{0} = \infty$
1.1.5.	$\frac{1}{a}$	0	0	3.4.2.	$-\frac{1}{a}$	$-\frac{1}{a}$	$-\frac{1}{a}$



1.1.6.	$-\frac{3}{4}a$	$\frac{a}{4}$	$\frac{a}{4}$	2.21.4.	$-\frac{1}{4a}$	$-\frac{1}{4a}$	$-\frac{1}{4a}$
1.1.7.	$\frac{\frac{3}{4}b-a}{-a^2}$	$-\frac{b}{4a^2}$	$-\frac{b}{4a^2}$	3.4.3.	$\frac{1}{a}$	$\frac{1}{a}$	$\frac{1}{a}$
1.8.2.	$-\frac{1}{4a}$	$-\frac{1}{4a}$	$-\frac{5}{4a}$	1.8.3.	0	0	$\frac{a}{0} = \infty$

Реальная Вселенная однородна и изотропна лишь приближенно, пространство с мало меняющимися по направлению секционными кривизнами может сильно отличаться от пространства постоянной кривизны.

### Литература

1. Грибков И. В., Некорректность теоремы Шура. Докл. АН СССР, 1980, 252, № 6, 1304-1307

## **ЗАДАЧИ НА ЭКСТРЕМУМ ФУНКЦИИ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ С ФИЗИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ.**

**Никонов О. А., Воробейчикова Е. С.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра физики, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

The article reviews mathematical problems on the extremum of a function of one variable with a physical content. The authors analyze possibilities of this type of the problem in the implementation of the principles of the standards of the third generation.

Качество математической подготовки является одной из важнейших составляющих обучения современного инженера. Необходимость качественного образования диктуется потребностями современного производства и наличием высокой конкурентоспособности специалистов на рынке труда.

Известным фактом является то, что математика в современном ВУЗе, как правило, занимает позиции фундаментальной науки. Фундаментальный характер образования – один из приоритетов Болонского процесса. Количество аудиторных часов, отводимых на изучение математики, в разные годы то увеличивалось (до 510 в 70-е), то уменьшалось, так же изменялась программа курса по своему содержанию. В 1994 году фундаментализация образования выдвигалась на роль новой образовательной парадигмы [3]. В 2012 в силу вступили стандарты 3-го поколения, требующие применения интерактивных технологий в обучении, призванных формировать профессиональные компетенции. И все же качество знаний выпускников технических вузов оставляет желать лучшего. Среди причин, как правило, называют слабую математическую подготовку абитуриентов (в том числе ссылаясь на экзамен в форме ЕГЭ) и недостаточное количество аудиторных часов.

Мы считаем, что одной из причин является слабое применение математического аппарата в других дисциплинах. Как правило, процесс обучения математике сводится “сокращенному изложению математических дисциплин, читаемых на математических факультетах ... и почти не связано с инженерной специальностью студента”[4]. Задачи, на которых необходимо научить студента – это набор однотипных абстрактных упражнений. Поэтому студенты младших курсов воспринимают математику как абстрактную дисциплину, ни как не влияющую на уровень инженерной подготовки”[4].

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.

“Чтобы показать студенту роль математики в инженерной деятельности, преподаватель должен иметь большой педагогический опыт, и хорошо разбираться в соответствующей инженерной тематике. Помочь могли бы профессионально направленные учебники и задачки по математике, но их, к сожалению, написано еще очень мало...” [4]. Анализируя современные учебники по математическому анализу, используемые на практических занятиях в нашем ВУЗе, мы пришли к выводу о том, что в них именно задачи с физическим содержанием практически отсутствуют. Тем не менее, известным фактом остается то, что “...в методике под физической задачей понимают проблему, решаемую с помощью логических умозаключений, математических действий, эксперимента на основе законов и методов физики” [1]. Иными словами, задачи с физическим содержанием остаются невостребованным инструментом, который, тем не менее, способен решать многие дидактические задачи, в том числе:

- наличие межпредметных связей,
- формирование профессиональных компетенций,
- активизация мыслительной деятельности,
- реализация принципа политехнизма в процессе обучения,
- формирование научного мировоззрения.

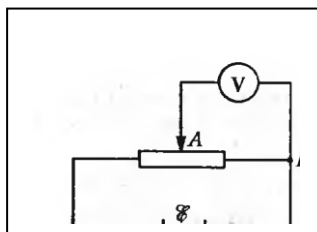
Таким образом, целью нашей работы является создание сборника задач с физическим содержанием, показывающих прикладную направленность математики и играющих важную роль в воспитании и образовании будущих инженеров.

На первом этапе работы мы хотим подготовить один из разделов такого сборника, в котором будут предложены задачи на экстремум функции одной переменной.

В качестве примеров приведем некоторые задачи и их решения.

**Задача 1.** Электрическая цепь состоит из источника тока с Э.Д.С. равной  $\varepsilon$  и внутренним сопротивлением равным  $r$ . Сопротивление внешнего участка  $R$ . При каком соотношении сопротивлений внутреннего и внешнего участков цепи мощность, выделяющаяся на внешнем участке цепи, будет максимальной?

Решение.



Мощность  $P$ , выделяющаяся при прохождении электрического тока в цепи,

$$P = I^2 R.$$

Здесь  $I$  – сила тока в цепи.

По закону Ома для замкнутой цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}, \text{ Следовательно: } P = \frac{\varepsilon^2 R}{(R+r)^2}.$$

Будем рассматривать функцию  $P=P(R)$ , где  $I$ ,  $\varepsilon$  и  $r$  являются константами,

$R$  – переменной.

Найдем производную данной функции  $\frac{dP}{dR} = \varepsilon^2 \frac{(R+r)^2 - 2R(R+r)}{(R+r)^4} = \varepsilon^2 \frac{R+r-2R}{(R+r)^3}$

Найдем значение переменной, при которой производная равна 0.

$$\frac{dP}{dR} = 0 \text{ при } R = r.$$

**Ответ:** при  $R = r$  мощность, выделяющаяся на внешнем участке цепи, будет максимальной.

**Задача 2.**

Две частицы движутся с постоянными скоростями  $v_1$  и  $v_2$  по двум взаимно перпендикулярным прямым к точке их пересечения  $O$ . В момент времени  $t=0$  частицы находятся на расстоянии  $l_1$  и  $l_2$  от точки  $O$ . Через какое время после этого расстояние между частицами станет наименьшим? Чему оно равно?

Решение

Пусть расстояние между частицами равно  $S$ . Тогда его можно выразить по

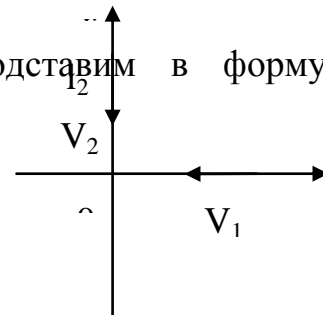
$$\frac{ds}{dt} = \frac{2t(v_1^2 + v_2^2) - 2l_1v_1 - 2l_2v_2}{2\sqrt{(l_1 - v_1t)^2 + (l_2 - v_2t)^2}} \frac{ds}{dt} = 0$$

$$t(v_1^2 + v_2^2) = l_1v_1 + l_2v_2,$$

$$t_m = \frac{l_1v_1 + l_2v_2}{v_1^2 + v_2^2} \quad (3),$$

где  $t_m$  – искомое время.

при этом значении  $t_m$  подставим в формулу (1):



Если подставить (3)

в (2), то получим:  $s_{\min} = \frac{|l_1v_2 - l_2v_1|}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}$

**Ответ:**  $t_m = \frac{l_1v_1 + l_2v_2}{v_1^2 + v_2^2}$  ;  $s_{\min} = \frac{|l_1v_2 - l_2v_1|}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}$ .

Решение задач с физическим содержанием на практических занятиях по математике демонстрирует прикладные возможности математики. Применение такого типа задач позволит студентам с одной стороны, закреплять фундаментальные знания, а с другой – демонстрирует возможности их применения в технике и, на наш взгляд, будет способствовать развитию интереса к изучению математики.

### **Литература**

1. Арюкова, О.А. Использование математического аппарата в обучении физике студентов высших технических школ // О.А. Арюкова. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2007. – С. 556-557.
2. Баракин В.В. , Веселков А.Н. Метод размерностей и экстремальные задачи по физике.// Ярославский педагогический вестник-2010г. -№2
3. Кинелев В.Г. Фундаментализация университетского образования// Высшее образование в России. 1994. №3
4. Носков М.В., Шерстнева В.А. Качество математического образования инженера: традиции и инновации.// Высшее образование в России. 1999. №2
5. Осташков В.Н. Роль исследовательских задач в обучении математике будущих инженеров// Ярославский педагогический вестник-2011г. -№1

**ПРИКЛАДНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА МАТЕМАТИКИ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ЭКСПЛУАТАЦИЯ СУДОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ» (НА ПРИМЕРЕ СТРУКТУРЫ ПРОГРАММЫ КУРСА «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»)**

**Ромахова О. А.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ*)

**Abstract.** The author of this article shows the importance of applied orientation of teaching Mathematics. This paper provides examples of applications for the specialty "Operation of a ship electric and automation equipment"

При подготовке студентов и курсантов технического ВУЗа к профессиональной деятельности именно математическое образование является основой для изучения дисциплин природно-научного и специального циклов, фундаментом для дальнейшего самообразования. При этом студенты и курсанты ВУЗов плохо осознают место математических дисциплин в своей будущей профессиональной деятельности, вследствие чего мало связывают успеваемость по этим предметам с уровнем своей узкоспециальной квалификации. В сознании учащихся профессиональная и общеобразовательная подготовка часто представляются в виде параллельных, никак не пересекающихся направлений [7].

Одним из путей повышения качества подготовки специалистов высшей квалификации является обеспечение прикладной направленности (в некоторых источниках используется термин «профессиональная») в преподавании ряда общеобразовательных дисциплин, таких как математика, информатика и др.

В педагогической литературе выделяются следующие пути реализации профессиональной направленности при обучении студентов математическим дисциплинам:

1. Совершенствование содержания теоретического материала, что предполагает мотивационное обеспечение учебной работы; прогнозирование перспектив использования теоретического материала; обогащение курса вопросами проблемного характера; создание проблемных ситуаций.

2. Внесение определённых изменений в совокупность задач, решаемых на практических занятиях, что подразумевает увеличение удельного веса задач, представляющих интерес с точки зрения одной из общетехнических или профилирующих кафедр.

Для реализации прикладной направленности в преподавании математики используются следующие методы и приёмы:

- определение области, в которой изучаемый теоретический материал имеет фактическое применение;
- акцентирование внимания курсантов на универсальности математических методов;
- обучение учащихся математическим методам познания, в частности построению математических моделей;
- мотивация обучения посредством использования задач, возникающих на практике и показывающих необходимость математических знаний в будущей профессии [6].

Включение прикладных задач при обучении высшей математике позволяет развить умения будущих специалистов электротехнического профиля применять различные направления математического моделирования, т.е. способствует внедрению творческой компоненты в обучение, установлению комплексных межпредметных связей высшей математики с профильными дисциплинами. Это приводит к повышению заинтересованности, лучшему восприятию курсантами математических дисциплин, а также активному овладению ими своей специальностью.

При этом необходимо при подборе задач производственного содержания руководствоваться следующими принципами:

- не перегружать задачи сведениями и расчетами, превышающими силы и возможности курсантов. Подбирать задачи, которые позволят использовать для исследований и вычислений различные технические средства;
- подбирать задачу с четко выраженным математическим моментом, короткой прикладной частью, доступной для понимания курсантам;
- уровень излагаемого материала должен соответствовать уровню образовательной подготовки курсантов, учебным программам;
- задача должна соответствовать реальным требованиям современного производства и отображать его в учебном материале. При этом задача должна содержать известный курсантам понятийный аппарат и терминологию;
- задача должна вызывать у курсантов познавательный интерес, провоцировать их на самостоятельное решение предложенных задач [7].

Эффективным средством, позволяющим развить и углубить содержание математического образования в техническом вузе, осуществить функцию опережающего развития за счет включения в учебные математические курсы новых профессионально важных элементов научного математического знания, являются специальные курсы (спецкурсы), которые предусмотрены государственными стандартами высшего профессионального образования. С одной стороны, спецкурсы не влияют в целом на изменение действующих учебных программ, с другой, -

служат экспериментальной базой по совершенствованию математической подготовки и научно-исследовательской деятельности будущих инженеров [4]. Примером таких спецкурсов служит учебная дисциплина «Математические основы электротехники», которая по новым учебным планам читается во втором семестре для специальности «Эксплуатация судового оборудования и средств автоматизации».

Эта дисциплина является своеобразным «мостиком» между курсом математики и её приложениями в задачах специальности. Однако при изложении данного курса приходится воздерживаться от слишком детального изложения технических аспектов, поскольку к началу изложения курса не было вычитано ни одной из дисциплин специализации.

Задача данного курса состоит не в общей математической подготовке, его задачи чуть уже:

- связать математику как общетеоретическую дисциплину с практическими её применениями в работе инженера;
- дать конкретный практический аппарат для инженерных исследований в этой области.

Для специальных задач электрических систем наиболее важными являются следующие математические вопросы:

1. Матричные методы анализа электрических цепей;
2. Теория чисел, а именно теория комплексных чисел;
3. Методы анализа дифференциальных уравнений;
4. Гармонический анализ;
5. Логика и теория графов;
6. Методы теории вероятностей;
7. Операционное исчисление.

В курсе дисциплины «Математические основы электротехники» освещаются первые три вопроса, поскольку последние четыре будут освещены в курсах «Математика» и «Основы теории вероятностей и статистики» в третьем и четвёртом семестрах.

Изучение курса электротехники начинается с простейших линейных цепей постоянного тока, которые характеризуются основным параметром – сопротивлением (или проводимостью). В таких цепях предполагается, что их параметры постоянны и не зависят от токов в элементах цепи и от напряжений на их зажимах. Элементы эти имеют линейную характеристику – прямую линию для зависимости тока от напряжения. Применение к линейным цепям законов Ома и Кирхгофа, представляющих собой линейные зависимости, приводят к составлению и решению системы линейных уравнений, что само по себе представляет математическую задачу. Выбор метода решения этой системы определяется её сложностью [2].



В программе курса «Математические основы электротехники» математический раздел «Элементы линейной алгебры» представлен следующими темами:

- использование матриц для описания схем электрических цепей;
- решение систем линейных уравнений, составленных по правилам Кирхгофа.

На практических занятиях по отработке данного теоретического материала курсанты решают задачи на составление матрицы сопротивлений по данной схеме замещения; составляют и решают системы линейных уравнений методом Гаусса и методом обратной матрицы, в том числе с использованием табличного процессора Microsoft Excel.

В линейных цепях переменного тока напряжение и ток выражаются синусоидальными функциями, которые достаточно просты, но их графические изображения и операции с ними достаточно трудоёмки. Существенного упрощения можно достичь, если изобразить синусоидальные функции времени комплексными числами [3]. Математический раздел «Комплексные числа» в курсе «Математические основы электротехники» представлен темами:

- изображение синусоидальных функций комплексными числами;
- действия с комплексными числами в тригонометрической и показательной форме;
- радиус-вектор комплексного числа.

В заключение стоит отметить, что для специальности «Эксплуатация судового оборудования и средств автоматики» курс «Математические основы электротехники» является очень ярким примером внедрения прикладной направленности в процесс преподавания математики, но не стоит ограничиваться этим курсом. Задачи прикладного характера необходимо решать и в традиционном курсе «Математика».

#### **Литература.**

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. Учеб. для студентов электротехнических, энергетических и приборостроительных специальностей вузов. Изд. 10-ое. – М.: Гардарики, 2001. – 638 с.
2. Демирчян К.С., Нейман Л.Р. Теоретические основы электротехники. Изд. 4-е. Том 1. – Питер, 2003. – 446 с.
3. Иванов И. И., Лукин А. Ф., Соловьёв Г. И. Электротехника. Основные положения, примеры и задачи. 2-е изд. – СПб.: Издательство «Лань», 2002. – 192 с.
4. Исмаилова Е. И. Интегративно-модульный компонент профессиональной направленности обучения математике будущих инженеров радиоэлектротехнических специальностей. Автореферат

диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук. Ярославль, 2009. 22 с. [Электронный ресурс]: Сайт «Наука, педагогика» - Режим доступа: <http://nauka-pedagogika.com/pedagogika-13-00-02/dissertaciya-integrativno-modulnyy-komponent-professionalnoy-napravlenosti-obucheniya-matematike-buduschih-inzhenerov-radioelektroteh>

5. Меркулова О. А. Особенности преподавания высшей математики студентам естественнонаучного факультета // Педагогическая наука и образование. [Электронный ресурс]: Официальный сайт Сахалинского государственного университета - Режим доступа: [www.sakhgu.ru/file/791/pedagogy2.pdf](http://www.sakhgu.ru/file/791/pedagogy2.pdf)

6. Петунин О. В., Мамонова Л. И. Профессиональная направленность физико-математической подготовки инженеров // Высш. образование сегодня. – 2007. – № 10. – С. 21–22.

7. Симкина И. М., Профессионально-ориентированная деятельность - основа обучения высшей математике младших специалистов электротехнического профиля // Didactics of mathematics: Problems and Investigations. Issue # 28. 2007. [Электронный ресурс]: Официальный сайт Национальной библиотеки Украины - Режим доступа: [www.nbuv.gov.ua/PORTAL/Soc\\_Gum/Dmpd/2007\\_28/\\_28/119](http://www.nbuv.gov.ua/PORTAL/Soc_Gum/Dmpd/2007_28/_28/119)

8. Слостёнова И. В. Инновационные подходы повышения качества обучения высшей математике // Вестник Ставропольского государственного университета 63/2009/ [Электронный ресурс]: Научный журнал «Вестник Ставропольского государственного университета» - Режим доступа: <http://vestnik.stavsu.ru/Jornal/63-2009.html>

**РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО КОМПЛЕКСА ПО ФУНКЦИОНАЛЬНОМУ АНАЛИЗУ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА**  
**Филимоненкова Н. В.** (г. Санкт-Петербург, СПбГАСУ, кафедра математики)

The report focuses on the teaching methods for functional analysis in a technical university. When taught in a technical university the discipline causes certain problems: classical approach would imply the high level of abstractness, remoteness from applications, modest amount of practical (computer) exercises. Striving to resolve the outlined problems the author develops an approach emphasising practical aspect.)

Преподавание курса «Функциональный анализ» в техническом вузе может сопровождаться следующей проблемой: прикладная направленность и уровень подготовки студентов не позволяют им освоить столь абстрактную дисциплину, как функциональный анализ, с позиций классического курса, который предусмотрен на математических факультетах МГУ и СПбГУ. Дело не только в объеме курса, который в техническом вузе зачастую сокращен до «элементов», но в самих подходах к изложению этой дисциплины. Рассмотрим отдельно трудности, возникающие на лекционных и практических занятиях по этой дисциплине.

Для студентов технических вузов представляет сложность высокий уровень абстрактности лекций по функциональному анализу. Традиционная задача курса «Функциональный анализ» заключается в обобщении таких математических конструкций, как расстояние, длина, скалярное произведение, сходимости, ряд Фурье, линейный оператор, спектр и т.д., на случай бесконечномерных пространств произвольной природы, в основном функциональных. Цель этого обобщения соответствует идеалам фундаментальной математики, поэтому в техническом вузе этот курс играет особую роль представителя инородной, абстрактной науки, еще более удаленной от решения практических задач, чем математический анализ. Таким образом, лекционный курс «Элементы функционального анализа» оказывается, во-первых, слишком сложен для студентов-прикладников, во-вторых, не интересен. Ввиду отсутствия очевидных прикладных аспектов такого курса остается открытой проблема его востребованности для формирования профессиональных навыков будущих инженеров. Большинство имеющихся учебников по функциональному анализу (от фундаментальных [1] до современных изданий [2]) представляют все же традиционный (университетский) подход к изучению этой дисциплины. Несравнимо меньше учебных пособий (например, [3], [4]), которые преследуют цель адаптировать курс функционального анализа к условиям технического вуза: снизить градус

аналитичности, навести мосты между теоретическими положениями и задачами прикладной математики, в первую очередь вычислительными методами.

Классический курс функционального анализа традиционно имеет слабо развитую практическую компоненту. В существующих классических сборниках задач (например, [5]) гораздо больше теоретических упражнений, чем вычислительных, и подавляющая часть этих теоретических упражнений превышает способности студентов технического вуза. Вычислительные задачи по функциональному анализу можно найти в некоторых более современных пособиях и сборниках задач (например, [6]). Однако таких пособий совсем немного и предложенного в них ассортимента задач не хватает «на все случаи жизни». При этом два главных, на наш взгляд, недостатка заключаются в следующем.

Во-первых, мало простых одношаговых задач, нацеленных на отработку элементарных инструментов функционального анализа. Например, сборники задач содержат массу упражнений на доказательство аксиом той или иной метрики, но не предлагают вычислить конкретное расстояние между конкретными функциями в конкретном метрическом пространстве. Ситуация аналогична тому, как если бы в задачниках по математическому анализу содержались упражнения на доказательство свойств производной и не было бы примеров на непосредственное дифференцирование. Причина такой ситуации, возможно, в том, что в идеологии курса «Функциональный анализ» главную роль обычно играют формализация и обобщение, что соответствует природе этой научной дисциплины, но не отвечает требованиям ее преподавания будущим инженерам.

Во-вторых, в существующих сборниках задач по функциональному анализу (даже с прикладным уклоном) практически нет выхода на вычислительные методы. Имеются задачи, стоящие на пороге вычислительной математики и требующие аналитического анализа ситуации: например, найти значение параметра, при котором отображение будет сжимающим и к соответствующему уравнению применим метод последовательных приближений. Но практически нет задач, нацеленных как на математическую аргументацию, так и на реализацию вычислительных методов. Резонно объяснить это тем, что эти задачи присутствуют далее в курсе вычислительной математики. Однако для современного студента, у которого знания последней сессии не переживают даже лето, имеет смысл не разрывать обоснование метода и его применение: скажем, задачи на теорию сжимающих отображений и задачи на ее приложение – метод последовательных приближений.

В основу предлагаемого решения описанной выше проблемы положен личный опыт преподавания функционального анализа студентам специальности «Прикладная математика» Санкт-Петербургского

государственного архитектурно-строительного университета. Ниже перечислены основные отличительные особенности разработанного учебного комплекса.

Проведена значительная адаптация традиционного курса функционального анализа к уровню и запросам прикладной инженерной специальности. С одной стороны, изложение теоретических конструкций и фактов упрощено до элементарного. С другой стороны, сделана попытка довести теоретический факт до числа. Шаг в сторону вычислительной математики придает функциональному анализу не привычный для него междисциплинарный характер и ставит целью курса формирование не только общей математической культуры, но и навыков математической аргументации эффективной работы численных методов. Ради воплощения этой цели учебный комплекс снабжен широкой базой вычислительных задач, что не характерно для существующих классических задачников по функциональному анализу. Большое количество вычислительных задач преследует две цели: во-первых, это позволяет применить и закрепить важные навыки из курсов алгебры и математического анализа, во-вторых, через конкретные вычисления студенту-прикладнику проще освоить абстрактные конструкции функционального анализа.

В разработанной базе задач главное место занимают расчетные задания, предполагающие использование математических пакетов. Задействованы такие типы задач, как приближенное решение уравнений и задача аппроксимации функций. Например, в разделе, посвященном теории сжимающих отображений, имеется широкая подборка уравнений (числовых и функциональных, в том числе интегральных), для которых следует применить принцип сжимающих отображений и в одном из математических пакетов найти приближенное решение методом простых итераций. В разделе, посвященном теории обобщенных рядов Фурье, основное внимание уделяется задачам аппроксимации функции частичной суммой ряда Фурье по тригонометрической или по одной из полиномиальных систем: по ортогональным многочленам Лежандра, Чебышева, Эрмита и т.д. – опять же с реализацией в одном из математических пакетов. Задания, направленные на численную реализацию решений, способствуют формированию прикладной компоненты обучения, повышают мотивацию студентов, содействуют непосредственному освоению основных математических пакетов, направлены на формирование таких первичных навыков математического моделирования, как алгоритмизация расчета, визуализация, интерпретация результата.

Учебный комплекс предназначен студентам технических вузов для изучения таких дисциплин, как «Основы функционального анализа» или «Введение в функциональный анализ», рассчитанных на небольшое количество аудиторных часов.

Результаты предварительных разработок учебного комплекса по функциональному анализу были представлены на международных конференциях «Наука и образование – 2012», МГТУ, «Теория и методика обучения и воспитания в высшей школе», Санкт-Петербург, СПбГАСУ, 2012, получили одобрение на выездном заседании Научно-методического совета по математике Министерства образования и науки РФ, Самара 2012.

### **Литература**

- Колмогоров А. Н., Фомин С. В. Элементы теории функций и функционального анализа: изд. 7-е. – М.: Наука, 1972. – 572 с.
- Богачев В. И., Смолянов О. Г. Действительный и функциональный анализ: университетский курс. – М.: РХД, 2009. Журнал "Регулярная и хаотическая динамика", Институт компьютерных исследований, 2009. – 724с.
- Лебедев В.И. Функциональный анализ и вычислительная математика: учебное пособие, изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 296 с.
- Треногин В.А. Функциональный анализ: учебник, изд. 3-е, испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 488 с.
- Кириллов А. А., Гвишиани А. Д. Теоремы и задачи функционального анализа: учебное пособие для вузов, изд.2-е, перераб. и доп. – М.: Наука, 1988. – 400 с.
- Антоневич А. Б., Радыно Я. В. Функциональный анализ и интегральные уравнения: лабораторный практикум. – Минск: БГУ, 2003. – 177с.

## НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ ИНЖЕНЕРАМ-МЕХАНИКАМ

Хохлова Л. И. (г. Мурманск, МГТУ, каф. ВМ и ПО ЭВМ)

**Abstract.** In keeping with the Humboldt requires that "science education does not split according to external purposes and for individual branches, but on the contrary - gathered in one focus in order to achieve the highest human goals."

Если вспомнить историю создания первого классического университета, основанного на концепции, выдвинутой Вильгельмом Гумбольдтом в начале XIX века, то в соответствии с ней образование должно быть в первую очередь научным, формирующим у молодого человека стремление к новым знаниям и постоянному творческому поиску. В соответствии с концепцией Гумбольдта необходимо, чтобы «научное образование не раскалывалось сообразно внешним целям и условиям на отдельные ветви, а напротив - собиралось в одном фокусе для достижения высшей человеческой цели».

Очевидно, что 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.

Будущий инженер должен осознать, что большинство прикладных дисциплин – это модифицированные развитием техники разделы физики и математики. Сюда относятся аналитическая механика, техническая термодинамика, электротехника, все разновидности электроники и т.д. Студентам необходимо показывать, что практически все учебные дисциплины, изучаемые студентами любого направления подготовки, обладают естественнонаучным единством. Это единство проявляется в том, что при изучении объектов природы все сферы деятельности (научная, инженерная, гуманитарная, образовательная и т.д.) применяют универсальный метод познания, который называется моделированием. 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.

Если разработать содержание, методы и формы математической подготовки будущих инженеров в условиях профессиональной направленности межпредметных связей, внедрить все это в процесс обучения математике в вузе, то это конечно повысит качество профессиональной подготовки инженера. Основные категории, присущие всем видам инженерной деятельности – это проектирование, конструирование, производство, эксплуатация. 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.

Следует заметить, что в подготовке инженеров-механиков наметились вполне существенные позитивные сдвиги, так как сейчас им предложен специальный курс «Математические основы механики». В современной механике используются весьма сложные и разнообразные математические методы и понятия: дифференциальные уравнения, фазовые потоки, гладкие отображения и многообразия, группы алгебры Ли. Для изучения физических основ механики математический аппарат предполагает наличие знаний: предел, производная, интеграл, дифференциальные уравнения, геометрия (линейное пространство, векторы) и линейная алгебра (линейные операторы, квадратичные формы). С помощью этого аппарата разбираются все основные вопросы, поэтому лекции по математике, физике и механике должны согласовываться, причем определенные шаги в этом направлении делаются. Академик Арнольд полагает, что в задачах механики необходимо, прежде всего, геометрическую, качественную сторону явлений.

В связи с этим был разработан специальный учебно-методический комплекс для освоения этой дисциплины с учетом потребностей в математических знаниях именно для этой дисциплины. Ньютонова механика изучает движение системы материальных точек в евклидовом пространстве. В евклидовом пространстве действует шестимерная группа преобразований. Основные понятия и теоремы инвариантны относительно этой группы. Ньютоновская потенциальная механическая система задается массами точек и потенциальной энергией их взаимодействия. Свойствам пространства и времени соответствуют три закона сохранения: импульса, момента импульса и энергии. Лагранжева механика описывает движение механической системы при помощи понятия конфигурационного пространства – объединения  $N$  (где  $N$  – это число материальных точек системы) трехмерных евклидовых пространств с учетом наложенных на систему связей, ограничивающих движение отдельных тел. Следующий



уровень обобщения составляет гамильтонова механика - это механика с использованием геометрии в фазовом пространстве, которое представляет собой пространство  $6N$  измерений (где  $N$  - число материальных точек) объединяющих обычные пространственные координаты и импульсы частиц.

Хорошо заметна современная тенденция к геометризации механики и физики. В курсе «Математические основы механики» появилась хорошая возможность рассмотреть подробно различные системы координат, преобразование их, дать практическое применение линейных операторов и векторных операций. Есть возможность рассмотреть аффинное пространство, посмотреть по-другому на скалярное произведение. В частности Арнольд определяет мир как четырехмерное аффинное пространство, точки которого называются событиями или мировыми точками, время определяется как отображение линейного пространства параллельных переносов мира на вещественную прямую, расстояние между событиями определяется через скалярное произведение. Галилеевы преобразования являются аффинными преобразованиями, сохраняющими интервалы времени и расстояния между одновременными событиями. Если рассмотреть, например, прямое произведение  $\mathbb{R} \times \mathbb{R}^3$  оси  $t$  на линейное трехмерное пространство  $\mathbb{R}^3$ , то можно привести три примера галилеевых преобразований: 1) равномерное движение со скоростью  $g_1(t,x)=(t,x+vt)$ ; 2) сдвиг начала отсчета  $g_2(t,x)=(t+s,x+s)$ ; 3) поворот системы координат  $g_3(t,x)=(t,Gx)$ .

Можно показать соответствие принципа детерминированности Ньютона (начальное состояние механической системы однозначно определяет все ее движение) и дифференциальным уравнением второго порядка - вторым законом Ньютона:  $x'' = F(x', x, t)$ . Здесь создаются хорошие условия, чтобы пояснить такие понятия как однородность и изотропность пространства. На примере уравнения  $x'' = f(x)$  можно показать появление фазовой плоскости уравнения ( $x' = y, y' = f(x)$ ). Решение этой системы - движение фазовой точки по фазовой плоскости. Фазовая траектория задается параметрически. Здесь же появляются характеристики системы, кинетическая энергия, выражаемая производной и потенциальная, выражаемая интегралом. Все это можно продемонстрировать на простейшем примере основного уравнения теории колебаний.

В соответствии с вышесказанным и разрабатывается система заданий для курсантов. Предполагается рассматривать некие синтезированные задачи, в которых от начала и до конца можно рассмотреть весь реальный процесс движения от начала и до конца. Каждому студенту выдается индивидуальное задание, о выполнении которого он докладывает всей учебной группе. По результатам сообщения проводится обсуждение. Курсанты должны в обязательном порядке отчитываться перед

преподавателем по выполнению всех заданий. Предполагается использование соответствующих математических пакетов.

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.

**Проблемы преподавания  
естественнонаучных и  
технических дисциплин в  
высшей школе**

## ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ В РАМКАХ ТРЕБОВАНИЙ ФГОС 3-ГО ПОКОЛЕНИЯ

**Власова С. В.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра физики; МОИПКРОи К, кафедра преподавания общеобразовательных предметов)

**Abstract.** The paper discusses the problems arising from the introduction of the Federal State Educational Standard third generation related to the study of physics at the technical universities. It is shown how these problems can be solved in the near future.

Федеральным законом была утверждена новая структура Федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО), так называемых стандартов третьего поколения, согласно которым в результате получения высшего профессионального образования выпускник должен приобрести определённые общекультурные и профессиональные компетенции [9]. Начиная с 2011-12 у.г., все вузы РФ обязаны работать по этим стандартам. Как заметил академик Ж.И. Алфёров, государственные образовательные стандарты «поражают своим формализмом и методической отсталостью» [3].

Обратим внимание на некоторые новшества, которые появились в стандартах 3-го поколения. Одним из новшеств является то, что в них отсутствуют содержание обучения по тем или иным учебным дисциплинам. В ФГОС приведены лишь *проектируемые результаты обучения по циклам дисциплин*, причём, они сформулированы так, что содержание обучения невозможно оценить даже приблизительно. Приведём пример. Согласно ФГОС для направления 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника», студент после изучения математического и естественнонаучного цикла дисциплин в предметной области дисциплины физика должен «*знать* основные законы физики», «*уметь* проводить физический эксперимент», «*владеть* основными методами теоретического и экспериментального исследования физических явлений». Поскольку термины «основные законы физики» или «основные методы теоретического и экспериментального исследования» не являются строго определёнными, то в тех же расплывчатых терминах можно сформулировать проектируемые результаты обучения и для выпускника средней школы. Можно констатировать, что в ФГОС не приведено в приемлемых терминах ни содержание обучения, ни проектируемые результаты обучения и более того, не названы никакие другие документы, где это содержание было хоть как-то обозначено. В то же самое время в как Федеральном законе [9], так и в законе «Об образовании» [8, статья 11] недвусмысленно сказано, что ФГОС устанавливают не только требования к структуре и условиям реализации основных образовательных программ, но также и требования к *результатам освоения основных образовательных программ*.

Научно-методический совет по физике (председатель академик РАН Ж.И. Алферов) разработал примерные программы дисциплины «Физика» федерального компонента цикла общих математических и естественнонаучных дисциплин для ФГОС 3-го поколения. В программах было выделено три возможных уровня изучения физики в техническом вузе: минимальный (9-11 зачётных единиц), базовый (14-15 зачётных единиц) и расширенный (18-20 единиц) [6]. Однако разработчики учебных планов направлений бакалавриата в вузах, заявляя, что они ориентируются на своё УМО по направлению, очень часто снижают время, отводимое на изучение физики, ниже того, которое обеспечивает даже минимальный уровень.

Отсутствие содержания обучения и грамотно сформулированных результатов освоения основных образовательных программ – не единственное новшество, которое отличает стандарты 3-го поколения от стандартов ВПО предыдущего поколения. Ранее в стандартах достаточно строго регламентировалось число часов, выделяемых в пределах того или иного цикла на обязательные дисциплины этого цикла. Например, для специальности «Энергообеспечение предприятий» на изучение физики выделялось 500 часов. В стандартах 3-го поколения обозначено лишь число часов на тот или иной цикл. Предполагается, что распределение часов по учебным дисциплинам в пределах цикла определит вуз, который разрабатывает основную образовательную программу. Учитывая заинтересованность заведующих выпускающими кафедрами, которые разрабатывают учебные планы направлений, в «перетягивании» нагрузки от базовых дисциплин на другие учебные «нужды», в учебных планах (УП), разрабатываемых вузами, зачастую преобладает «местечковый» интерес. В вариативной части естественнонаучного цикла могут появляться предметы, которые, приводят к снижению уровня естественнонаучной подготовки бакалавров (за счёт «перетекания» часов от математики и физики к таким курсам). Со временем, причём достаточно быстро, такое положение дел может привести к заметному снижению уровня подготовки бакалавров. Отметим, что имеются и другие причины, которые работают в том же направлении (например, уменьшение числа абитуриентов школ фактически до числа мест обучения в вузах). Но такого рода причины быстро устранить невозможно, демографические изменения происходят медленно. А вот внести изменения в ФГОС, чтобы они гарантировали возможность изучения студентом фундаментальных естественнонаучных дисциплин хотя бы на минимальном уровне, нам представляется, вполне возможным. К сожалению, в законе об образовании [8] этого не было сделано, хотя представители физического сообщества высшей школы на это рассчитывали [1].

Обратим внимание ещё на одну проблему, возникшую в сфере ВПО в связи с введением ФГОС. Как было отмечено выше, ФГОС

ориентирован на приобретение выпускником в результате обучения определённых общекультурных и профессиональных компетенций. Но и в этом вопросе имеются существенные недоработки. «Целевой аспект педагогических измерений при аккредитационной экспертизе определён в документе [5] как соответствие содержания и качества подготовки обучающихся и выпускников требованиям ФГОС высшего профессионального образования (ВПО)» [1]. Но что будет проверяться, если содержание обучения будет различное во всех вузах (в зависимости от выделенных часов на изучение той или иной дисциплины и многих других факторов). Проектируемые результаты обучения по циклам дисциплин также не предоставляют возможности адекватно судить о содержании обучения. Кроме того, в отечественном высшем образовании отсутствует опыт оценки сформированности компетенций на основе результатов тестирования [1]. В резолюции III Всероссийской научно-практической конференции «Оценка компетенций и результатов обучения студентов в соответствии с требованиями ФГОС» отмечается: несовершенство формулировок компетенций, отсутствие чёткого определения понятия «компетентность», отсутствие единого подхода к формулировкам компетенций даже «родственных» направлений подготовки, отсутствие обоснованных методик оценивания результатов обучения на основании компетенций [7].

Все вышеназванные недостатки в нормативных документах, сопровождающих переход ВПО на ФГОС 3-го поколения, привели к тому, что во многих вузах России (не составляет исключение и Мурманский государственный технический университет) число часов, выделяемых на изучение физики, для многих направлений подготовки было сокращено. Это не соответствует потребностям времени и идее усиления фундаментальной составляющей образования при переходе к ФГОС, сформулированной нормативными документами.

Коллективы кафедр физики технических вузов Дальневосточного региона обратились к председателю УМС по физике Ж.И. Алфёрову в надежде, что его активная позиция поможет переломить ситуацию со снижением уровня физического образования в технических вузах России. Авторы статьи отмечают, что «настоящего инженера без знания законов физики быть не может». Они полагают, что «для полноценного инженерного образования, рассчитанного на прорыв в высокие технологии, нужны продуманные меры по обеспечению подлинной реализации принципа фундаментализации, заложенного в концепции развития высшей школы России» [2].

Можно ли повысить уровень физического образования в высших учебных заведениях РФ или хотя бы замедлить его резкое снижение? Совсем недавно многим преподавателям физики высшей школы положение казалось абсолютно безнадежным, не было ни малейших

перспектив что-либо изменить к лучшему. Ведь было заявлено, что ФГОС будут изменяться раз в 10 лет, а большинство из них утверждены около двух лет назад. Сегодня появилась надежда, которая возникла в связи с опубликованием проекта документа «Об утверждении порядка разработки и утверждения федеральных государственных образовательных стандартов и внесения в них изменений» [4], в котором пересмотрен порядок рассмотрения предложений по внесению изменений в ФГОС. Такие предложения могут вноситься в инициативном порядке учебно-методическими объединениями, действующими в системе образования, профессиональными образовательными организациями, образовательными организациями высшего образования. Если проект станет документом, то это будет означать, что дело разработки ФГОС будет отдано не в руки УМО по направлениям, как это происходит сейчас, а в руки широкого круга профессионалов. По нашему мнению, можно достаточно быстро улучшить ситуацию, внося изменения в ФГОС, ведь множество очень важных предложений со стороны Научно-методического совета по физике уже было высказано. С нашей точки зрения, после утверждения проекта постановления правительства РФ [4] физическое сообщество вузов РФ должно активно поддержать действия НМС по физике, который предложил примерные программы дисциплины Физика цикла математических и естественнонаучных дисциплин для ФГОС 3-го поколения [6].

В работе рассмотрены проблемы, возникшие в преподавании физики в технических вузах в связи с введением ФГОС 3-го поколения. Показано, каким образом эти проблемы могут быть решены в ближайшее время.

### **Литература**

1. В. Н. Козлов, С. В. Викторенкова, А. И. Кибзун, В. Н. Кошелев и др. Принципы формирования аккредитационных педагогических измерительных материалов для аккредитации в соответствии с требованиями ФГОС ВПО// [http://www.fgosvpo.ru/index.php?menu\\_id=55&menu\\_type=2&parent=0](http://www.fgosvpo.ru/index.php?menu_id=55&menu_type=2&parent=0)
2. О.Н. Крохин, В.В. Зауткин, Ю.Н. Кульчин. Проблемы физического образования в технических вузах // Физическое образование в вузах, т.9, №1, 2003, с. 15-22.
3. Обращение председателя Научно-методического совета по физике академика Ж.И. Алфёрова // <http://www.en.edu.ru/publications/general/4204>
4. Об утверждении порядка разработки и утверждения федеральных государственных образовательных стандартов и внесения в них изменений // Проект постановления правительство РФ (опубликован 11.02.2013).

5. Положение о государственной аккредитации образовательных учреждений и научных организаций // Постановление Правительства РФ от 21 марта 2011 г. N 184.

6. 6. Примерные программы дисциплины «физика» федерального компонента цикла общих математических и естественнонаучных дисциплин для гос. 3-го поколения, разработаны Научно-методическим советом по физике // Минобрнауки РФ, НМС по физике, исх. № НМС–09/6 от 08.04.2009 г. (любое изд.).

7. Резолюция III всероссийской научно-практической конференции «Оценка компетенций и результатов обучения студентов в соответствии с требованиями ФГОС» // <http://www.i-fgos.ru/node/70>

8. Федеральный закон об образовании в Российской Федерации от 26.12.2012.

9. 9. Федеральный закон от 1 декабря 2007 г. (N 309-ФЗ) "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части изменения понятия и структуры государственного образовательного стандарта".



## **ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН (НА ПРИМЕРЕ «ЭКОЛОГИИ») ПО ПРОГРАММАМ БАКАЛАВРИАТА**

**Зотова О. Е.<sup>1</sup>, Салтыкова С. А.<sup>1,2</sup>, Гончарова О. А.<sup>2</sup>** (1 г. Анапты, КФ ПетрГУ, экологический факультет; 2 г. Анапты, ПАБСИ КНЦ РАН, лаборатория интродукции и акклиматизации растений)

The contents of programs of natural-science disciplines on the example of "Ecology" are analysed upon transition to a two-level education system. The conclusion that discipline "Ecology" was almost withdrawn of training process is drawn. Danger of release of ecologically illiterate bachelors is emphasized.

Изучение естественнонаучных дисциплин является необходимой частью образовательной подготовки практически для всех направлений высшего образования в России. Роль естественнонаучных знаний состоит не только в формировании естественнонаучной картины мира; не менее важен их гуманитарный аспект, их развивающая функция. Естественнонаучные дисциплины обладают широкими возможностями развития мышления, творческих способностей человека. Естественнонаучные знания являются основой будущей профессии; качества будущего профессионального мышления специалиста и определяются прежде всего его фундаментальной подготовкой [1].

К дисциплинам естественнонаучного цикла относятся курсы «Концепции современного естествознания», «Экология», «Безопасность жизнедеятельности», «Природопользование».

Обратимся к проблемам преподавания курса «Экология» в связи с переходом на двухуровневую систему образования

Современный период развития России показывает, что существует громадный разрыв между фундаментальным знанием и экологически целесообразной производственной деятельностью людей. Причины этого заключаются в несформированности экологического сознания личности, экологической безграмотности разных поколений, отсутствии норм и ценностей экологической культуры. Картина мира, возникшая в контексте глобальных экологических проблем, связанных с нерациональным обменом веществ и энергии между человеком и природой, привела к существенным изменениям в образовательных системах. Современное образование и воспитание базируется на приоритете экологической составляющей как стержне, вокруг которого концентрируются все дисциплины, прежде всего естественные и гуманитарные [2].

Зачастую знаний, полученных в рамках вузовской подготовки, недостаточно для решения специалистами конкретных производственных задач. Известно, что более 80% аварий и происшествий, приводящих к негативному воздействию на окружающую среду, происходит из-за слабой

подготовки специалистов различного уровня. Пробелы в экологическом образовании приводят к экономическим потерям на предприятиях (выплата ущерба от загрязнения окружающей среды, штрафы за нарушение природоохранного законодательства и др.), негативно сказываются на имидже предприятий, препятствуют их выходу на внешний рынок. Российским законодательством предусмотрено, что руководители организаций и специалисты, ответственные за принятие решений, которые могут оказать негативное воздействие на окружающую среду, должны иметь подготовку в области охраны окружающей среды и экологической безопасности. При этом объемы подготовки управленческих и производственных кадров в стране остаются низкими, пробелы в базовом образовании в основном решаются специалистами за счет прохождения курсов повышения квалификации [3].

При переходе на новую двухуровневую систему образования дисциплина «Экология» практически была изъята из федеральных компонентов программ высшего образования широкого ряда специальностей. Экология осталась только в программах будущих профессионалов-экологов. В остальных учебных заведениях вопрос о преподавании студентам экологии оставили на усмотрение ВУЗов. В высших учебных заведениях, где данная дисциплина была введена в учебный план подготовки бакалавров, общее число часов курса «Экология» было значительно сокращено, и так как ее преподавание на естественнонаучных факультетах, не является обязательным, то и отношение к ним со стороны студентов не самое прилежное.

Материалы экологической направленности реализуется в вузах через различные формы и методы обучения: лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельную работу обучающихся. Для самостоятельного изучения студентам предлагаются материалы, адаптированные к уровню их знаний, которые используются для подготовки к семинарам, написанию рефератов, проведению работ исследовательского характера. Результаты проводимых исследований находят отражение в дипломных работах, материалах научных конференций.

Таблица.

Список специальностей ГОС-2, содержащих в стандартах дисциплину «Экология» и ФГОС, в программах которых «Экология» отсутствует.

Специальность	Код в ГОС-2	№ и дата приказа Минобр.	Наличие курса «Экология»	Код ФГОС	№ и дата приказа Минобр.	Наличие курса «Экология»
Политология	020200	№ 180 от 05.03.199	75 часов	030200	№ 768 от 21.12.200	-

		4.			9.	
Социология	02030 0	№ 180 от 05.03.199 4.	120 часов	04010 0	№ 230 от 29.03.201 0.	-
Экономика	06080 0	№ 180 от 05.03.199 4.	60 часов	08010 0	№ 747 от 21.12.200 9	-
Менеджмент	06120 0	№ 180 от 05.03.199 4.	60 часов	08020 0	№ 554 от 21.12.200 9	-
Прикладная математика	01020 0	№ 180 от 05.03.199 4.	72 часа	01040 0	№ 538 от 20.05.201 0.	-

Анализ таблицы показывает, что в будущем число специалистов с высшим образованием, владеющих основами экологических знаний, практически сведется к нулю [4].

Экологизация системы образования – это проникновение идей, понятий, принципов, подходов экологии в структуру других дисциплин, нацеливающее человека на изменение его отношения к окружающей среде, формирование мышления, основанного не на силовых решениях и конфронтациях, а на диалоговых формах общения разных народов, взаимодействии природной и культурной среды.

Все это требует серьезного изменения и усовершенствования высшего образования и увеличения вклада естественнонаучных дисциплин, и в первую очередь курса «Экология».

### Литература

1. Волошина М. С. Проблемы обучения естественнонаучным дисциплинам с использованием информационных технологий в высшей школе / М. С. Волошина, Н. В. Котова // Молодой ученый. — 2011. — №4. Т.2. — С. 76-78.
2. Зубцова И.Л., Лазарева Л.П, Горчакова Н.П. Роль естественнонаучных дисциплин в многоуровневой подготовке экологических кадров // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 10 – С. 25-27.
3. Моисеев Н.Н. Экология и образование. М.: Юнисам, 1996.
4. Разумова Е.Н., Орленева А.П. Проблемы преподавания естественнонаучных дисциплин по программам бакалавриата студентам-гуманитариям // Вестник Тульского государственного университета. Часть 2. – 2011. - № 10 – С. 14-19

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

**Курносова И. А.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Технической механики и инженерной графики)

This article defines the place of information technology in tech science education methodology, precisely, in strength of materials discipline. Main functions and possibilities of using computers in studies are noted.

К числу проблем образования, требующих последовательного решения, относится поиск эффективных методов подготовки современных специалистов, что подразумевает разработку частных методик преподавания отдельных дисциплин.

Дидактикой обусловлено, что частные методики преподавания изучают закономерности протекания учебного процесса, а также содержание, формы и методы преподавания дисциплин. Таким образом, две основные задачи дидактики – это содержание обучения (*чему учить*) и методы обучения, формы организации обучения, технологии обучения (*как учить*). В условиях постоянно растущего объема информации, применение педагогических средств, интегрирующих новые информационные и традиционные образовательные технологии, является основой для повышения качества системы подготовки высококвалифицированных специалистов.

Создание современной образовательной информационной среды невозможно без компьютеризации учебного процесса.

Компьютеризация обучения – это не только применение компьютера как средства обучения, но и многоцелевое использование компьютера в учебном процессе. Одна из областей применения компьютеров в обучающей деятельности и, в частности, в курсе сопротивления материалов, связана с компьютерной поддержкой традиционного обучения. При этом соответствующим образом запрограммированный компьютер применяется для решения разных дидактических задач:

- 1) предъявление информации в разных формах (вербальной, наглядной, экспериментальной);
- 2) формирование у студентов общих и специальных знаний и умений по конкретным темам дисциплины;
- 3) контроль, оценка и коррекция результатов обучения;
- 4) организация индивидуального и группового обучения;
- 5) управление процессом обучения.

Из различных вариантов применения компьютерной поддержки можно выделить вариант диалога студент – компьютер, который достаточно легко, без особых материальных затрат, впишется в учебный

процесс. Это позволит изучать и закреплять уже изученные темы, а соответствующее программное обеспечение поможет сделать работу не стандартным опросом, а интересным и увлекательным процессом.

К основным функциям компьютера в учебном процессе относят [2]:

1. формирование положительной мотивации к учению;
2. индивидуализацию учебного процесса с постоянной обратной связью и с учетом уровня подготовленности, способностей, индивидуально-типологических особенностей усвоения материала, интересов и потребностей обучаемых;
3. выработку навыков коммуникации, моделирования решения проблем и сложных задач, требующих коллективных взаимодействий;
4. усиление междисциплинарных связей, комплексного изучения явлений и событий; повышения мобильности и динамического обновления учебного процесса.

Одной из основных форм обучения являются лекции, которые дают основные базовые знания технических дисциплин. Постоянное совершенствование этой формы обучения обеспечивает успешное восприятие и запоминание учебного материала, активизацию учебного процесса.

Но при этом важно не только обучение, но и самообучение, когда наряду с аудиторными занятиями на первый план выходит самостоятельная работа студентов. И здесь компьютер позволяет существенно расширить диапазон применяемых видов познавательной деятельности и получаемых студентом умений и навыков.

Применение компьютерных технологий не только меняет характер обучения и характер занятий, повышает самостоятельность студентов и стимулирует индивидуальные способности каждого, но и предоставляет широкие возможности индивидуализации образования. Это позволяет дифференцировать трудность учебных заданий с учетом индивидуальных возможностей студентов, а также выбрать оптимальный темп обучения, обеспечив каждому студенту отдельное задание. Новые информационные технологии открывают доступ к нетрадиционным источникам информации, повышают эффективность самостоятельной работы, предоставляют совершенно новые возможности для творчества, обретения и закрепления различных профессиональных навыков, позволяют реализовать принципиально новые формы и методы обучения. Созданные компьютерные средства обучения послужат эффективным инструментом для накопления, апробации и совершенствования новых методов и форм обучения на всех уровнях системы образования. Таким образом, внедрение компьютерного обучения дает преподавателю новые методические средства и возможности повышения качества обучения. Включение

компьютерных технологий в учебный процесс повысит его эффективность, но в то же время предъявит особые требования и к используемым учебным материалам, и педагогической технологии. Примерная краткая характеристика процесса обучения с применением компьютерных технологий на основе [1] представлена в таб. 1. Характеристика процесса обучения

Таблица 1

Вид деятельности	Содержание
Планирование	Рабочие программы по учебным планам специальностей, планы календарно-тематические
Организация своей деятельности	Отбор содержания материала, подлежащего усвоению, в соответствии со Стандартом специальности (направления), а также дидактических материалов и материалов по информационным технологиям
Организация деятельности студентов и формирование мотивационно-целевого компонента	Постановка целей учебной работы и определение учебных задач; формирование положительной мотивации на принятие учебной задачи; организация сотрудничества и взаимодействия преподавателя и студентов
Стимулирование активности	Привлечение к теме, использование технологии активного обучения
Контроль и регулирование	Наблюдение, контрольные тесты, индивидуальное собеседование, письменные, устные и компьютерные опросы
Анализ результатов	Выявление уровня знаний, установление уровня сформированности умений и навыков, выявление и исправление недостатков, подведение общего итога работы

В выводе можно отметить, что информационные технологии призваны обеспечить качество учебного процесса. Но необходимо наряду с информационными методами обучения применять и традиционные, чтобы компьютер становился не самоцелью, а лишь логическим и эффективным дополнением к учебному процессу.

### Литература

1. Коджаспирова Г.М. Педагогика в схемах, таблицах, опорных конспектах. - М., 2008. - 253 с.
2. Литвинова С.А. Использование компьютерного обучения в образовании. - Материалы всероссийской научно-практической конференции. – Оренбург, ИПК ГОУ ОГУ, 2008. – 3055 с.

## **О НЕОБХОДИМОСТИ ЗНАЧИТЕЛЬНОГО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СОВРЕМЕННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**Баева Л.С., Пашеева Т. Ю.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Технологии металлов и судоремонта)

**Аннотация.** The technical modernization of machine building complex in Russia demands the training modern special technologists. It is necessary to choose the right technical policy in modernization of industries and use the domestic potential for the decision of a such difficult problem.

В настоящее время перед Россией стоят задачи модернизации ключевых отраслей промышленности. Изношенность парка технологического оборудования в отечественном машиностроении составляет более 95%, необходимость модернизации и обеспечения технологической независимости отечественного судостроения требуют технического перевооружения соответствующих отраслей машиностроения. В сложившихся условиях представляется целесообразным не производить это перевооружение за счет импорта технологий и оборудования. Следует осуществлять переход на принципиально новое оборудование и технологии, которые сохраняют свои конкурентные преимущества в долгосрочной перспективе.

Анализ институциональных условий решения проблемы модернизации машиностроительного комплекса России приводит к неочевидному, на первый взгляд, выводу, что наиболее многочисленную и дееспособную группу государственных организаций, на которую может быть возложено решение этой проблемы, образуют технические вузы. Российская система технических вузов в годы экономических преобразований устояла и продолжает свое развитие. Главная особенность технических вузов – это то, что они обладают уникальным ресурсом – многочисленным и постоянно обновляющимся контингентом молодых людей, получающих образование. Этот ресурс стабилизирует состояние вузов и дает им возможность развиваться [1].

В проекте Министерства экономического развития Российской Федерации «Инновационная Россия – 2020» представлена стратегия инновационного развития РФ, в которой отмечается, что сегодня ключевая задача образования – создание условий для формирования у граждан компетенций инновационной деятельности, иначе говоря – компетенций «инновационного человека» как субъекта всех инновационных преобразований. В настоящее время рынок труда остро нуждается именно в высококвалифицированных специалистах. В то же время квалификация выпускников университетов не удовлетворяет работодателей, так как программы обучения не успевают за быстрым развитием

производственных технологий. Разрыв между теоретическими знаниями выпускников университета и подлежащими освоению умениями и практическими знаниями в области современных производств, необходимыми для выполнения производственных функций, с каждым годом становится все более ощутимым.

Профессиональные знания выпускников, по мнению большинства руководителей высокотехнологичных производств, оторваны от реалий современного производства. Руководители отмечают низкий уровень специальной подготовки в вузах, снижение качества технического образования, недостаток практических знаний у выпускников, а также узкий профессиональный круг молодых специалистов. Оторванность знаний, получаемых молодым специалистом, от практики проявляется в неумении обращаться с современным оборудованием, в незнании законодательной, нормативной, технической и технологической документации, в психологической неподготовленности к руководству рабочими и нормам поведения в производственной среде [1].

Высокие технологии, имеющие практическое применение в машиностроении, судостроении, обладают совокупностью следующих основных признаков: математическим моделированием в целях структурной и параметрической оптимизации, компьютерной технологической средой, автоматизацией всех этапов разработки и реализации при соответствующем технологическом и кадровом обеспечении, надежностью и технологической безопасностью. Современное производство сложных изделий машиностроения, судостроения подразумевает согласованную работу многих предприятий. Для обеспечения согласованной работы всех предприятий, участвующих в проектировании, производстве, реализации и эксплуатации изделий, используется соответствующая поддержка этапов жизненного цикла изделий. Такая поддержка и компьютерное сопровождение жизненного цикла изделия получили название GALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support). Назначение GALS-технологий – обеспечивать представление необходимой информации в нужное время, в нужном виде, в конкретном месте любому пользователю на всех этапах жизненного цикла изделия [2].

Держать руку на пульсе всех самых последних достижений науки и техники – необходимое условие как для современного технического специалиста, так и для научного работника, преподавателя. Эффективность теоретического обучения в первую очередь зависит от подготовленности педагога.

Образовательный процесс представляется сложной, динамично развивающейся системой социальной деятельности, составляющими которой являются поставщики (средние учебные заведения), «сырье» (абитуриенты), готовая «продукция» - подготовленные молодые



специалисты, потребители готовой продукции (потенциальные работодатели), работники процесса, содержание процесса, условия обучения (оснащенные аудитории и учебно-исследовательские аудитории, средства информатизации) [1].

Изменившиеся социально-экономические условия в России, конкуренция на рынке труда по-новому ставят вопрос о необходимости значительного повышения качества подготовки современных специалистов в области техники и технологии. Усиливающаяся автоматизация современного производства, его интенсификация, необходимость повышения качества выпускаемых изделий требуют от выпускника технического вуза умения на высокой научной основе решать задачи оптимизации технологических процессов и режимов, рассчитывать параметры их устойчивости, вероятности выхода брака, а также претворять в жизнь современные достижения в области конструирования инструментов, машин и механизмов. Для решения задачи подготовки инженера, способного творчески работать на современном производстве, необходима организация непрерывной подготовки студентов в течение всего периода обучения с широким использованием информационных технологий в преподавании технологии, естественных, общепрофессиональных и специальных дисциплин. При изучении курса технических дисциплин в техническом вузе ориентировка студентов в усвоении знаний курса должна быть направлена на применение их для решения задач производственного характера. Умение применять знания не приходит само собой, не является автоматическим следствием усвоения теоретических знаний. Применению теоретических знаний для решения практических задач надо учить. Трудность в решении этой важной проблемы состоит в том, что теоретические и практические знания выступают самостоятельными и обособленными звеньями в познавательном процессе. Каждые из них имеют свой предмет изучения, свои формы обучения и специфический результат. В теоретическом обучении предметом изучения выступает информатика, в практическом обучении – общепрофессиональные и специальные курсы. И если не принять специальных педагогически обоснованных мер по их взаимосвязи, то полученные знания по отдельным дисциплинам остаются в сознании студентов изолированными и не "работают" на формирование профессиональных умений будущего специалиста. Взаимосвязь фундаментальных, общепрофессиональных и специальных дисциплин – одна из важнейших проблем инженерного образования, решение которой способствует поддержанию и стимулированию научно-технического и экономического прогресса, а также обеспечивает связь обучения с жизнью, с практикой, производством.

В настоящее время интерес представляет конкурс инженерных проектов российской компании АСКОН, которая предлагает коллективам

преподавателей и учащихся попробовать свои силы в номинации «Виртуальное предприятие», посвященной успешному опыту организации научно-образовательных центров, где школьники и студенты пробуют решать производственные задачи. Форма представления - статья, подробно описывающая процесс организации и функционирование виртуального предприятия в учебном заведении, а также методические разработки преподавателей по комплексному использованию программного обеспечения АСКОН в учебном процессе. АСКОН - крупнейший российский разработчик инженерного программного обеспечения и интегратор в сфере автоматизации проектной и производственной деятельности. В продуктах компании воплощены достижения отечественной математической школы, 23-летний опыт создания САПР и глубокая экспертиза в области проектирования и управления инженерными данными в машиностроении и строительстве. Программное обеспечение АСКОН используют свыше 7000 промышленных предприятий и проектных организаций в России и за рубежом. В настоящее время более 1000 учебных заведений России и других стран используют профессиональное программное обеспечение АСКОН в обучении и научных исследованиях. С помощью системы КОМПАС-3D выполняется графическая часть курсовых и дипломных проектов, лабораторные и практические работы по инженерной и компьютерной графике, начертательной геометрии, технической механике. Библиотеки и приложения к системе КОМПАС-3D формируют у студентов машиностроительных специальностей представление о стандартах на конструктивные элементы изделий в общем машиностроении. Специализированные приложения к системам КОМПАС-3D и КОМПАС-График знакомят студентов архитектурно-строительных специальностей с основными технологическими разделами проектирования в промышленном-гражданском строительстве. В системе ВЕРТИКАЛЬ студенты учатся проектировать технологические процессы в курсах «Технология машиностроения», «Технология материалов», «САПР ТП». Комплексное использование систем ЛОЦМАН:PLM, КОМПАС-3D и ВЕРТИКАЛЬ, справочников Материалы и Сортаменты позволяет смоделировать в условиях учебной лаборатории работу конструкторского, технологического или проектного бюро [1].

Необходимо активно вводить в учебный процесс компьютерные комплексные системы компании АСКОН в следующих целях:

- использования возможностей систем, разработанных АСКОН, создания своих модулей для решения локальных задач как на производстве, так и в образовании;

- создания условий для повышения квалификации преподавателей и своевременного применения новых технологий, которые в настоящее время остро востребованы на производстве;
- обеспечения подготовки конкурентоспособных специалистов, что станет залогом конкурентоспособности продукции предприятий и эффективного использования знаний молодых специалистов;
- создания предпосылок для взаимовыгодного целевого сотрудничества между предприятиями и учебными заведениями, а также организации краткосрочного обучения инженерно-технических работников и специалистов в целях повышения квалификации.

### **Литература**

1. Григорьев С.Н., Кутин А.А., Схиртладзе А.Г. // Справочник. Инженерный журнал, 2011. №5. С.18-20.
2. Шилов А.А., Шилов С.А., Якимов Б.А. // Сварка и Диагностика, 2012. №4. С.55-59.
3. Маслов А.Р. // Справочник. Инженерный журнал. Приложение №1 к журналу, 2008. №1. С.4 - 7.
4. Безъязычный В.Ф., Замятин В.Ю. // Справочник. Инженерный журнал. Приложение №1 к журналу, , 2013 №1. С. 44 – 48.

## СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Третьякова С. Ю., Гапоненков И. А., Сергин А. Н., Луценко Е. С.  
(г. Мурманск, МГТУ, доцент кафедры экологии и защиты окружающей среды, кафедра микробиологии и биохимии)

**Abstract.** Is it possible to use the method of case-studies in the teaching of engineering and environmental sciences in high school? This paper discusses the first experience to create and solutions case-study at the Department of Ecology and Environmental Protection MSTU.

В условиях современной образовательной политики, перехода на образовательные стандарты третьего поколения, направленных на реализацию компетентного подхода, весьма актуальной и обязательной деятельностью преподавателей высшей школы становится разработка и внедрение современных способов и форм проведения учебных занятий. Если раньше активные и интерактивные методы проведения занятий проводились по личной инициативе преподавателя, то сейчас, в соответствии с требованиями ФГОС ВПО, не менее 20% аудиторных учебных часов должны проводиться именно в такой форме.

Стандарты третьего поколения требуют формирования компетенций, общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК), которые частично могут быть сформированы при проведении новых форм занятий: учебных и исследовательских проектов, «мозговых штурмов», кейс-методов, деловых и ролевых игр, научно-творческих работ, тренингов, презентаций, и т.п. Широко известен опыт применения подобных методов за рубежом, в школах права и бизнеса.

Анализ конкретных учебных ситуаций (в переводе с английского языка case – случай; case-study – обучающий случай) — метод активного проблемно-ситуационного анализа, основанный на обучении путем решения конкретных задач – ситуаций (решение кейсов). Предполагается, что студенты при обучении получают навыки групповой работы - слушать и понимать друг друга; работать в команде. Приобретут опыт работы с информацией, ее анализа и синтеза, осмысления деталей и аргументов, выявления и решения проблем, навыки работы с предположениями и заключениями, опыт оценки альтернатив и принятия решений [1].

«Кейс это всегда моделирование жизненной ситуации. Он позволяет рассмотреть жизненную ситуацию за «письменным столом». То решение, которое найдет участник кейса, может служить как отражение его компетентности, профессионализма, так и реальным решением проблемы. Как правило, кейсы не имеют единственно верного решения, участник всегда может придумать свой неповторимый вариант решения». [2]

Непосредственная цель метода case-study – совместными усилиями группы студентов проанализировать ситуацию – case, возникающую при конкретном положении дел, и выработать практическое решение; окончание процесса – оценка предложенных решений и выбор лучшего в контексте поставленной проблемы.

В последние годы в России наметилась тенденция к использованию кейс-метода не только в бизнес - образовании, но и в предметном обучении, например при обучении органической химии в колледже (Санкт-Петербург).

Но насколько возможно применение данного метода в преподавании естественнонаучных и технических дисциплин, где в теоретическом курсе преобладают формулы, технологические и технические схемы, расчетные методы?

Для оценки перспективы применения методов учебных проектов и case-study в учебном процессе студентов по направлению подготовки 280700.62 «Техносферная безопасность», на кафедре Экологии и ЗОС было принято решение разработать кейс и продемонстрировать его возможности.

Тема учебного проекта «Разработка кейса для преподавания экологических дисциплин», была предложена магистрантам в рамках дисциплины «Современные образовательные технологии». В процессе разработки проекта мы осваивали и технологию создания кейса, и технологию разработки учебного проекта.

**1 этап.** Процесс создания учебного проекта начался с изучения новых форм проведения занятий (активных и интерактивных), теоретических материалов по современным образовательным технологиям.

**2 этап.** Следующим этапом учебного проекта стало ознакомление с компетентностным подходом, изучение стандартов и обсуждение компетенций, на формирование которых направлена технология кейс-стади. По общему мнению, из перечня компетенций стандарта 280700.62 «Техносферная безопасность» были выбраны следующие: ... *способность к принятию нестандартных решений и разрешению проблемных ситуаций (ОК-12); способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности... (ПК -4); способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, ... (ПК-8); готовность использовать знания... охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики (ПК-12); способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях (ПК-13).*

**3 этап.** Получив представление о компетенциях, частичное формирование которых должен обеспечить наш кейс, мы стали обсуждать,

в рамках каких дисциплин, на каком курсе обучения может быть применен метод кейс-стади? Каким по объему должен быть кейс?

По классификации кейсов, предложенной Н. Федяниным и В. Давиденко [2,3]:

- Структурированный: минимальное количество информации; при работе с ним студент должен применить определенную модель или формулу; у задач этого типа существует оптимальное решение;
- Маленькие наброски: одна-десять страниц текста и одна-две страницы приложений; знакомят только с ключевыми понятиями и при их разборе студент должен опираться еще и на собственные знания;
- Большие неструктурированные кейсы объемом до 50 страниц - самый сложный из всех видов; очень подробная информация, в т.ч. совершенно ненужная; необходимые для разбора сведения, наоборот, могут отсутствовать; студент должен распознать такие «подвохи» и справиться с ними.
- Первооткрывательские кейсы, при разборе которых от студентов требуется предложить нечто новое, при этом студенты и преподаватели выступают в роли исследователей.

По размерам могут быть: миникейсы – от одной до нескольких страниц, обычно занимают часть двухчасового практического занятия; сжатые – 5-20 страниц, на решение отводится обычно двухчасовое занятие; полные – более 20 страниц, обычно решаются пошагово, т.е. на нескольких занятиях или даже в течении всего практического курса. [2]

После проработки всех материалов было принято решение создать неструктурированный сжатый кейс, который можно предложить для решения на многих специальных дисциплинах кафедры – таких, например, как «Промэкология», «Техногенные системы и экологический риск», «Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС)» и т.п., в зависимости от целей занятия.

**4 этап.** Много времени мы уделили выбору той темы (случая), которая будет показательной для первого знакомства с технологией кейс-стади. В итоге обсуждения различных вариантов была выбрана тема с условным названием «Кейс про АЗС». Почему именно автозаправочные комплексы? Они известны всем как небольшой промышленный объект, практически все на них бывали, каждый может легко описать, какие производственные процессы там осуществляются, какие опасные вещества там используются, к каким последствиям может привести нестандартная ситуация на таком объекте.

**5 этап.** Сбор информации для составления кейса. Этот этап не оказался самым сложным, достаточно быстро общими усилиями из интернета было получено много различной информации. Сложнее было отсортировать лишнее, причем много споров было по поводу объема кейса. Кейс создавали «от обратного» - сначала проанализировали

варианты ответов, которые могут быть получены, а затем выбрали те материалы, которые могут «натолкнуть» студента на предполагаемый ответ.

**6 этап.** Структурирование кейса. Содержание готового кейса получилось следующим: Актуальность темы, климатическая и гидрологическая характеристика региона; опасные природные явления, экологические опасности и потенциально опасные объекты, обзор транспортной инфраструктуры Мурманской области; местоположение, схема и состав проекта АЗС, описание производственного и технологического процесса АЗС, технологическая схема резервуара АЗС, список нормативно-технической документации, которая должна быть на АЗС. Как приложение к кейсу добавили полный текст некоторых документов: правила технической эксплуатации автозаправочных станций, эксплуатации очистных сооружений, план и порядок действий персонала АЗС при возникновении и ликвидации возможных аварийных и чрезвычайных ситуаций.

**7 этап.** Проведение практического занятия (семинара) с использованием метода кейс-стади. Участников (сотрудников и преподавателей кафедры, магистрантов) разделили на две команды, каждая команда за своим круглым столом получила раздаточные материалы (текст кейса и подготовленные для заполнения таблицы), разъяснили цели и задачи проведения занятия.

Цель - Составить план мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций на АЗС г. Мурманска. Задачи: перечислить факторы воздействия предприятия на окружающую среду; перечислить, какие устройства должны быть предусмотрены для защиты окружающей среды. Сделать предположение, какое негативное событие может произойти, исходя из специфики деятельности предприятия. Перечислить (описать) факторы, которые могут повлиять на возникновение ЧС; описать последствия, которые может повлечь за собой чрезвычайная ситуация. Предложить меры по предупреждению ЧС; составить план мероприятий по предупреждению ЧС с указанием на требования нормативных документов.

**8 этап.** Результаты и обсуждения. После получения задания и изучения документов участники стали активно обсуждать кейс, делать предположения, что может произойти на АЗС. Некоторое замешательство и дополнительные вопросы были вызваны тем, что не все участники знакомы с терминологией кейса. Было сделано предложение - включать в состав кейса список с разъяснением используемых терминов и определений.

При заполнении таблиц, предложенных для записей, некоторое время было потрачено на выяснение причинно-следственных связей: *Событие (ЧС), которое может повлечь за собой негативные последствия*

- *Последствия ЧС - Причины возникновения события.* Практический вывод: таблицы или другие формы отчетов, которые студенты будут заполнять при решении кейса, должны быть более тщательно подготовлены: - с одной стороны, должны быть простыми для понимания, с другой стороны, не давать подсказок.

Выводы по первому занятию с применением case-study:

1. Метод case-study должен использоваться в единстве с другими методами обучения, в том числе традиционными. Использовать ситуационное обучение для решения не только естественнонаучных, но и технических дисциплин возможно, если ставить задачу достаточно узкую (структурированный кейс).

2. Основными источниками кейса для преподавания экологических и технических дисциплин, по нашему мнению, могут стать отчеты по практике студентов, дипломные и курсовые работы по различным дисциплинам, которые имеются в больших количествах на выпускающих кафедрах. На их основе можно постепенно создать общую кафедральную, а затем университетскую базу кейсов, которая может быть доступна всем преподавателям. Кроме того, пополнять базу кейсов можно, используя информацию из СМИ, интернета.

3. Применение метода case-study, других активных форм обучения должно быть методически обосновано и обеспечено. Для создания материалов кейсов и организации учебного процесса по образовательной программе в целом, потребуются дополнительные затраты времени преподавателей, что значительно увеличит трудоемкость дисциплин. Повышение трудоемкости, несомненно, необходимо учитывать при планировании нагрузки преподавателей.

### **Литература.**

1. Степанов, А.В. Ключевые факторы и средства формирования компетенций. - Вестник Алтайской Академии экономики и права [Электронный ресурс] – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://journal-aael.intelbi.ru/>

2. Юлдашев, З.Ю., Бобохужаев, Ш.И. Инновационные методы обучения Особенности кейс-стади метода обучения и пути его практического использования. права [Электронный ресурс] – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/847581/>

3. Миленина, Т.П. История и теория метода case-study [Электронный ресурс]–Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://nsportal.ru/shkola/obshchestvoznaniye/library/istoriya-i-teoriya-metoda-case-study>.



## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ "ЭКОЛОГИЯ"

**Федорова О. А.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды*)

Abstract. In the article the problems of Federal state educational standard implementation are considered touching upon the issue of study in the sphere of environmental protection. There was pointed out the incorrect interpretation of the term "ecology" in the educational programs.

На кафедре экологии и защиты окружающей среды Мурманского государственного технического университета, с момента ее образования в 1998 г., ведется преподавание дисциплины "Экология" для всех технических специальностей и направлений, реализуемых вузом. ГОС ВПО второго поколения обязывал всех разработчиков основных образовательных программ включать данную дисциплину в блок математических и естественнонаучных, в основном, со следующим содержанием: "биосфера и человек: структура биосферы, экосистемы, взаимоотношения организма и среды, экология и здоровье человека; глобальные проблемы окружающей среды, экологические принципы рационального использования природных ресурсов и охраны природы, основы экономики природопользования; экозащитная техника и технологии; основы экономики природопользования: основы экологического права, профессиональная ответственность; международное сотрудничество в области охраны окружающей среды".

Согласно экологическому энциклопедическому словарю "экология - синтетическая биологическая наука о взаимоотношениях между живыми организмами и средой их обитания. Экология относится к числу фундаментальных (функциональных) подразделений биологии, исследующих фундаментальные свойства жизни надорганизменного уровня организации" [1]. Аналогичное трактование термина "экология" можно встретить, например, на сайте Британского экологического общества "Ecology is the study of the distribution and abundance of organisms, the interaction between organisms, the interaction between organisms and their environment, and structure and function of ecosystems" [2] и в других источниках. Таким образом, подавляющее большинство специалистов считают, что экология – это биологическая наука, относящаяся к естественным, в том числе и в укрупненных группах направлений подготовки "Экология и природопользование" входит в состав группы 020000 Естественные науки.

Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 [3] №7-ФЗ дает определение термину "охрана окружающей среды" – это

"деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий (далее также - природоохранная деятельность)" [3]. Причем с точки зрения этого же закона "окружающая среда - совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов" [3]. Из всего вышеизложенного следует, что в ГОС ВПО второго поколения дисциплина, содержательная часть которой описана выше, должна была называться, как минимум, "Экология и охрана окружающей среды".

С 2011 г. в вузах РФ реализуются ФГОС ВПО третьего поколения, в которых обозначена, в числе прочих естественнонаучных дисциплин, "Экология". Реализация компетентного подхода при формировании основных образовательных программ технических направлений подготовки не позволяет включать дисциплину с названием "Экология" в рабочие учебные планы, поскольку такое название идет вразрез с наполнением данного учебного курса. Кроме того, здесь уместно привести цитату из уже упоминавшегося №7-ФЗ: "...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..." [3], т.е. Федеральный закон обязывает преподавать в вузах дисциплины "Охрана окружающей среды" и/или "Экологическая безопасность", и/или "Природопользование", а не экологию.

ФГОС ВПО третьего поколения не обязывают, в отличие от ГОС ВПО второго поколения, называть дисциплины так, как они названы в стандартах, но, в силу разных причин, разработчики основных образовательных программ боятся уйти от термина "Экология", чем вызывают большие проблемы у профессорско-преподавательского состава обеспечивающих кафедр, т.к. перед последними стоит дилемма: преподавать экологию, тем самым не обеспечивая формирование указанных в стандартах компетенций, или преподавать дисциплину, которую даже в первом приближении нельзя назвать экологией. Как правило, преподаватели выбирают "золотую середину" – наполняют содержательную часть и тем, и другим. Такой путь в существующих условиях вполне оправдан, но не лучший, поскольку на формирование

требуемых компетенций уходит не все отведенное на дисциплину количество зачетных единиц трудоемкости.

Есть еще один существенный аспект: как только в основной образовательной программе происходит замена термина "экология" термином "охрана окружающей среды" или "экологическая безопасность", сразу возникает необходимость перемещения дисциплины из блока Б.2 (С.2) в блок Б.3 (С.3) "Профессиональный цикл", чего ни один разработчик себе позволить не может, т.к. это приведет к нарушению ФГОС ВПО.

В заключение хотелось бы проиллюстрировать вышесказанное на примере ФГОС ВПО "Судовождение" [4]. В четвертом разделе данного стандарта "Характеристика профессиональной деятельности выпускника" в качестве одной из ее (профессиональной деятельности) областей указаны обеспечение и контроль предотвращения загрязнения окружающей среды. В подразделе 4.4 отмечено, что "специалист по направлению подготовки 180403 Судовождение должен решать следующие профессиональные задачи: ...эксплуатация судна, его транспортного и технологического оборудования в соответствии с требованиями международных и национальных нормативных документов ... по охране окружающей среды", "выполнение мер по ... охране окружающей среды", "... обеспечение экологической безопасности ... в соответствии с системой национальных и международных требований".

В пятом разделе указано: " выпускник должен обладать следующими ... компетенциями:

- "пониманием роли охраны окружающей среды и рационального природопользования для развития и сохранения цивилизации (ОК-12)";
- "готовностью применять знания национальных и международных требований по ... предотвращению загрязнения окружающей среды (ПК-7)";
- "способностью и готовностью обеспечить экологическую безопасность эксплуатации, хранения, обслуживания, ремонта и сервиса транспортного оборудования ... в соответствии с системой национальных и международных требований (ПК-26);
- "способностью и готовностью осуществлять организацию и технический контроль при эксплуатации транспортного оборудования в соответствии с установленными процедурами, обеспечивающими безопасность операций и отсутствие загрязнений окружающей среды (ПК-27)".

Таким образом, требования ФЗ "Об охране окружающей среды" полностью выполняются (в отличие от некоторых других образовательных стандартов), но в шестом разделе ФГОС ВПО (таблица 2) в блоке С.2 в перечне дисциплин для разработки имеется "Экология", в то время как

"Охрана окружающей среды" или "Экологическая безопасность" отсутствуют.

Решение данной проблемы лежит, безусловно, во внесении изменений во ФГОС ВПО третьего поколения, а именно:

1) в переносе компетенций, знаний, умений и навыков, связанных с охраной окружающей среды, экологической безопасностью и рациональным природопользованием, в блок профессиональных дисциплин,

2) в замене термина "экология" названием, корректно отражающим содержание преподаваемого курса.

#### **Литература:**

1. Экологический энциклопедический словарь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.edudic.ru/eco/166/> (дата обращения : 20.01.2013)

2. Об экологии = About ecology [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.britishecologicalsociety.org/about\\_ecology/](http://www.britishecologicalsociety.org/about_ecology/) (дата обращения : 20.01.2013)

3. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10 января 2002 г., №7-ФЗ (в ред. от 25 июня 2012 г.) [Электронный ресурс]. – Введ. 2002-01-12. - Режим доступа : <http://www.consultant.ru/popular/okrsred/> (дата обращения : 20.01.2013).

4. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки (специальности) 180403 Судовождение [Электронный ресурс]. – Введ. 2011-03-14. – Режим доступа : [http://www.edu.ru/db/mo/Data/d\\_10/prm2056-1.pdf](http://www.edu.ru/db/mo/Data/d_10/prm2056-1.pdf) (дата обращения : 25.01.2013).

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СТРУКТУРЫ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ**

**Прыгунов А. И.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра Технической механики и инженерной графики*)

A structure of the technological knowledge was studied in the paper. All elements of the structure must be presented in the process of technical teaching. A balance between different elements must be supported.

Современный этап развития технологий характеризуется всё большим пониманием общности структуры технико-технологического знания в различных отраслях техники. Обобщённая структура технико-технологического знания может быть представлена в виде иерархической четырёхуровневой схемы [1]. Нижний уровень может быть назван уровнем обыденного знания. На втором уровне находятся тестологическое знание и эмпирическое знание, на третьем уровне - модельно-проективное знание и теоретическое знание. Завершает структуру четвёртый уровень, на котором располагается онтологическое знание.

Иерархическое построение схемы не означает какого-либо преимущества знаний последующего уровня над знаниями предшествующего уровня. Знания всех уровней равно важны. Иерархия отражает лишь направление получения всей полноты знаний в процессе их получения в зависимости от уровня квалификации технического специалиста.

Условно можно считать, что уровень обыденного знания не требует специального обучения, его составляют очевидные факты повседневной жизни, воспринимаемые в большей мере бессознательно. Например, каждый человек знает, что падение с высоты опасно, прикосновение к горячему телу чревато ожогом, а пальцы в розетку нельзя совать.

Второму уровню соответствуют знания, преимущественно получаемые в процессе начального профессионального образования. Квалифицированный рабочий должен обладать всей полнотой тестологического знания, получение которого связано с процессом технических измерений размеров, формы, ряда физических величин (ток, напряжение, сопротивление и т.д.) и технологических параметров (температура, давление и т.д.). Получение эмпирических знаний возможно только в ходе практической деятельности. Качество этих знаний и их объём определяются содержанием этой деятельности, которая на первоначальных этапах должна сопровождаться контролем со стороны наставника (супервайзера).

Третьему уровню соответствует среднее и высшее профессиональное образование. При этом теоретическое знание ассоциируется с такими формами обучения как лекции, частично практические занятия, а модельно-проективное знание с лабораторными, практическими работами и курсовым проектированием. Соответствующие формы контроля экзамены и защиты лабораторных, расчётно-графических и курсовых работ.

Четвёртый уровень соответствует преподавателю технических дисциплин, так как успешное преподавание не возможно без понимания онтологической сущности основных понятий составляющих тезаурус определённой технической дисциплины на уровне принятой в текущий момент парадигмы. При этом онтологическое понимание заключается не только в знании исторических аспектов формирования понятия, но и взаимосвязи понятий вплоть до логической их связи с несводимыми понятиями и определениями. Сущностная логическая взаимосвязь между понятиями составляет канву успешного преподавания технической дисциплины.

Каждый последующий уровень технико-технологического знания включает в себя знания предыдущего уровня, только в этом случае специалист соответствующего уровня будет являться компетентным для специалистов с меньшей квалификацией. Как складывается ситуация в настоящее время?

На уровне среднего и высшего профессионального образования основное внимание уделяется получению теоретических знаний. Модельно-проективные знания могут быть получены в необходимом объёме только при широком использовании вычислительной техники на баз универсальных и специальных систем автоматизированного проектирования (САПР), что требует высокого уровня обеспечения учебного процесса индивидуальными компьютерами и программным обеспечением. Существующее содержание модельно-проективной деятельности не соответствует требованиям времени.

Возможность получения знаний второго уровня в процессе среднего и высшего образования не обеспечивается содержанием занятий и учебных программ. Формы проведения и содержание лабораторных работ явно не недостаточны для получения необходимого объёма тестологических знаний, поэтому выпускники часто неспособны провести не только специальные, но и рядовые технические измерения, робуют перед измерительным прибором, не уверены в результатах, не владеют основными приёмами оценки достоверности результата измерений. Для обеспечения получения необходимого объёма тестологических знаний необходимы расширение и модернизация лабораторной базы. Следует отметить, что в практике зарубежных университетов основным источником расширения и модернизации лабораторной базы являются

НИР исполняемые вузом по заказам промышленности. Поэтому решение проблемы во многом связано с развитием науки в стране. Частично решение проблемы может дать получение не только эмпирических, но и тестологических знаний в процессе производственных и учебных практик, но для этого необходима организация содержательных практик не только на базе вуза, но и на базе ведущих предприятий отраслей. В настоящее время объём и, особенно, содержание практик не соответствуют требованиям к качеству подготовки. Обязательным условием получения необходимого объёма эмпирического знания является участие практиканта в решении конкретных технических задач с усложнением их к моменту преддипломной практики.

Как может показаться, уровень повседневного знания не имеет никакого отношения к профессиональному образованию. Отличительной особенностью знаний этого уровня является реализация их на бессознательном уровне. Другими словами, именно на этом уровне вырабатывается система не обсуждаемых запретов (табу), характерных для данной сферы технической деятельности. Конечно, в процессе профессионального обучения часть этих запретов доказывается в ходе освоения теоретических знаний. Однако в практической деятельности, обычно имеют значение только выводы из доказательств, сформулированные в виде правил, поэтому важнейшие из них могут переводиться на рефлексивный уровень обыденного знания в виде кратких однозначных формулировок. Например, «дозатяжка резьбовых соединений в системах под давлением категорически запрещена», «консольное приложение нагрузки наиболее опасно для валов и опор», «работа с канатом, имеющим хотя бы одну порванную прядь, категорически запрещена». Перевод подобных правил на уровень обыденного знания осуществляется путём многократного повторения их точных формулировок при проведении различных форм контроля, путём предложения ассоциативных образов, отражающих тяжесть последствий от нарушения этих правил, рассказ инженерных случаев и т.д..

Уровень онтологического знания относится к подготовке научно-педагогических кадров в рамках аспирантуры и частично к подготовке магистров. Анализ образовательных стандартов третьего поколения для магистров и программ подготовки аспирантов показывает, что одной из важнейших дисциплин при обучении является «История и философия техники (по отраслям)». Этот курс должен готовиться с обязательным участием выпускающих кафедр, в идеальном случае он должен читаться наиболее опытными преподавателями выпускающей кафедры, имеющими опыт философского осмысления текущего состояния отрасли.

Переход к определению трудоёмкости изучения дисциплин и форм их изучения в зачётных единицах (кредитах) позволяет дать оценку распределения трудоёмкости по уровням и блокам технико-

технологического знания, что позволит дать объективную оценку соответствия структуры учебной программы структуре научно-технологического знания. По результатам такой оценки можно назначать мероприятия по обеспечению сбалансированности учебной программы по блокам второго и третьего уровней, что будет способствовать улучшению качества обучения и разработке обоснованной стратегии развития материальной базы кафедр университета.

### **Литература**

1. Философия математики и технических наук / Под ред. С. А. Лебедева. — М.: Академический проект, 2006. — 784 с.



## **КАДРОВЫЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН**

**Шамрина О. П.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра Технической механики и инженерной графики*)

In the paper the problem of professional technical college teacher, reviewed the characteristics of instruction in higher education at the present stage, the continuity ways research and teaching techniques in the training of teachers of engineering.

Характерными чертами обучения в техническом вузе на современном этапе являются:

- использование в процессе обучения информационных технологий, которое обеспечивает равноправное приобретение знаний;
- свободный доступ к образовательным ресурсам;
- индивидуализация процесса приобретения знаний.

В соответствии с этим определились основные направления совершенствования образовательных технологий высшей школы – информатизация и индивидуализация обучения.

Информационный подход предполагает пересмотр содержания и технологий обучения и развивает способность студентов к эффективному использованию существующих и постоянно пополняющихся информационных ресурсов.

Информационный подход ориентирован на личностное знание, на развитие личности обучающихся.

В этих условиях появляются дополнительные требования к преподавателям: наличие высокого уровня информационной, организационной и профессиональной компетентностей; присутствие инновационной мобильности и высокого педагогического мастерства.

Информационно-личностный подход в образовании способствует такой организации образовательного процесса, при котором преподаватель выстраивает гибкую систему обучения, привлекая студентов к выбору вариантов различных форм аудиторной и самостоятельной работы, поддерживая их самостоятельность и активность посредством использования информационной образовательной среды.[1]

Решение этих задач на кафедре Технической механики и инженерной графики в настоящее время находится в интенсификации учебной и научно-методической деятельности преподавателей. Современной высшей школе требуется преподаватель, являющийся не просто носителем информации, знаний и умений по определенной дисциплине, а педагог - мыслитель, способный использовать инновационные технологии, руководить научно-исследовательской работой, знать психофизические

особенности студентов, для того, чтобы научить их самостоятельно совершенствоваться, ведь именно этим студенты будут заниматься после окончания вуза.

Старшим поколением преподавателей кафедры, созданной недавно из двух старейших кафедр вуза, накоплен уникальный опыт по разработке и внедрению в учебный процесс оригинальных методик преподавания инженерных дисциплин. В силу естественного ухода ведущих преподавателей (на сегодняшний день их средний возраст либо близок к пенсионному, либо превышает его) эти методики могут быть утрачены.

Для сохранения методического наследия следует привлекать к преподаванию молодые кадры, закончившие обучение в МГТУ, использовать практику подготовки и защиты диссертационных работ на соискание ученой степени кандидатов и докторов наук ведущими преподавателями с инженерным образованием, выполнившими существенный объем научно-методических исследований и создавшими эффективные методики преподавания инженерных дисциплин. Материалы диссертационных исследований могут оказаться полезными для начинающих преподавателей и в целом для обеспечения преемственности научно-педагогических методик. [2]

Для современной организации учебного процесса перед преподавателями кафедры Технической механики и инженерной графики поставлены следующие задачи: облегчить понимание и освоение студентами курсов инженерных и графических дисциплин в рамках государственного образовательного стандарта третьего поколения в условиях разной степени базовой подготовки студентов; повысить качество и эффективность подготовки студентов технических специальностей; повысить интерес студентов к изучаемым дисциплинам.

Приоритетной задачей является разработка информационно-образовательной среды на основе индивидуализации и дифференциации обучения с целью повышения качества преподавания. Объединение педагогических и информационных технологий образования приводит к созданию качественно новых предметно-учебных комплексов - учебно-информационных комплексов. Это новые системы, которые можно рассматривать как универсальные дидактические структуры, их отличие от традиционных в том, что они имеют компьютеризированную дидактическую среду. [3]

Кафедра ТМ и ИГ нацелена на сохранение и приумножения научно-методического и педагогического наследия, накопленного на кафедрах Технической механики и Инженерной графики в период их самостоятельного существования. Продолжается практика проведения методических семинаров, которые проводились на кафедре ИГ.

Конечным итогом такой преемственности является совершенствование кадровой стратегии кафедры, развитие потенциальных

возможностей кадров, а также поиск новых более эффективных форм, методов и принципов обеспечения учебного процесса, проводимого на кафедре Технической механики и инженерной графики.

### **Литература**

1. Игнатъева Е.Ю. Совершенствование образовательного процесса в современном вузе: автореф. дисс. ... докт. пед. наук. В. Новгород, 2009.
2. Медведев В. О сохранении и развитии научно-педагогических школ инженерных вузов // Высшее образование В России, 2007- №2. - С.24-30.
3. Шамрина, О.П. Методические проблемы графической подготовки в техническом вузе на современном этапе / О.П. Шамрина // Сб. Материалы XVIII международной НМК «Современное образование: содержание, технологии, качество» (Санкт - Петербург, 18 апреля 2012). – СПб., 2012. – Т. 1, С.164 -166.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА SCILAB ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ТРЕБУЮЩИХ РАЗЛОЖЕНИЯ ФУНКЦИЙ В ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИЙ РЯД ФУРЬЕ

Шиян А. Ф., Шиян Н. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Электрооборудования судов, кафедра Экономики)

*Research of the electric chains being under the influence of not sinusoidal periodic voltage of  $u(t)$ , task very labor-consuming. Its decision demands decomposition of not sinusoidal functions in Fourier series. In this article the example of the solution of a similar task in the environment of a package of symbolical mathematics of Scilab is given.*

Если линейная электрическая цепь (ЛЭЦ) находится под воздействием несинусоидального периодического напряжения, то расчет токов в ее ветвях – задача очень трудоемкая. Для ее решения периодическое несинусоидальное напряжение  $u(t)$ , приложенное к цепи, раскладывают в тригонометрический ряд Фурье

$$u(t) = U_0 + \sum_{k=1}^n U_{m_k} \sin(k\omega t + \psi_{u_k}).$$

Дальнейший расчет тока каждой ветви ведется методом наложения:

1. Символическим методом рассчитывается комплекс амплитуды частичного тока, наводимого в исследуемой ветви каждой из гармоник входного сигнала:

$$\dot{i}_{m_k} = \frac{\dot{U}_{m_k}}{Z_k}.$$

2. Выполняется переход от комплексов гармонических составляющих токов ветвей, к аналитическим выражениям их мгновенных значений (к гармоническим функциям):

$$I_{m_k} = |\dot{i}_{m_k}|, \quad \psi_{i_k} = \arctg\left(\frac{\text{Im}(\dot{i}_{m_k})}{\text{Re}(\dot{i}_{m_k})}\right), \quad \rightarrow$$

$$\rightarrow i_k(t) = I_{m_k} \sin(k\omega t + \psi_{i_k})$$

3. Используя метод наложения, записывают результат – несинусоидальный ток исследуемой ветви (в виде алгебраической суммы гармонических составляющих) в виде тригонометрического ряда Фурье:

$$i_k(t) = U_0 + \sum_{k=1}^n U_{m_k} \sin(k\omega t + \varphi_k).$$

Задача очень трудоемкая, поэтому в инженерных расчетах прежде ограничивались разложением исследуемых напряжений и токов до пятой гармоники, максимум – до девятой гармоники.

Широкое внедрение современных вычислительных средств позволило многократно повысить точность и ускорить вычислительный

процесс. Свободный программный пакет Scilab блестяще справляется с задачами подобного рода.

Проиллюстрируем это на конкретном примере. Рассмотрим простую электрическую цепь (рис. 1) несинусоидального периодического тока, состоящую из  $RLC$ -ветви, на вход которой подано напряжение прямоугольной формы – напряжение в форме меандра.

Дано: амплитуда меандра  $U_m = 50$  В; частота  $f = 245$  Гц; активное сопротивление  $R = 300$  Ом; индуктивность катушки  $L = 0,5$  Гн; емкость конденсатора  $C = 0,6$  мкФ.

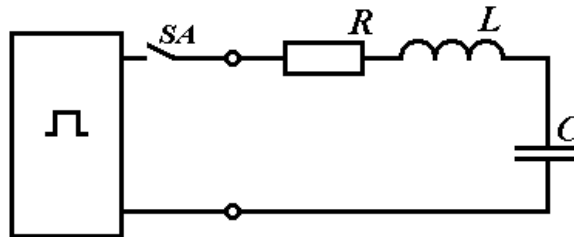


Рис. 1

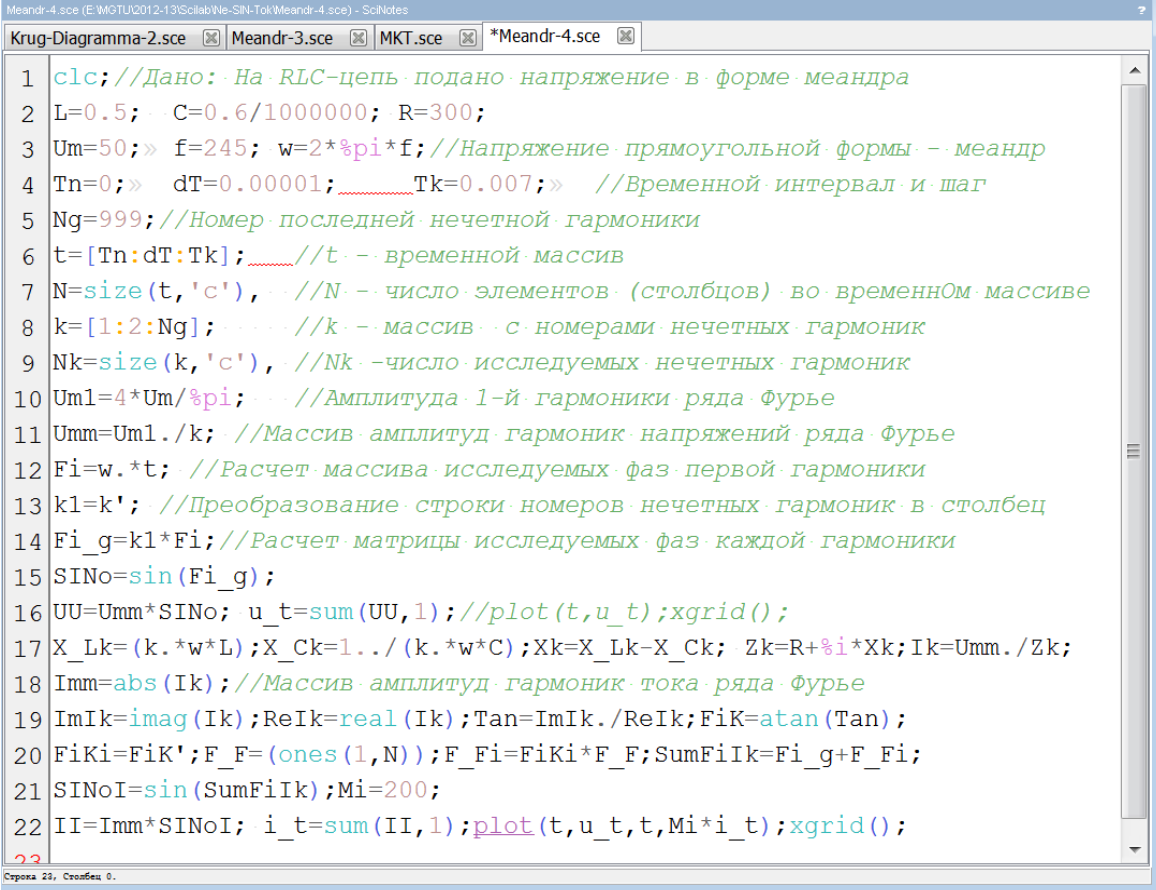
Прямоугольная форма сигнала – меандр, наиболее просто раскладывается в ряд Фурье табличным способом:

$$u(t) = \frac{4 U_m}{\pi} \sum_{k=1}^n \frac{\sin k\omega t}{k}.$$

На рис. 2 показан вид окна блокнота с файлом-сценарием. Прокомментируем его команды. Во 2-й и 3-й строках выполнено присвоение числовых значений переменным, заданным в условии задачи. В строке 4 объявлены переменные  $T_n = 0$ ;  $dT = 0,00001$ ;  $T_k = 0,007$ ;  $T_n$  – начало,  $T_k$  – конец интервала,  $dT$  – шаг приращения. Переменной  $N_g = 999$  задан номер последней нечетной гармоники разложения (см. строку 5, рис. 2).

В строке 6 выполняется инициирование массива значений переменной  $t$  и заполнение его моментами времени, для которых далее ведется расчет значений всех исследуемых гармоник напряжения и тока. В строке 7 – в переменную  $N$  считывается размер массива  $t$  (число моментов времени в исследуемом интервале). В строке 8 – переменной  $k$  присваивается массив значений с номерами нечетных гармоник исследуемого диапазона. В строке 9 – в переменную  $N_g$  считывается размер массива  $k$  (число исследуемых гармоник). В строке 10 – переменной  $Um1$  присваивается результат вычисления амплитуды 1-й гармоники входного напряжения. В строке 11 переменной  $Umn$  присваивается массив значений амплитуд всех гармоник разложения. В строке 12 – переменной  $Fi$  присваивается массив значений  $\omega t$  – фаз напряжения первой гармоники для каждого исследуемого момента времени. В строке 13 – переменной  $k1$  присваивается результат транспонирования матрицы  $k$ . В строке 14 – переменной  $Fi_g$

присваивается матрица размерностью  $N_k \times N$ , в каждой строке которой рассчитаны фазы напряжений каждой из гармоник, для каждого исследуемого момента времени. В строке 15 и в строке 16 – расчет матрицы синусов фаз, напряжение гармоник для каждого момента времени, сумм напряжений всех гармоник для каждого момента времени. В строке 17 – расчет матрицы комплексов сопротивлений для каждой гармоники и матрицы комплексов амплитуд токов каждой гармоники.



```

Meandr-4.sce (E:\WGTU\2012-13\SciLab\We-SIN-Tok\Meandr-4.sce) - SciNotes
Krug-Diagramma-2.sce Meandr-3.sce MKT.sce *Meandr-4.sce
1 clc; // Дано: На RLC-цепь подано напряжение в форме меандра
2 L=0.5; C=0.6/1000000; R=300;
3 Um=50; » f=245; w=2*pi*f; // Напряжение прямоугольной формы - меандр
4 Tn=0; » dt=0.00001; Tk=0.007; » // Временной интервал и шаг
5 Ng=999; // Номер последней нечетной гармоники
6 t=[Tn:dt:Tk]; // t - временной массив
7 N=size(t, 'c'), // N - число элементов (столбцов) во временном массиве
8 k=[1:2:Ng]; // k - массив с номерами нечетных гармоник
9 Nk=size(k, 'c'), // Nk - число исследуемых нечетных гармоник
10 Um1=4*Um/pi; // Амплитуда 1-й гармоники ряда Фурье
11 Umm=Um1./k; // Массив амплитуд гармоник напряжений ряда Фурье
12 Fi=w.*t; // Расчет массива исследуемых фаз первой гармоники
13 k1=k'; // Преобразование строки номеров нечетных гармоник в столбец
14 Fi_g=k1*Fi; // Расчет матрицы исследуемых фаз каждой гармоники
15 SINO=sin(Fi_g);
16 UU=Umm*SINO; u_t=sum(UU,1); // plot(t,u_t); xgrid();
17 X_Lk=(k.*w*L); X_Ck=1./(k.*w*C); Xk=X_Lk-X_Ck; Zk=R+pi*Xk; Ik=Umm./Zk;
18 Imm=abs(Ik); // Массив амплитуд гармоник тока ряда Фурье
19 ImIk=imag(Ik); ReIk=real(Ik); Tan=ImIk./ReIk; FiK=atan(Tan);
20 FiKi=FiK'; F_F=(ones(1,N)); F_Fi=FiKi*F_F; SumFiIk=Fi_g+F_Fi;
21 SINOI=sin(SumFiIk); Mi=200;
22 II=Imm*SINOI; i_t=sum(II,1); plot(t,u_t,t,Mi*i_t); xgrid();

```

Рис. 2

В строке 18 выполняется расчет матрицы амплитуд токов исследуемых гармоник. В строках 19 – 22 над матрицами токов гармоник выполняются действия, аналогичные действиям над матрицами напряжений гармоник. Наконец, с помощью команды **plot**, результаты работы выводятся в графическое окно.

На рис. 3 приведен вид графического окна с кривыми напряжения и тока при значении  $N_g = 9$ , а на рис. 4 – при  $N_g = 999$ .

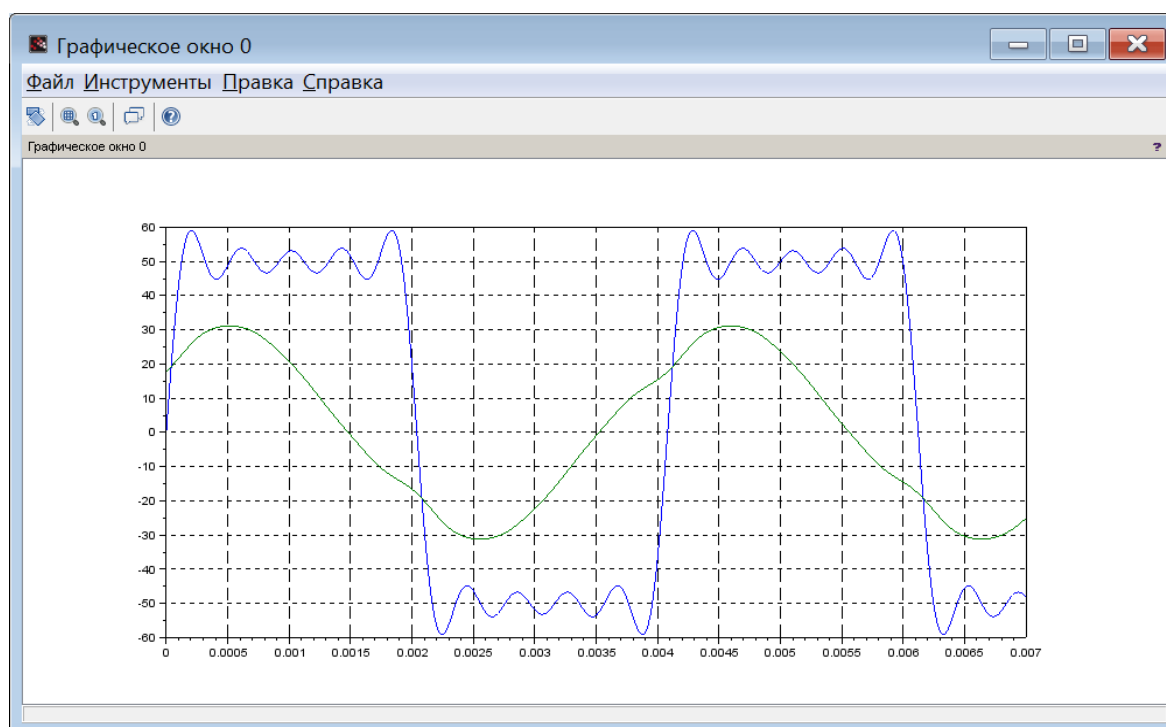


Рис. 3

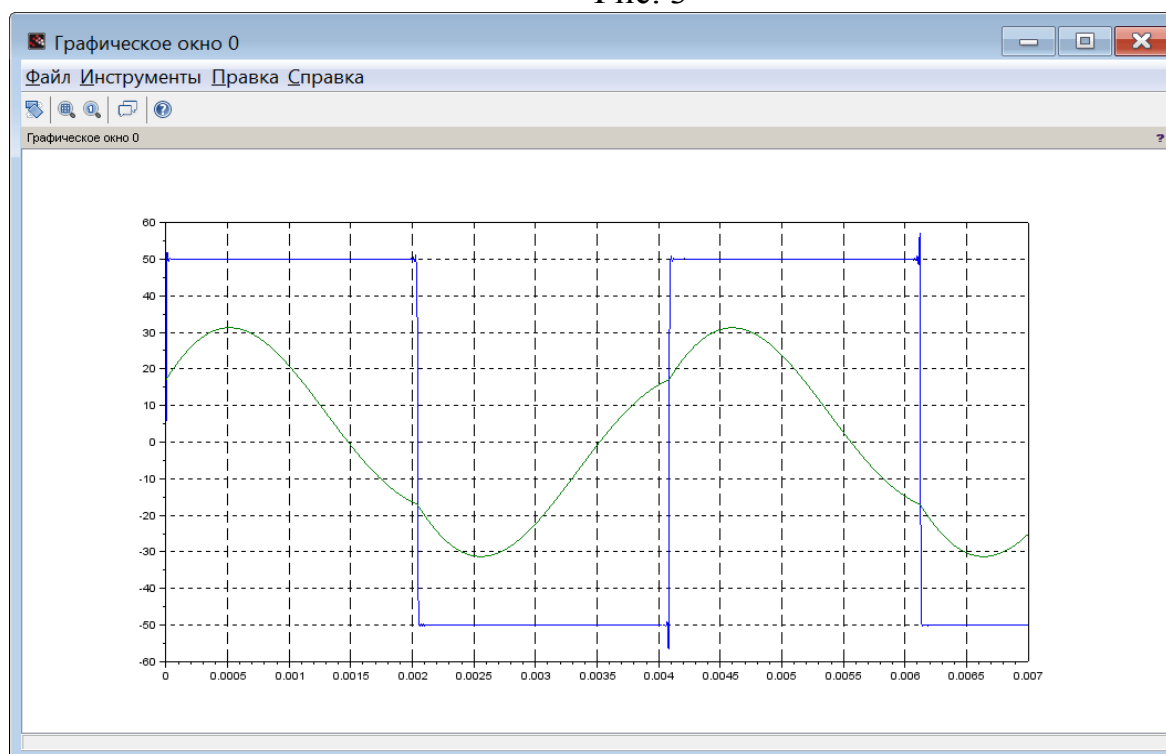


Рис. 4

Применение пакета Scilab развивает у студентов навыки работы с современными программно-аппаратными средствами и дает возможность качественно подготовить их к выполнению натурного исследования реального процесса или явления в естественных или лабораторных условиях и получить практическое подтверждение работоспособности полученных ими теоретических знаний.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПАКЕТА СИМВОЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ SCILAB ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И ИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН**

**Шиян А. Ф.<sup>1</sup>, Шиян Н. В.<sup>2</sup>, Кичигин А. В.<sup>1</sup>** (*г. Мурманск, МГТУ, <sup>1</sup>кафедра электрооборудования судов, <sup>2</sup>кафедра экономики*)

Big educational employment of modern students demands from them to distribute optimum time spent by them at studying of natural-science and engineering disciplines for independent homework. Application of a free package of symbolical mathematics of Scilab allows to use effectively time at the solution of educational scientific and engineering tasks.

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 об этом процессе или явлении сконцентрированы человечеством на основании анализа и обобщения результатов всего предшествующего практического опыта, студент проверяет ее на практике.

Первым шагом практической проверки изучаемой научной теории является решение учебной задачи – абстрактной проблемной ситуации, направленной на прогнозирование поведения некоторого умозрительного гипотетического объекта для вполне определенных и конкретных условий его эволюции. Чтобы прогнозировать поведение гипотетического объекта студенту необходимо: знать обобщенные математические модели элементов, входящих в структуру исследуемого в учебной задаче объекта; знать алгоритм использования обобщенных математических моделей структурных элементов, для составления математических моделей всего объекта; уметь составить математическую модель исследуемого объекта и рассчитать ее – т.е. уметь выполнить вычислительный эксперимент.

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 времени, отводимого на самостоятельную работу студента.

С целью оптимизации использования времени, выделенного на самостоятельную работу студентов, необходимо научить их использованию возможностей современных программно-аппаратных



средств, чтобы на этой основе минимизировать временные затраты на вычислительные операции.

Наша педагогическая практика показала, что одним из оптимальных вариантов программных средств является свободно распространяемый пакет символьной математики Scilab, основными достоинствами которого 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.

Применение пакета Scilab дает возможность подготовить студентов к выполнению натурального исследования реального процесса или явления в естественных или лабораторных условиях и получить практическое подтверждение работоспособности полученных ими теоретических знаний. Обработка результатов натурального эксперимента в среде пакета Scilab также очень эффективна.

Продемонстрируем возможности использования пакета Scilab для решения электротехнических задач с помощью символьных вычислений, с использованием собственного текстового блокнота программы. В качестве примера выполним расчет токов мостовой ЛЭЦ постоянного тока изображенной на рис. 1.

Параметры элементов этой цепи известны:  $R_1 = 150 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 100 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 200 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 150 \text{ Ом}$ ,  $R_5 = 250 \text{ Ом}$ ,  $R_6 = 50 \text{ Ом}$ ,  $E_1 = 220 \text{ В}$ ,  $E_2 = 200 \text{ В}$ .

Решим задачу методом контурных токов.

На рис. 2 для исходной схемы выбрана система из трех контуров, которыми задействованы все электрические ветви исследуемой цепи. Там же для каждой из ветвей показаны, выбранные нами произвольно, положительные направления токов в ветвях.

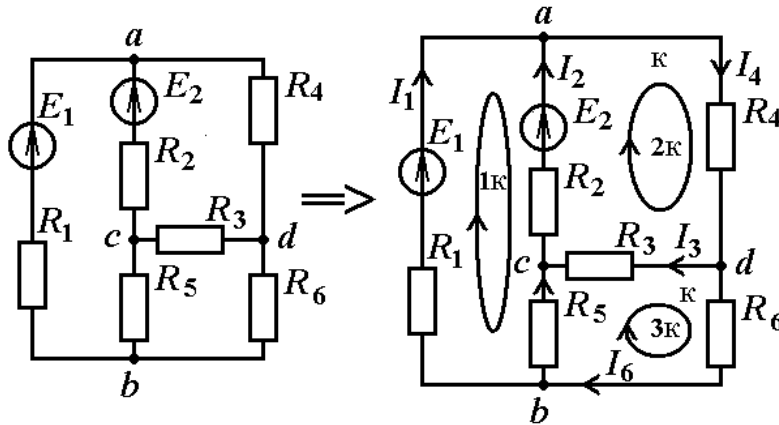


Рис. 1

Рис. 2

Математическая модель цепи, составленная на основе метода контурных токов, имеет в матричной форме следующий вид:

$$\mathbf{R}_K \mathbf{I}_K = \mathbf{E}_K$$

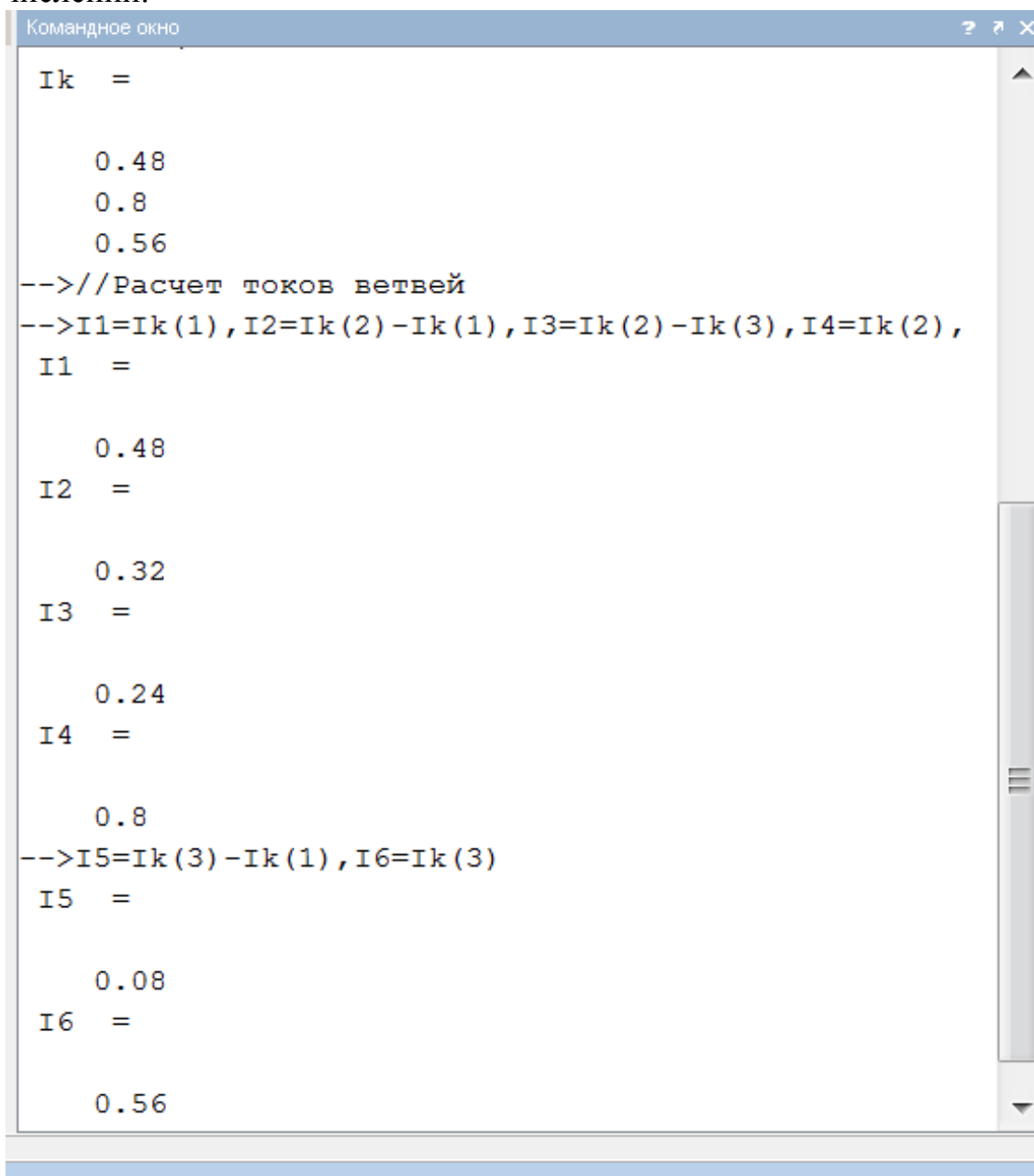
На рис. 3 показан вид окна блокнота с файлом-сценарием, для решения матричного уравнения – математической модели исследуемой цепи.

```

MKT.sce (E:\MGU\2012-13\ НТК-2013\MKT.sce) - SciNotes
Файл Правка Формат Настройки Окно Выполнить Справка
MKT.sce (E:\MGU\2012-13\ НТК-2013\MKT.sce) - SciNotes
*MKT.sce  Krug-Diagramma-2.sce  Meandr-3.sce  Meandr-4.sce
1 //Дано:
2 R1=150; R2=100; R3=200; R4=150; R5=250; R6=50;
3 E1=220; E2=200;
4 //Решение:
5 //Коэффициенты матрицы контурных сопротивлений
6 R11=R1+R2+R5;R22=R2+R3+R4;R33=R3+R5+R6;
7 R12=-R2; R21=R12; R13=-R5; R31=R13;
8 R23=-R3; R32=R23;
9 //Матрица контурных сопротивлений
10 Rk= [R11 R12 R13; R21 R22 R23; R31 R32 R33];
11 //Контурные ЭДС
12 E11=E1-E2; E22=E2; E33=0;
13 //Матрица контурных ЭДС
14 Ek= [E11;E22;E33];
15 //Расчет матрицы контурных токов
16 Ik=Rk\Ek
17 //Расчет токов ветвей
18 I1=Ik(1), I2=Ik(2)-Ik(1), I3=Ik(2)-Ik(3), I4=Ik(2),
19 I5=Ik(3)-Ik(1), I6=Ik(3)
    
```

Рис. 3

На рис. 4 показан фрагмент командного окна с результатами исчислений.



```
Командное окно
Ik =
    0.48
    0.8
    0.56
-->//Расчет токов ветвей
-->I1=Ik(1), I2=Ik(2) - Ik(1), I3=Ik(2) - Ik(3), I4=Ik(2),
I1 =
    0.48
I2 =
    0.32
I3 =
    0.24
I4 =
    0.8
-->I5=Ik(3) - Ik(1), I6=Ik(3)
I5 =
    0.08
I6 =
    0.56
```

Рис. 4

Наша практика показала, что вычислительный эксперимент на основе пакета Scilab позволяет студенту затрачивать минимум времени на решение достаточно сложных инженерных задач, высвобождая его на анализ и более глубокое осмысление физической сущности явлений, происходящих в исследуемой цепи. Повышение уровня физического восприятия способствует более глубокому восприятию результатов натурального эксперимента.

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ  
ЛАБОРАТОРНЫХ СТЕНДОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ  
РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

**Яров В. Н., Калитёнков Н. В., Милкин В. И.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра радиотелекоммуникационных систем)

The virtual laboratory equipment using details in the radio-engineering educational practice are under consideration in the paper.

При изучении целого ряда радиотехнических дисциплин на кафедре Радиотелекоммуникационных систем МГТУ широкое применение нашли виртуальные лабораторные стенды, выполненные на базе различных программных продуктов для схемотехнического моделирования.

Виртуальные модели реальных технических устройств [1] позволяют наглядно демонстрировать принцип действия их реальных прототипов, легко изменять как параметры первичной питающей сети, так и параметры самих электрорадиоэлементов в схеме устройства. Виртуальные модели дают возможность проводить исследования в режиме разрушающего контроля, что невозможно выполнить на реальных изделиях из-за их высокой стоимости.

Эксперименты, проведенные на реальных макетах и их виртуальных аналогах показали практически идентичные результаты.

Кроме того, нарушение техники безопасности при проведении реальных экспериментов может привести к тяжелым последствиям, что практически исключается при использовании виртуальных лабораторных стендов.

В частности, для проведения лабораторных работ по дисциплине «Электропреобразовательные устройства РЭС» авторами статьи средствами EWB 5.12 были разработаны и успешно апробированы в учебном процессе следующие виртуальные стенды:

1. Исследование свойств и основных параметров трехфазных электрических систем первичного питания.
2. Исследование принципа действия и основных параметров силовых однофазных трансформаторов.
3. Исследование принципа действия и основных параметров силовых трехфазных трансформаторов.
4. Исследование электрических свойств вентильных элементов. Снятие экспериментальных данных и построение ВАХ тиристора при работе с использованием управляющего электрода.
5. Исследование работы однополупериодного однофазного выпрямителя на активную нагрузку. Экспериментальное определение коэффициента пульсаций с помощью вольтметров и с помощью осциллографа.
6. Исследование работы двухполупериодного однофазного выпрямителя (мостового и по схеме Миткевича) на активную нагрузку.

Экспериментальное определение коэффициента пульсаций с помощью вольтметров и с помощью осциллографа.

7. Применение сглаживающих фильтров для улучшения качества выходного напряжения неуправляемых выпрямителей. Изучение свойств С-, RC- и LC- фильтров. Экспериментальное определение коэффициента сглаживания фильтров и коэффициента пульсаций выходного напряжения выпрямителей, снабженных фильтрами.

8. Исследование принципа действия и электрических параметров управляемого однополупериодного однофазного выпрямителя с фазным регулированием.

9. Исследование принципа действия и электрических параметров стабилизатора. Снятие экспериментальных данных и построение ВАХ стабилизатора.

10. Исследование принципа действия и основных электрических параметров параметрического стабилизатора.

11. Исследование принципа действия и основных электрических параметров ОУ с инвертирующим включением.

12. Исследование принципа действия и основных электрических параметров ОУ с неинвертирующим включением.

13. Исследование принципа действия и основных электрических параметров линейного компенсационного стабилизатора с элементом сравнения на транзисторе. Снятие экспериментальных данных и расчет коэффициента стабилизации.

14. Исследование принципа действия и основных электрических параметров импульсного компенсационного стабилизатора понижающего типа с элементом сравнения на транзисторе. Снятие экспериментальных данных и расчет коэффициента стабилизации.

15. Исследование принципа действия и основных электрических параметров импульсного компенсационного стабилизатора повышающего типа с элементом сравнения на ОУ. Снятие экспериментальных данных и расчет коэффициента стабилизации.

В качестве примера рассмотрим работу № 15. В работе требуется объяснить принцип действия стабилизатора, представленного на Рис.1, произвести измерение выходного напряжения (Рис.2) при ступенчатом изменении входного; построить график  $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$ , т.е. определить диапазон изменения входного напряжения, в котором обеспечивается устойчивая работа стабилизатора; вычислить коэффициент стабилизации; измерить входные и выходные токи и рассчитать КПД стабилизатора и др.

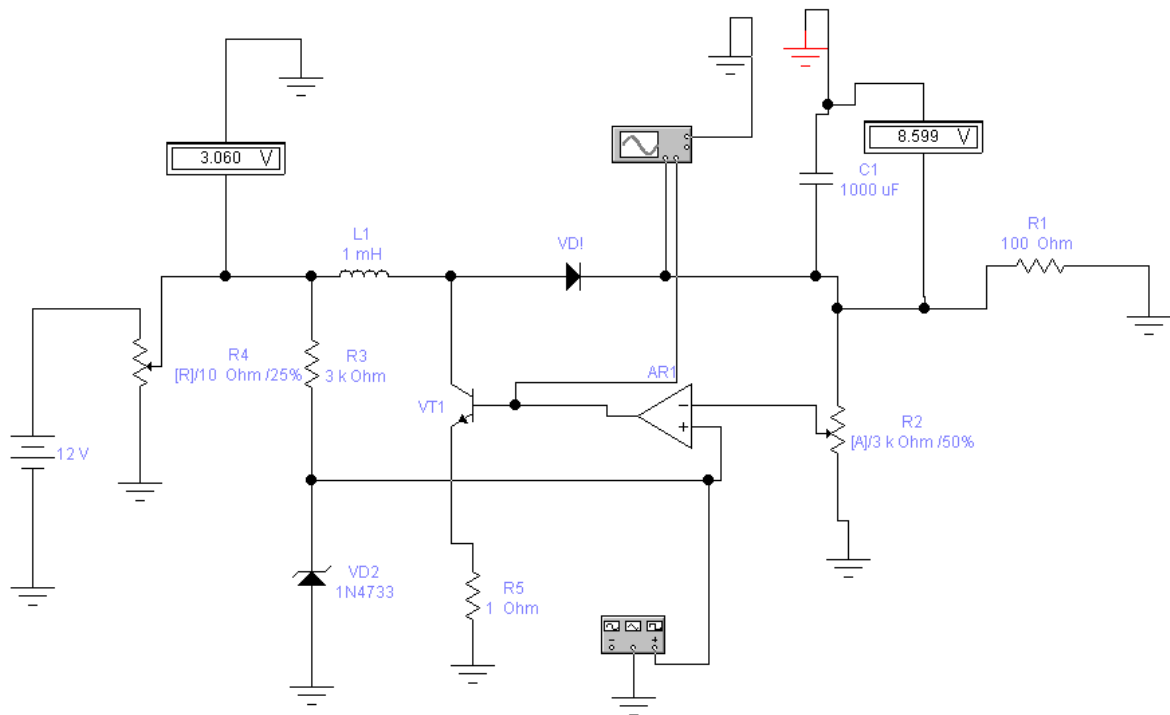


Рис. 1

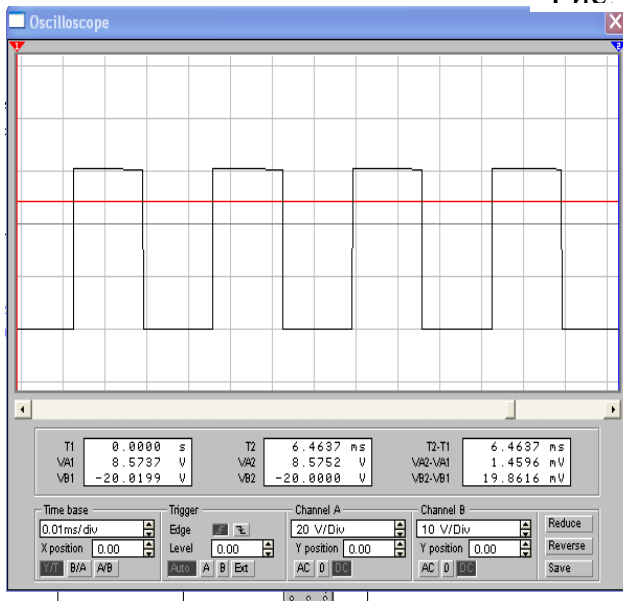


Рис.2

На данной осциллограмме представлены эпюры импульсного управляющего напряжения на базе транзистора регулирующего элемента и стабилизированного напряжения на нагрузке. С помощью потенциометра R4 изменялось  $U_{вх}$  в пределах 0...12 В. Значения  $U_{вх}$  и  $U_{вых}$  представлены в таблице. На основании табличных данных построен график зависимости  $U_{вых} = f(U_{вх})$ .

$U_{вх}$	$U_{вых}$
12	13,46
11,29	10,77
9,45	9,5
9,48	8,71
8,998	8,623
8,903	8,621
7,81	8,619

7,218	8,616
6,617	8,618
6,034	8,611
5,442	8,601
4,849	8,607
4,255	8,604
3,659	8,602
3,06	8,599
2,458	6,05
1,852	3,48
1,241	2,05
0,624	1,321
0	0

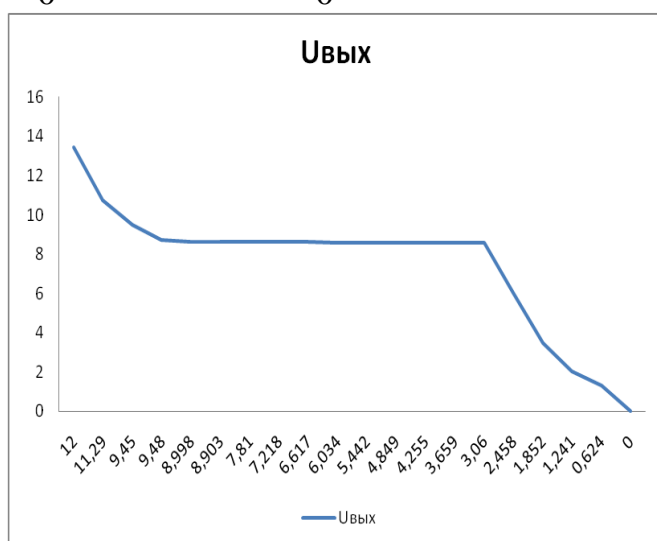


Рис.3

Анализ таблицы и графика (Рис.3) позволяет определить допустимый диапазон входных напряжений, в котором устройство сохраняет требуемые параметры выходного напряжения.  $U_{вх} = 9,48 \dots 3,06$  В.

Авторы статьи считают, что применение разработанных на кафедре РТКС МГТУ виртуальных лабораторных работ повышает эффективность учебного процесса при преподавании радиотехнических дисциплин, связанных с изучением практической схемотехники (особенно на младших курсах). При этом можно отметить существенное улучшение успеваемости учащихся и повышение интереса к изучаемым дисциплинам.

### Литература

1. Найвельт Г.С. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Радио и связь, 1985. – 576 с.

**Радиолокация,  
радионавигация  
и радиосвязь**



## ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ РЕЧЕОБРАЗОВАНИЯ И СЛУХА

Жарких А. А. (г. Мурманск, МГТУ, каф. РТКС)

### Abstract

The isomorphic mapping of a real number field to the interval  $(-1; +1)$  based on the function of a hyperbolic tangent is considered in the report. It is shown that addition and multiplication on an interval  $(-1; +1)$  are hybrid nonlinear operations. The properties of arithmetics of real numbers and algebra of logic are manifested in them. On the basis of the considered isomorphism the mathematical model of biocommunication system is constructed. The application of this model to the systems of speech formation and human hearing is illustrated.

### Введение

Цель данного доклада – представление результатов исследования математических моделей, которые могут быть использованы для описания некоторых механизмов речеобразования и слуха.

Часть результатов этой работы была представлена в докладе [33].

В докладе рассмотрено изоморфное отображение поля вещественных чисел на интервал  $(-1; +1)$  базирующееся на функции гиперболического тангенса. Показано, что сложение и умножение на интервале  $(-1; +1)$  являются гибридными нелинейными операциями. В них проявляются свойства арифметики вещественных чисел и алгебры логики. На основе рассмотренного изоморфизма строится математическая модель системы биокommunikации. Иллюстрируется применение этой модели к системам речеобразования и слуха человека.

Для уяснения связей рассмотренного в работе математического аппарата с комплексным анализом достаточно рассмотреть конформное преобразование единичного круга на себя в книге [1]. Для уяснения определения поля и гомоморфизмов полей достаточно ознакомиться с источниками [2-4]. Подходящим руководством по алгебре логики является книга [5]. В книге [6] устанавливаются связи между строгими математическими определениями пространств функций и физическими процессами – сигналами. В книге [7] вводится понятие гомоморфизма между пространствами сигналов. Однако это понятие используется только для описания гомоморфизмов на основе логарифмической и показательной функций. Из источников [8-14] можно получить достаточно глубокое представление о моделях речи, слуха и алгоритмах обработки аудиосигналов. Хотелось бы отметить монографию [8]. Во-первых, автор приводит в ней качественные графики нелинейных зависимостей выходного сигнала от стимулирующего входного для систем

слуха и речеобразования. Качественное поведение этих графиков соответственно как у функции гиперболического тангенса и обратной гиперболическому тангенсу. Во-вторых, в этой книге достаточно глубоко прорабатывается модель речевого сигнала как гибридного аналого-цифрового сигнала. При этом естественно предполагается, что система человеческого слуха может выделять и аналоговую и цифровую составляющую человеческой речи.

В работах автора [15-32] авторы анализируют различные аспекты использования изоморфизма  $X = \tanh \left( \cdot \right)$  между полем вещественных чисел и  $\cdot$  интервалом  $(-1;+1)$ . В работе [21] можно ознакомиться с достаточно подробным описанием математического аппарата, а в работе [27] с его комплекснозначным обобщением. В работе [25] отображение  $X = \tanh \left( \cdot \right)$  используется для улучшения восприятия спектра изображения, а в работах [26,30] нелинейная операция сложения используется как операция «склеивания» изображений. Остальные работы из списка [15-32] посвящены методам защиты информации, в основном различным методам стеганографии.

В докладе рассматривается изоморфизм поля вещественных чисел на интервал  $(-1;+1)$  при помощи монотонной функции  $X = \tanh \left( \cdot \right)$ . Рассматриваются операции сложения и умножения в изоморфном образе поля вещественных чисел и операция умножения на скаляр в изоморфном образе одномерного векторного пространства над полем вещественных чисел. Показано, что при малых значениях аргументов операции сложения и умножения образов и прообразов поля не различаются. Рассматриваются результаты применения новых операций сложения и умножения к трехэлементному множеству  $\{1;0;+1\}$ . В связи с этим здесь же представлена связь новых операций сложения и умножения с классической алгеброй логики. Анализ завершается иллюстрацией эффектов поглощения и расщепления на границах интервала. Далее рассматривается простейшая модель биокоммуникации и ее применение к системам речеобразования и слуха человека. В заключении формулируются общие выводы по работе.

#### **Отображение поля вещественных чисел на интервал $(-1;+1)$ .**

Рассмотрим гомоморфное отображение  $X = \tanh \left( \cdot \right)$  поля вещественных чисел на интервал  $\left[ -1;1 \right]$ . Это отображение является изоморфизмом при подходящем выборе операций сложения  $\oplus_p$  и умножения  $\otimes_p$ . Если рассматривать элементы интервала  $\left[ -1;1 \right]$  как элементы одномерного векторного пространства над полем вещественных чисел с операцией сложения векторов  $\oplus_p$ , то полезно также рассмотреть операцию умножения такого вектора на вещественное число  $\otimes_v$ . Указанные операции задаются соотношениями (1)-(3).

$$\oplus_p : \langle -1; 1 \rangle \rightarrow \langle -1; 1 \rangle$$

$$\forall X, Y \in \langle -1; 1 \rangle Z = X \oplus_p Y = \frac{X+Y}{1+XY} \in \langle -1; 1 \rangle \quad (1)$$

$$\otimes_v : \langle -1; 1 \rangle \times \langle -\infty; +\infty \rangle \rightarrow \langle -1; 1 \rangle$$

$$\forall X \in \langle -1; 1 \rangle \& \forall r \in \langle -\infty; +\infty \rangle$$

$$Z = X \otimes_v r = \frac{\langle +X \rangle^r - \langle -X \rangle^r}{\langle +X \rangle^r + \langle -X \rangle^r} \in \langle -1; 1 \rangle \quad (2)$$

$$\otimes_p : \langle -1; 1 \rangle \times \langle -1; 1 \rangle \rightarrow \langle -1; 1 \rangle$$

$$\forall X, Y \in \langle -1; 1 \rangle$$

$$Z = X \otimes_p Y = X \otimes_v \left( \frac{1}{2} \ln \left( \frac{1+Y}{1-Y} \right) \right) =$$

$$= Y \otimes_v \left( \frac{1}{2} \ln \left( \frac{1+X}{1-X} \right) \right) \in \langle -1; 1 \rangle \quad (3)$$

**Аналоговый линейный предел нелинейных сумм и произведений.**

Рассмотрим операции  $\oplus_p, \otimes_p, \otimes_v$  при малых по модулю значениях аргументов. Считаем, что  $|X| \ll 1, |Y| \ll 1, |r| \ll 1$ , и все параметры настолько малы, что можно ограничиться первым порядком по каждому из аргументов. Тогда операции упростятся и запишутся в виде

$$X \oplus_p Y \approx X + Y, \quad (4)$$

$$X \otimes_p Y \approx X \cdot Y, \quad (5)$$

$$X \otimes_v r \approx X \cdot r. \quad (6)$$

Таким образом, при малых значениях аргументов, операции над ними не отличаются от операций над аргументами поля вещественных чисел.

**Правила сложения  $\oplus_p$  и умножения  $\otimes_p$  на множестве  $\langle -1; 0; +1 \rangle$**

Проанализируем далее результаты применения операций  $\oplus_p, \otimes_p$  на множестве  $\langle -1; 0; +1 \rangle$ . Эти результаты представляются таблицами 1 и 2.

**Таблица 1.** Таблица сложения для  $\langle -1; 0; +1 \rangle$

$\oplus_p$	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>
<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>?</b>
<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>
<b>+1</b>	<b>?</b>	<b>+1</b>	<b>+1</b>

**Таблица 2.** Таблица умножения для  $\{-1; 0; +1\}$

$\otimes_p$	-1	0	+1
-1	+1	0	-1
0	0	0	0
+1	-1	0	+1

Отметим, что снятие неопределенностей (знаки ? ) в таблице сложения может быть осуществлено различными способами, что соответственно отразится на результате действия этой операции. Мы будем использовать «главное» значение при снятии этой неопределенности

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \left( \frac{th(x) + th(x)}{1 + th(x) + th(x)} \right) = \lim_{x \rightarrow +\infty} th(x) = 0. \quad (7)$$

### Некоторые результаты моделирования нелинейных элементов

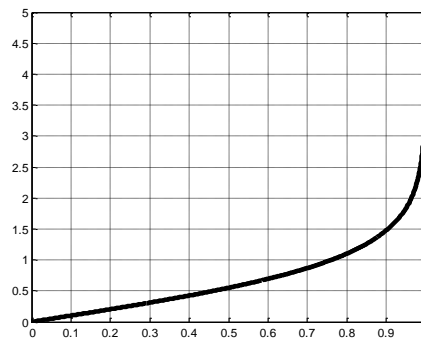


Рис. 1. Зависимость выхода от входа при речеобразовании

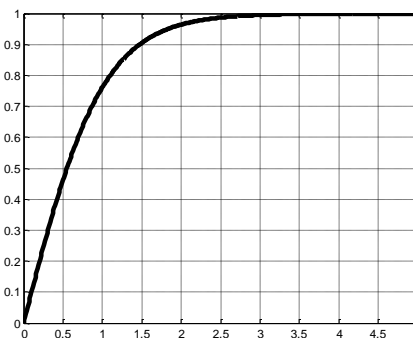


Рис. 2. Зависимость выхода от входа при прослушивании

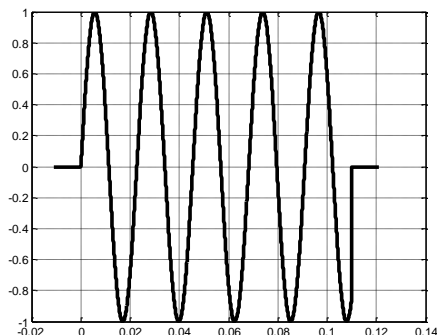


Рис. 3. Гармонический сигнал на входе системы речеобразования

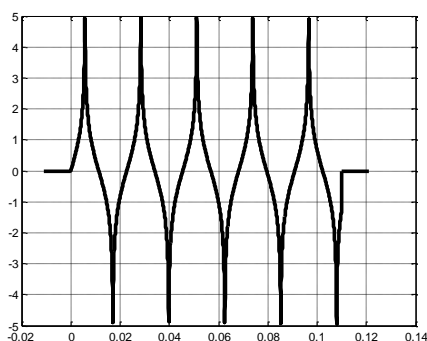


Рис. 4. Выходной сигнал системы речеобразования при входном как на Рис. 3

На рис. 1 представлена зависимость  $x = \tanh^{-1} X$ , а на рис. 2 зависимость  $X = \tanh x$ . Эти графики хорошо согласуются с классическими представлениями о речеобразовании (рис.1) и слухе (рис. 2) изложенными в [8-15]. На рис. 3 представлена временная зависимость гармонического сигнала подаваемого на вход  $x = \tanh^{-1} X$ . На рис. 4 представлен выходной сигнал в этой же системе. Видно, что растет его амплитуда. Форма же сигнала изменяется таким образом, что его спектр становится существенно шире чем у входного. Это приводит к повышению помехоустойчивости выходного сигнала по сравнению со входным. В слуховой системе происходят обратные изменения с сигналом. Его амплитуда уменьшается а спектр сужается. Таким образом в системах речеобразования и слуха сигналы преобразуются аналогично тому, как это происходит соответственно в передатчике и приемнике широкополосной системы связи.

### Заключение

Механизмы речеобразования и слуха человека являются нелинейными.

Нелинейный канал восприятия человеком сигналов внешнего мира или сигналов другого человека может быть задан выражением  $X = \tanh x$ . В частности так может быть описан канал слуха человека. По видимому, с учетом сложной структуры уха, слуховая система человека есть

совокупность таких каналов. Системы слуха различных людей отличаются параметрами.

Нелинейный канал генерации человеком сигналов во внешний мир может быть описан выражением  $x = \tanh^{-1} X \approx \frac{1}{2} \ln \left( \frac{1+X}{1-X} \right)$ . В частности так может быть описан канал речеобразования человека. По видимому, с учетом устройства речевого тракта человека, этот канал – единственный. Все многообразие генерируемых речевых сигналов определяется многообразием входных сигналов из головного мозга и указанным нелинейным преобразованием. Системы речеобразования различных людей отличаются параметрами.

Предварительные, но достаточно глубокие и обширные результаты моделирования позволяют выдвинуть следующую гипотезу: канал передачи речи от одного человека к другому есть нелинейный канал передачи гибридных аналого-цифровых сообщений. В речевом тракте человека входной сигнал из головного мозга преобразуется в выходной сигнал речи с расширением спектра и увеличением амплитуды. В результате такого преобразования повышается помехоустойчивость сигнала речи. Слуховая система речи имеет тонкую структуру, обусловленную многоканальностью. Каждый канал принимает сигналы определенного частотного поддиапазона, но результаты приема от всех каналов обрабатываются вместе. Это позволяет преобразовывать звуковые сигналы поступающие на вход слуховой системы в гибридные аналого-цифровые сигналы поступающие в головной мозг. Цифровая составляющая этих сигналов определяется языковым кодом человека.

### Литература

1. Лаврентьев М. А. , Шабат Б. В. Методы теории функций комплексного переменного. -М.: Наука, 1987, 688 с.
2. Скорняков Л.А., Элементы общей алгебра.-М.: Наука, 1983, 272 с.
3. Кострикин А.И. Введение в алгебру. Ч. 1. Основы алгебры. — М.: ФМЛ, Лаборатория базовых знаний , 2000.-272 с.
4. Кириллов А. А. Элементы теории представлений/ М.: Наука, 1978, 343 с.
5. Лихтарников Л.М., Сукачева Т.Г. Математическая логика. Курс лекций . Задачник-практикум и решения.- СПб.: Лань, 1999,-288 с.
6. Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М. : Высшая школа, 1983, 536 с.
7. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. – М. : Радио и связь, 1986, 512 с.
8. Сорокин В.Н. Теория речеобразования.- М.: Радио и связь, 1985.- 312 с.

9. Фант Г. Акустическая теория речеобразования: Пер. с англ.– М.: Наука, 1964.-264 с.
10. Фланаган Дж. Анализ синтез и восприятие речи: Пер. с англ.– М.: Связь, 1968.-396 с.
11. Рабинер Л.Р., Шафер Р.В. Цифровая обработка речевых сигналов: Пер. с англ. –М.: Радио и связь, 1981.-495 с.
12. Цвиккер Э. Фельдкеллер Р. Ухо как приемник информации: Пер. с нем.– М.: Связь, 1971.-256 с.
13. Калинин Ю.К. Разборчивость речи в цифровых вокодерах.-М.: Радио и связь, 1991.-220 с.
14. Назаров М.В., Прохоров Ю.Н. Методы цифровой обработки и передачи речевых сигналов.- М.: Радио и связь, 1985.-176 с.
15. Жарких А.А. Система шифрования с бегущим ключом// V – я Международная конференция «Радиолокация, навигация, связь».-Воронеж: ВГУ, 1999, 19-21 апр., Тезисы докладов,Т.3 , стр. 1886-1894.
16. Жарких А.А. Конформное преобразование формы сигнала для защиты аналоговых сообщений// Международная научно – техническая конференция Калининградского ГТУ.- Калининград: КГТУ, 1999, Сборник тезисов и докладов, ч. 4, с. 123
17. Жарких А.А., Проблемы криптоанализа как проблемы распознавания образов// X – я Всероссийская конференция «Математические методы распознавания образов» (ВЦ РАН) , 2001, Сборник докладов, с. 209-212.
18. Жарких А.А., Конформная стеганография звукового сигнала в звуковом сигнале// XI – я Всероссийская конференция «Математические методы распознавания образов» (ВЦ РАН) , 2003, Сборник докладов, с. 305-307.
19. Жарких А.А., Распознавание звуковых сигналов на основе конформного анализа// XI – я Всероссийская конференция «Математические методы распознавания образов» (ВЦ РАН) , 2003, Сборник докладов, с.308-310.
20. A.A. Zharkikh, S.S. Kolpakchi, Randomizing algorithm of conformal steganography of the image in the image, In: 7th International conference on pattern recognition and image analysis (New information technologies), St. Petersburg, October 2004, vol. III pp. 988 – 992.
21. Жарких А.А. Идентификация линейных стационарных систем при гомоморфных отображениях сигналов//Труды IV Международной конференции "Идентификация систем и задачи управления" SICPRO'05. Москва, 25-28 января 2005 г. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2005. С. 321-332.
22. Жарких, А. А. Аналоговый метод стеганографии звукового сигнала в звуковом сигнале / Жарких А. А. // XI Международная научно-

техническая конференция "Радиолокация, навигация, связь ", Воронеж, ВГУ, 12-14 апр., 2005 . Т. 2 .— , 2005 .— 624-639.

23. Жарких А.А. Конформное гаммирование звукового сигнала хаотическим сигналом//Труды российского НТО РЭС им. А.С.Попова:LX сессия посвященная Дню Радио. - М.: Радиотехника, 2005, том. LX-1, с.146-147.

24. A. A. Zharkikh and S. S. Kolpakchi, A Randomizing Algorithm for the Conformal Steganography of Image in Image, Pattern Recognition and Image Analysis, 2006, Vol. 16, No. 1, pp. 131–135.

25. Жарких А.А. , Коннов Е.В., Управляемая визуализация спектра изображения //Сборник докладов 13 Всероссийской конференции «Математические методы распознавания образов», М.: МАКС Пресс 2007, С. 319-323.

26. Zharkikh A.A. Two Stage Algorithm of Contour Allocation in the Image // Pattern Recognition and Image analysis: New Information Technologies: Conference Proceedings, Vol. 3. – Yoshkar – Ola, the Russian Federation, 2007, pp. 47 – 50.

27. Жарких А.А. Идентификация линейных стационарных систем преобразующих комплекснозначные сигналы //Труды VII-й Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления», М.: ИПУ РАН 2008, С. 164-173. (Электронное издание).

28. Zharkikh A., Plastunov V., New steganography technique, based on the Lorentz's transformation, of embedding audiosignal into audiosignal // PRIA-9-2008 9<sup>th</sup> International conference on pattern recognition and image analysis: new information technologies, Nizhny Novgorod, Russian Federation, September, 14-20, 2008 conference proceedings, volume 2, pp. 359-362.

29. Жарких А.А., Пластунов В.Ю. Метод встраивания в аудиосигнал водяного знака в виде аудиосигнала // Материалы Международной научно-технической конференции «Наука и образование – 2009», с. 140-148.

30. А.А. Жарких “Двухэтапный алгоритм выделения контуров на изображении”, Вестник МГТУ, том 12, №2, 2009 г. стр.202-205.

31. А.А. Жарких, В.Ю. Пластунов “Новый метод внедрения водяного знака в аудиосигнал”, Вестник МГТУ, том 12, №2, 2009 г. стр. стр.206-211.

32. Zharkikh A., Plastunov V. A NOVEL AUDIO SIGNAL WATERMARKING METHOD. 13-th International Conference “Speech and Computer”: Conference Proceedings, 2009, pp. 373 – 377.

33. Жарких А.А., Канал передачи речи от одного человека к другому как нелинейный канал передачи гибридных аналого-цифровых сообщений. 14-th International Conference “Speech and Computer”: Conference Proceedings, Kazan, Russia, 2011, pp. 395 – 401.



## **АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОЗМОЖНОСТИ БЕСПРОВОДНОГО КАНАЛА СВЯЗИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОБСТАНОВКИ В РАЙОНЕ ДВИЖЕНИЯ МАЛОМЕРНЫХ СУДОВ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МСУДС**

**Борисова Л. Ф., Тимонин Д. О.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем)

There are about 50 huge ports in Russian Federation. Due to harborages are very busy. That's why people need reliable methods to ensure safety.

В России существует более пятидесяти портов с выходом в море. В связи с развитием рыбопромысловой деятельности, грузоперевозок, военного флота, акватории портов довольно загружены. В условиях роста интенсивности морского судоходства наблюдается тенденция увеличения числа смертельных случаев от морских аварий, среди которых одним из самых опасных видов являются столкновения судов. Столкновения судов в наибольшей степени свидетельствуют о проблемах, существующих в организации движения. Проблема обеспечения безопасности мореплавания особенно остра для районов с интенсивным судоходством. Для решения данной проблемы, как известно, в настоящее время используются системы управления движением судов (СУДС / VTS – Vessel Traffic Services) [1]. СУДС представляет собой сложный комплекс стационарных технических сооружений вблизи береговых служб. К основным недостаткам современных СУДС относятся стационарность размещения, «привязка» к береговым службам конкретного района, громоздкость, сложность применяемых процедур управления. Вместе с тем имеется ряд характерных проблем в области судоходства, которые не попадают в сферу деятельности СУДС и создают реальную проблему безопасности: маломерные и спортивные суда – моторные, парусные, гребные, несамоходные и малые рыболовецкие суда, катера, яхты, шлюпки и другие плавсредства, не подконтрольные морскому регистру. Решение подобных проблем может быть получено с помощью использования территориально локализованных мобильных систем управления движением судов (МСУДС / MVTS – Mobile Vessel Traffic Services, по аналогии с СУДС / VTS) [1].

К основным достоинствам МСУДС относятся: простота и экономичность процедур управления, ориентация на использование доступных стандартных технических средств навигации и телекоммуникации, возможность использования классических сред разработки программных продуктов, нетребовательность к объему памяти ЭВМ, быстрота развертывания и прекращения деятельности, мобильность, маневренность, позволяющая системе без проблем менять местоположение, перемещаясь в пространстве, отсутствие привязки к конкретной местности, необходимости наземного базирования. Достоинства МСУДС предоставляют возможность широкого

распространения этих систем на практике. Не имея территориальных ограничений, МСУДС могут быть использованы как автономно, в удаленных морских районах, так и в качестве дополнительного средства, расширяющего функциональные возможности стационарных СУДС.

Целью работы является анализ технической возможности беспроводного канала связи, для контроля обстановки в районе движения маломерных судов при реализации МСУДС в районе морского порта.

Требования, выдвигаемые к системе:

- Высокая техническая надежность системы.
- Высокая скорость передачи информации.
- Высокая информационная ёмкость.
- Нетребовательность к компьютерному оборудованию.

МСУДС должна выполнять следующие основные функции: наблюдение за обстановкой на акватории в пределах действия МСУДС; идентификацию подвижных объектов (судов); телекоммуникационное взаимодействие Центра МСУДС и судов, находящихся на обслуживании; выработку управляющих решений для судов, находящихся на обслуживании.

Четвертая функция МСУДС является уникальной и реализуется программными методами в виде формализованного управления движением всех судов, взятых на обслуживание. Центральной задачей здесь является недопущение опасного сближения судов, находящихся на обслуживании. Прогнозируемая комплексная оценка выбранных приоритетов движения гарантирует надежное глобальное "расхождение" всех судов на акватории и исключает столкновения. Взаимодействие служб в МСУДС предлагается реализовать с помощью системы протоколов и стандартов, регламентирующих нормализованные процедуры обеспечения безопасного мореплавания, а также взаимодействие элементов системы при установлении связи и передаче управляющих решений [1].

Реализация МСУДС может быть выполнена на базе стандартных технических средств навигации и связи. На транспортное средство для контроля движения и маршрута транспорта, устанавливается специальное ГЛОНАСС/ GPS оборудование – абонентский терминал. Терминал автоматически определяет местоположение судна с помощью приемника спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС или GPS, а также различные параметры: скорость, направление передвижения и маршрут транспорта, состояние подключенных датчиков. Терминал в автоматическом режиме или по запросу пользователя передает собранную с судна информацию по беспроводным каналам связи [1].

Весь объем навигационной и технической информации, получаемой от отслеживаемых транспортных средств и дополнительных датчиков, по эфирным каналам связи поступает на телематический сервер,

обрабатывается, сохраняется в базе данных и отправляется в диспетчерский центр.

На рабочее место диспетчера устанавливается специальное программное обеспечение, в котором используются электронные векторные многослойные карты местности, с высокой точностью отображающие текущее местоположение и перемещение транспорта, режимы перевозок независимо от его местонахождения.

Использование канала связи на базе технологии WiMax позволяет обеспечить высокую скорость передачи данных и поддерживать связь с каждым судном в режиме реального времени [2]. Рабочий диапазон частот 5-30 ГГц, не пересекает полосу частот, на которой работает СУДС и другое радионавигационное оборудование. Канал связи является практически не чувствительным к резкому изменению климатических условий, что весьма актуально в районах Крайнего Севера [2].

Высокоскоростной беспроводной мост **FibeAir IP-10** производства компании Ceragon Networks для каналов передачи данных с интерфейсами Ethernet и TDM. Устройства данной серии обеспечивают подключения по радиоканалу со скоростью 10-500 Мбит/с в диапазонах частот 6-38 ГГц при занимаемой полосе канала от 7 до 56 МГц. В FibeAir IP-10 реализован механизм адаптивной модуляции и кодирования (Adaptive Coding & Modulation - ACM), позволяющий сохранять работоспособность беспроводного канала при изменении условий распространения радиоволн.

Эта новая серия оборудования оптимально подходит для передачи значительного объема информации на основе протокола IP. Радиооборудование РРЛ использует диапазон частот 18 ГГц, в котором минимально влияние атмосферных помех и климатических воздействий акватории. Беспроводной мост **FibeAir IP-10** в настоящее время успешно применяется в акватории Черного моря в условиях теплого климата, но анализ технических возможностей моста показал, что он может применяться также на акваторий Крайнего Севера. Максимальная протяженность линий связи составляет 20 км, что позволит установить базовую станцию максимально далеко от мест проживания людей, при этом сохранив требуемую зону покрытия сети WiMax. Полученный в результате строительства РРЛ канал связи способен обеспечить высокоскоростную передачу данных от камер видеонаблюдения, в том числе и в инфракрасной области спектра и контролировать обстановку, в том числе в ночное время.

Базовая станция NiperMAX-micro производства компании NiperMAX полностью наружного конструктивного исполнения. Она состоит из собственно базового блока и радиоблоков, подключаемых к нему волоконно-оптическими кабелями. При этом блоки питания и GPS-синхронизации также объединены в единый корпус базовой станции. Такая конфигурация хорошо подходит для организации сайтов без

использования специальных помещений для размещения оборудования. К одной базовой станции HyperMAX-micro могут быть подключены 1 или 2 радиоблока. Главное отличие от других моделей базовых станций заключается в том, что поддерживается работа как в режиме Fixed WiMAX, так и в режиме Mobile WiMAX, причем переход в режим Mobile WiMAX достигается путем обновления математического обеспечения.

Технология WiMax удовлетворяет всем требованиям предъявляемым, к каналу связи при реализации МСУДС. Высокая скорость и надежность канала связи, низкое энергопотребление, малые габариты оборудования позволяют резко сократить время монтажа станции и запуска в работу [2].

Таким образом, техническая реализация взаимодействия в МСУДС не представляет сложностей, она может быть выполнена на базе современных средств связи, однако требуют дополнительных исследований вопросы организации взаимодействия мобильных систем управления судоходства и стационарных – СУДС. Конвергенция мобильных и стационарных УДС на основе совместного использования технических средств взаимодействия и слияния технологических решений способна расширить функционал традиционных СУДС и повысить безопасность судоходства в районе морского порта, а также снять территориальные ограничения современных систем управления судоходством.

### **Литература**

1. Борисова, Л.Ф. Мобильные системы управления движением судов/Л.Ф.Борисова, А.А.Соловьев.- Мурманск: Изд-во МГТУ, 2008 - 134 с.
2. Вишнеvский, В.М. Энциклопедия WiMAX путь к 4G. – Москва, 2009 - 465 с.

# **Строительство**

**ВЛИЯНИЕ АРМИРОВАНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ОТКОСОВ**

**Антонов В. М., Герасимов А. А.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Промышленного и гражданского строительства)

*The results of laboratory investigations of stability of reinforced sand slopes under the action of static and cyclic forces.*

Метод армирования земляных сооружений с целью повышения степени их устойчивости известен давно, однако только в последние годы сфера его использования существенно расширилась в связи с тем, что появились новые армирующие материалы, позволяющие осуществлять строительство в достаточно сложных условиях.

Повышения устойчивости откосов добиваются за счет введения в грунт элементов, которые хорошо работают на сжатие или растяжение, и имеют высокое сцепление и трение с окружающим грунтом, обеспечивая передачу напряжений с перегруженных зон на соседние менее загруженные участки. Такие элементы могут быть изготовлены из различных материалов: металла, железобетона, структуры из стеклянных или полимерных волокон, геотекстиля и т.д. В зависимости от физико-механических характеристик грунтов и задач, которые решаются при армировании, выбирается характер расположения армирующих элементов и технология их выполнения.

Укрепление откосов в современном строительстве делится на два отдельных направления. Одно из них занимается укреплением тела откосов, а второе специализируется на повышении прочности боковой поверхности созданием подпорных сооружений.

В общем случае откосы рассчитываются по первому предельному состоянию, то есть по потере устойчивости. При этом основной расчетной моделью, которая показывает, как именно происходит потеря устойчивости, является так называемый метод расчета по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения (КЦПС). Суть данного метода заключается в том, чтобы определить критическую поверхность скольжения, относительно которой грунт откоса будет устойчив против вращения с минимальным коэффициентом запаса. При этом тело откоса делится на вертикальные блоки, в пределах каждого из которых рассматривается равновесие сил в точке пересечения дуги КЦПС и центра блока (модель отсеков обрушения).

Центр и радиус поверхности скольжения в данном методе определяется различными способами - по графику Н. Ямбу, графику Д. Тейлора, способу площадей, таблицам проф. М.Н. Гольдштейна, а в основном методом последовательных приближений - выделяют бесконечное число центров поверхностей скольжения и их радиусов и находят поверхность скольжения с минимальным коэффициентом запаса[1].

Общий коэффициент запаса устойчивости откоса определяется как отношение суммы моментов удерживающих сил в каждом вертикальном блоке к сумме моментов сдвигающих сил в каждом блоке. Армирование откоса необходимо, когда фактическое значение коэффициента устойчивости меньше значения, принимаемого в различных странах в зависимости от вида грунта и капитальности сооружения в пределах 1,25 ...1,40.

Точность результатов вычислений во многом определяется шириной расчетных блоков, чем меньше ширина, тем точнее получается результат. В некоторых случаях накопленная таким образом погрешность может достигать 15 - 20 % как в сторону увеличения расчетного значения коэффициента устойчивости, так и в сторону его уменьшения.

Существующие методы расчета армированных откосов земляного полотна в определенной мере носят приближенный характер, так как в своем большинстве не в полной мере учитывают особенности работы армирующей прослойки в грунте, ее деформативные свойства. Практически во всех известных разработках в этом направлении размещение прослоек по высоте земляного сооружения принимается фиксированным с постоянным шагом. Расчет ориентирован лишь на определение степени устойчивости конкретной конструкции без решения задачи по наиболее целесообразному, с точки зрения повышения степени устойчивости откосов размещению прослоек, без учета распределения оползневых нагрузок на каждую из прослоек и без учета циклического характера нагрузок.

При этом не рассматривается задача определения оптимального (минимально необходимого) количества горизонтов армирования, оптимального места расположения каждого из них в теле земляного полотна, минимальных объемов работ, количества расходуемых материалов, учета технологических условий при проведении строительных работ.

В лаборатории механики грунтов проводились эксперименты по выяснению характера разрушения армированных откосов и эффективности армирования при наличии вертикальной и циклической пригрузки. Откос формировался из мелкого однородного песка ( $\rho=1,51 \text{ г/см}^3$ ,  $\omega=8\%$ ). Угол откоса составлял  $60^\circ$  от горизонта. Для устройства откоса срезали лишний грунт с уплотнённого массива. Грунт отсыпали слоями по 5 см в металлический лоток с размерами 0,6 x 0,65 x 0,7 м, оснащенный рычажной системой. Каждый слой уплотняли одинаковым количеством ударов трамбовки по одному следу. Величину плотности грунта контролировали методом режущего кольца. Опыты проводили с трехкратной повторностью[2].

Штамп диаметром  $D_{st}=125$  мм. устанавливался строго горизонтально на край откоса. В ходе испытаний определяли осадку ( $s$ ) во всем диапазоне

нагрузок индикаторами часового типа ИЧ-10, укрепленными на реперной раме, горизонтальные перемещения ( $u$ ) и крен ( $i$ ). Ступени нагружения принимали равными 0,1 от предварительно найденной разрушающей. Каждую ступень выдерживали до условной стабилизации осадок (0,1 мм за 30 мин). Нагрузка передавалась центрально, вертикально, через рычаг с передаточным числом 1:6.

В качестве армирующего элемента использовалась металлическая сетка размерами в плане 200x200мм, диаметр стержней 3мм, шаг 25мм.

В первой серии изменялась глубина заложения армирующего элемента ( $h_s = 0,2; 0,4; 0,6 D_{st}$ ), а нагрузка доводилась до разрушения.

Во второй серии на определенной ступени загрузки проводили циклирование. Циклическая нагрузка ( $F$ ) составляла 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 от предварительно найденной разрушающей ( $F_{us}$ ). Нагружение проводилось в три стадии. На первой стадии загрузка до требуемой ступени от разрушающей, затем сам цикл и дальнейшее статическое догружение до разрушения. Цикл состоял из пяти нагружений, затем выполнялась пауза между нагрузками в течении 10 минут, десять нагружений, пауза и двадцать нагружений.

Эффективность армирования оценивали по значению давления  $P$ , соответствующего разрушающей нагрузке, по скорости развития осадок  $s$  в армированном основании, по скорости развития горизонтальных перемещений  $u$  и крена  $i$ . Результаты первой серии экспериментов приведены в таблице 1. Значения осадок, горизонтальных перемещений и крена получены на последней стадии нагружения, перед разрушением.

Значение давления под подошвой штампа, соответствующего разрушающей нагрузке без армирования откоса составило 30 кПа.

Таблица 1. Влияние расстояния до армирующего элемента на устойчивость основания

$\bar{h} = h_s/D$	$P, \text{кПа}$	$s, \text{см}$	$u, \text{см}$	$i$
0,2	55,03	1,22	0,21	0,016
0,2	51,4	1,86	0,16	0,018
0,2	58,7	1,15	0,17	0,008
0,4	66,04	2,01	0,44	0,015
0,4	69,7	1,89	0,44	0,016
0,4	74,4	1,9	0,46	0,012
0,6	36,6	0,84	0,62	0,003
0,6	40,4	0,94	0,68	0,0065
0,6	33,1	0,86	0,11	0,018

Армирование позволило увеличить несущую способность основания на 30-100% и снизить деформативность на 20-40%. Причём разрушение



при заглублении сетки  $h_s = 0,6D$  происходило в виде продавливания грунта с образованием трещин как на горизонтальной поверхности откоса так и на наклонной, а при  $\bar{h}_s=0,2$  и  $0,4D$  в виде оползневого обрушения грунта.

Результаты второй серии экспериментов приведены в табл.2.

Таблица2. Влияние уровня циклических нагрузок на устойчивость откоса

$\bar{h} = h_s/D$	$F$ , в долях от $F_{us}$	$P$ , кПа	$s$ , см
0,2	0,6	66,03	1,24
0,2	0,7	73,38	1,35
0,2	0,8	68,45	1,42
0,2	0,9	61,14	1,15
0,4	0,6	70,91	1,1
0,4	0,7	73,38	1,31
0,4	0,8	73,38	1,49
0,4	0,9	70,91	1,12
0,6	0,6	40,36	2,21
0,6	0,7	45,24	2,34
0,6	0,8	45,24	2,05
0,6	0,9	47,23	2,12

Результаты второй серии подтвердили факт что армирование в нижней зоне откоса на глубине более  $0,6 D$  неэффективно. Абсолютные значения разрушающей нагрузки после циклирования больше, чем при статической передаче нагрузок, очевидно, это вызвано тем, что циклические нагрузки вызывают перегруппировку частиц в более плотную упаковку. Наибольшие значения были получены при циклической нагрузке, составляющей  $0,7-0,8$  от разрушающей. При  $F = 0,9F_{us}$  разрушение происходило на стадии циклического приложения нагрузок

### Литература

1. Семендяев Л.И. Оптимизированный расчет армированных откосов в условиях индивидуального проектирования.//Автомоб. дороги: Информ. сб./Информавтодор. - М. 1998. - Вып. 10. - С. 8 - 20.
2. Антонов В.М., Леденев В.В. Экспериментальные исследования армированных оснований//.Вестник центрального регионального отделения РААСН., Вып.6, Воронеж-Тверь, 2007, С.3-11.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ, УСТРОЕННОЙ ПО МЕТАЛЛИЧЕСКОМУ ПРОФЛИСТУ

**Котов А. А.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Промышленного и гражданского строительства)

The problem of modeling of building structures in the finite element calculation complex is considered. Efficiency of application of T-bar elements as model of the continuous ridge ferroconcrete plate arranged on a professional leaf as on a fixed timbering is proved.

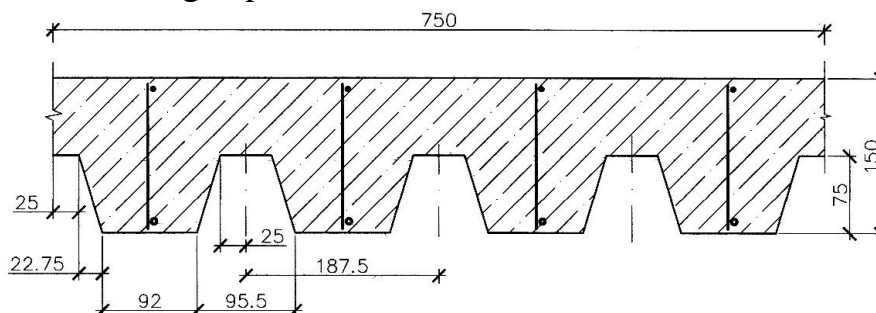


Рис.1. Расчетное сечение моделируемого оригинала

Устройство железобетонных плит перекрытий по профилированному металлическому настилу как по несъемной опалубке широко распространено для промышленных сооружений, а в последнее время все чаще встречается и в гражданских строительных объектах. Фрагмент одной такой плиты представлен на рис.1.

Значительным преимуществом таких перекрытий является высокая технологичность их устройства, обусловленная именно тем, что опалубка остается в перекрытии, и нет необходимости выполнять трудоемкие работы по ее демонтажу. При этом сама опалубка в работе плиты, как правило, не учитывается, поскольку она не имеет практически никакого сцепления с бетоном, а сама по себе по изгибной жесткости железобетонной плите значительно уступает.

Рассматриваемый объект имеет сложную ребристую форму поперечного сечения. Если моделировать его во всех деталях, то в его бетонной части неизбежно применение весьма мелких объемных конечных элементов. Отсюда получаются совершенно не нужные в комплексной расчетной схеме сооружения подробности и вытекающая из них излишняя громоздкость. Поэтому становится актуальной задача создания простых моделей этого объекта.

Какими могут быть эти простые модели? Во-первых, это может быть гладкая плита, толщина которой подобрана из условия эквивалентности поперечных сечений (рис.2). Во-вторых, это может быть стержень таврового сечения, на которые естественным образом делится исходная ребристая плита. При этом если стержнями моделировать каждое ребро с примыкающей к нему частью полки, то таких стерженьков в расчетной

схеме всей плиты окажется слишком много, и модель сооружения снова окажется громоздкой, т.е. основополагающая цель моделирования не будет достигнута. Поэтому в тавровое сечение можно собрать сразу несколько ребер. Логично в один стержень собрать их столько, сколько помещается на одном листе несъемной опалубки. Такое тавровое сечение, эквивалентное фрагменту ребристой плиты, изображенному на рис.1, показано на рис.3.

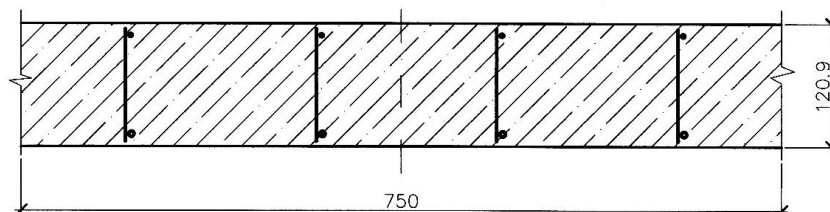


Рис.2. Плътная модель ребристого оригинала

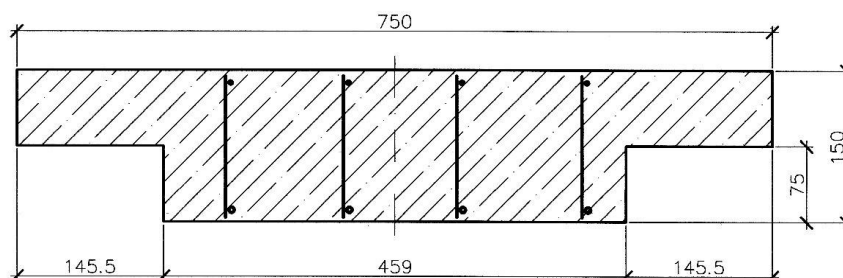


Рис.3. Тавровая модель ребристого оригинала

Можно сразу указать на исходные очевидные достоинства и недостатки каждой из этих двух моделей. Гладкая плитная модель (рис.2) очень проста в реализации. Однако эффективная рабочая высота ее существенно меньше, чем у ребристого оригинала (рис.1). Поэтому при одинаковом рабочем армировании грузоподъемность гладкой плиты на вертикальную нагрузку должна быть существенно меньше, чем у ребристой плиты. С другой стороны, в большинстве практических расчетов ставится задача подбора арматуры под заданную нагрузку, а не задача определения грузоподъемности под заданные сечения. В этом случае рабочая арматура в гладкой плите получается существенно больше, чем арматура в ребристом оригинале. Поэтому если подбирать арматуру для ребристой плиты по ее гладкой модели, то армирование этой железобетонной конструкции получится существенно преувеличенным.

В моделировании ребристой плиты стержневыми элементами имеется риск получить преуменьшенную жесткость по отношению к сдвигу в плоскости плиты: сплошной горизонтальный диск априорно воспринимается более жестким, чем такой же диск, собранный из стержневых элементов. Поэтому требуется обоснование достаточной горизонтальной жесткости диска из стержневых элементов по сравнению с жесткостью сплошного ребристого диска. Зато рабочая арматура,

подобранная по стержневой модели под вертикальное силовое воздействие, должна полностью соответствовать рабочей арматуре, требуемой для ребристого оригинала, поскольку обе конструкции имеют одинаковую рабочую высоту сечения.

Ребристый оригинал и его стержневую и плитную модели сравнивали при трех видах воздействий: плоском поперечном изгибе вертикальной нагрузкой; дислокационном сдвиге в горизонтальной плоскости; свободном кручении, задаваемом также дислокационно. Порядок расчета стержневых железобетонных элементов регламентирован в [1]. Расчет железобетонных плит в комплексе SCAD [2] осуществляется на основании разработок, представленных в монографии [3]. Для ребристых плит нет никаких общепризнанных методов расчета. Поэтому одной из главных проблемой было исследование НДС ребристого оригинала средствами SCAD.

Расчетная модель ребристого оригинала была сформирована из восьмиузловых объемных конечных элементов. Узлы объемных элементов располагаются так, чтобы протягивать по ним арматуру. На рис.4 показан общий вид ребристого оригинала, составленного из объемных конечных элементов.

При загрузении ребристого оригинала в его исходном виде нагрузкой, эквивалентной загрузениям моделей, напряжения в растянутом бетоне значительно превышают сопротивление бетона растяжению. В реальной изгибаемой железобетонной конструкции в растянутой зоне бетона при эксплуатационных нагрузках образуются трещины, не приводящие к исчерпанию несущей способности, т.к. растяжение эффективно воспринимается арматурой. Следовательно, эти трещины в ребристом оригинале нужно было как-то смоделировать.

После многочисленных попыток трещины были смоделированы путем удаления из растянутой зоны ребристого оригинала части бетонных элементов (рис.5).

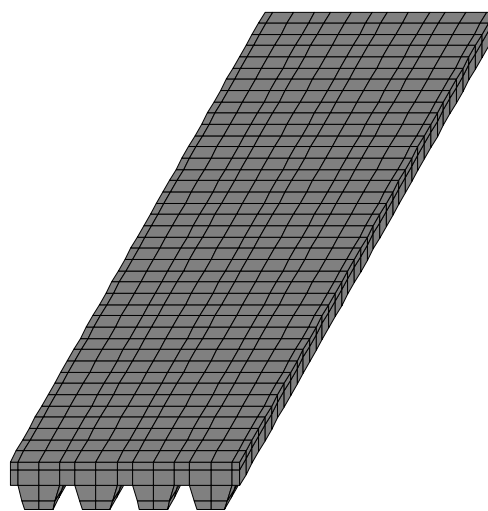


Рис.4. Ребристый оригинал

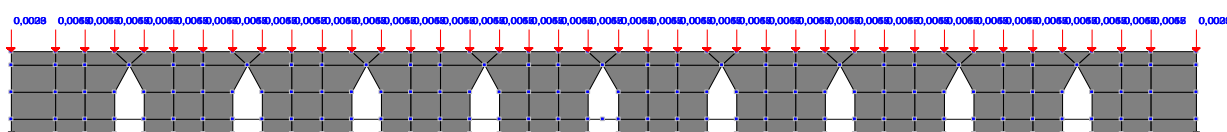


Рис. 5. Ребристая плита с трещинами. Продольный разрез по ребру

В трещине на растяжение работает только арматура, а бетон в блоке между трещинами постепенно вовлекается в работу на растяжение растянутой арматурой. Этот эффект был учтен путем уменьшения модуля деформации растянутого бетона, переменного по длине блока.

Основные результаты сравнения ребристого оригинала и его моделей представлены в табл.1. Из этих результатов можно сделать следующие главные выводы.

Тавровая стержневая модель не уступает по жесткости ребристой плите, рассматриваемой с учетом трещинообразования. Жесткость стержневого элемента на сдвиг, которая больше всего подвергалась сомнению, оказалась больше аналогичной жесткости ребристого оригинала. Замена такими стержневыми элементами сплошной ребристой плиты несколько не уменьшает горизонтальной жесткости сооружения. Вместе с тем, полученные для стержневого элемента преимущества в жесткости не настолько велики, чтобы можно было говорить о существенных искажениях расчетной схемы сооружения в целом.

Табл. 1. Результаты сравнения оригинала и моделей

Воздействие и сравниваемые показатели		Ребристый оригинал	Модели	
			Тавровая	Плитная
Изгиб	Погонная нагрузка, Т/м.	1,448	1,448	1,448
	Требуемое армирование, см <sup>2</sup>	2,01	2,01	3,37
	Коэффициент использования прочности при требуемом армировании	0,72	0,59	0,59
	Коэффициент использования прочности при одинаковом рабочем армировании	0,72	0,59	0,99
	Максимальный прогиб, мм.	4,54	1,00	2,06
Сдвиг	Горизонтальное смещение по торцу, мм.	1,50	1,50	1,50
	Коэффициент использования прочности	1,0	10,6	10,5
	Реактивное усилие сдвига, Т	1,96	20,1	21,8
	Изгибающий момент на торце, Тм	1,96	20,1	21,9
Кручение	Угол закручивания, град.	0,1	0,1	0,1
	Коэффициент использования	0,548	1,21	0,739
	Крутящий момент, Тм	0,193	1,26	0,538

Нецелесообразность гладкой плитной модели для применения в комплексных расчетных моделях сооружений проявилась прежде всего в

том, что арматура, требуемая по расчету для гладкой плиты, существенно больше арматуры, требуемой по расчету для ребристого оригинала.

Таким образом, проведенное исследование можно считать достаточным обоснованием эффективности применения тавровых стержневых элементов в качестве модели сплошной ребристой железобетонной плиты, устраиваемой по профлисту как по несъемной опалубке.

### **Литература**

1. СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры». – М.: ГУП ЦПП, 2004. – 55 с.
2. SCAD OFFICE. Вычислительный комплекс SCAD / В.С. Карпиловский, Э.З.Криксунов, А.А.Маляренко и др. - М: СКАД СОФТ, 2007. – 591 с.
3. Карпенко Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами. – М.: Стройиздат, 1976. – 97 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ**

**Глушко Е. Н.** (*г. Мурманск МГТУ*)

Production efficiency increase is connected with perfection of use of a source of raw materials. Rational use of a waste - not only perfection of use of a source of raw materials, but also a radical way of reduction of environmental contamination. Qualified use of a waste of timber cuttings - an unresolved problem of a wood complex. As the natural material wood after use is utilised by natural process without environmental contamination. To 50 % of processed wood it is burnt or goes to a sailing. The wood reuse on direct appointment, processing for other purposes, burning for energy reception is possible.

Отходы древесины образуются на всех стадиях ее заготовки и переработки. К ним относятся: ветви, сучья, вершины, откомлевки, козырьки, опилки, пни, корни, кора и хворост, которые в сумме составляют около 21% всей массы древесины. При переработке древесины на пиломатериалы выход продукции составляет в среднем 65%, а остальная часть образует отходы в виде горбыля (14%), опилок (12%), срезок и мелочи (9%). При изготовлении из пиломатериалов строительных деталей, мебели и других изделий получают отходы в виде стружки, опилок и отдельных кусков древесины, составляющие до 40% массы переработанных пиломатериалов.

При коэффициенте полезного использования 0,5 технические ресурсы древесных отходов с учётом отходов при лесозаготовке (сучья, ветки, пни, корни, обломки, обрезки стволов и т.д.) составляют 0,06 млрд кВт.ч в год. Для сравнения: гидроэнергия малых рек - 4.4 млрд кВт.ч; морских волн - 1.6млрд кВт.ч; энергия от отходов сельскохозяйственного производства 0,07млрд. кВт.ч. [17]

Прессованные отходы деревообработки (щепа, стружка, опилки) - экологически чистое сырьё с высокой теплотворной способностью, имеет постоянную температуру сгорания.[5] Физическая сущность процесса прессования заключается в вытеснении газообразной фазы, сближении частиц уплотняемого материала и увеличения молекулярных сил сцепления между поверхностями частиц [6].

В Мурманске цехи по переработке древесных отходов и дров были намечены ещё в перспективном плане 1959-1965гг в Князегубском, Кандалакшском, Умбском лесокомбинате и в Ковдоре на базе Гирвасской автодороги. Представлялось рациональное использование сырьевых ресурсов и повышение выхода деловой древесины за счёт всемерного сокращения выхода дров [7]

В 1978г. на Княжегубском лесокомбинате произведен монтаж полуавтоматической линии ОКА – 502 для сращивания кусковых отходов для изготовления деталей дверных блоков. [8] А в 1980г. из отходов древесины производили 6 наименований изделий: подмости для строительных лесов, штакетник, щиты для изготовления железобетонных конструкций, доски для настила пола, заготовки для дверных коробок и других столярных изделий, лаги под настил полов. Сырьё для этой продукции раньше сжигали. [9] А в восьмидесятых годах запустили две линии по производству изделий из склеиваемых обрезков. Одна линия производила армированные рейки для панелей, другая предназначалась для склеивания из отходов досок для полов, для оконных и дверных коробок. Использовали линию для поперечного склеивания древесных отходов. [10] На Кировской мебельной фабрике в 1986г. расширили базу по выпуску из отходов деревообработки декоративных полок, несложных в изготовлении, но прочных и надёжных в применении. Отходы раньше сжигались или вывозились на свалку.[11] В Ковдоре в 1989г из местного сырья начали выпускать фтололитовые плиты, состоящие из вермикулита с добавлением недорогих связующих материалов из отходов деревообработки. До этого отходы производства отправлялись в Финляндию. [12] На Ковдорском комбинате в 1990г. стали снова выпускать древесно - стружечные и древесно-минеральные плиты – огнестойкие из отходов. Опилки, стружка – ранее шли в отвал. [13]

На Княжегубском деревообрабатывающем заводе в 1990г. принят в эксплуатацию цех по изготовлению прессованных плит: древесно-стружечных и древесно-минеральных плит, обладающих высокими огнестойкими качествами. При изготовлении древесно-минеральных плит используется вермикулит – поставки Ковдорского горно-обогатительного комбината. Такие плиты при производстве промышленных зданий заменяют, в частности, металлический профилированный настил, применяют для изготовления внутренних перегородок, полов, экранов. Один метр кубический древесно-минеральной плиты заменяет две тонны металла. Параллельно шла наладка опытной линии по изготовлению экструзионного бруса, заменяющего кирпич при строительстве дач, гаражей, вспомогательных объектов промышленного значения. Основным компонентом сырья также служат отходы – опилки. [14]

Отходы лесной и деревообрабатывающей промышленности в Мурманской области и после 2010 года используются в незначительных объёмах. Из 58 тысяч метров кубических заготовленной древесины 40% ушло в отходы ( щепы, кора, кусковые отходы , опилки). После строительства биокотельной в Верхнетуломске залежи отходов местных предприятий деревопереработки уменьшилось более чем на 10 тысяч тонн щепы, опилок [17]



Рассматриваются две схемы получения профилированной лесопroduкции из отходов лесозаготовок бруса и торцевой шашки. Технологический процесс промышленного изготовления торцевой шашки производят из низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок. Профилированная стабилизированная древесина выходит с более высокими механическими свойствами чем натуральная на 30-35% [15]

98% объёмов лигниновых отходов деревообрабатывающей промышленности из-за отсутствия современных способов переработки идет в отвалы [1]. Щелочные лигнины и лигносульфонаты как отходы деревообрабатывающей промышленности могут широко использоваться при производстве строительных материалов и удобрений [2]. Лигносульфонаты (технический ЛСТ), При применении добавки ЛСТ водопотребность цементного раствора уменьшается на 20 %, прочность бетона возрастает в 1.5 раза [3].

Перспективным видом переработки древесных отходов является пиролиз. Изменяя размер частиц, скорость нагревания и давление, можно из одного и того же сырья при одной и той же конечной температуре получить различные выходы и составы продуктов пиролиза. [16]

С позиции современных представлений о механизмах окислительной и гидролитической деструкции природных полимеров разрабатываются теоретические предпосылки получения различных строительных материалов с заданными свойствами на основе промышленных органических отходов механической обработки и химической переработки древесины. Разрабатывают на основе отходов сульфит-целлюлозных предприятий –лигносульфонатов, способы получения эффективных клеев и вяжущих для древесных плитных материалов.

Работают над оптимальным составом и технологическим режимом производства древесных плитных материалов с применением модифицированных лигносульфонатов.

Изучая условия биохимической окислительно-гидравлической деструкции древесных отходов дереворазрушающими грибами, получают на их основе экологически безопасные плитные материалы с улучшенными физико-механическими свойствами, выявляют основные направления и закономерности получения эффективных модификаторов цементосодержащих систем из лигносульфонатных отходов производства целлюлозы.

Разрабатываются и исследуются свойства пенобетонов на местном сырье с применением синтезированного пенообразователя.

Разработанные способы получения древесных пластиков без вяжущих, таких как лигноуглеводные и пьезотермопластики, не получили промышленное внедрение из-за энергоёмкости и сложности предлагаемых технологий и низкой водостойкости получаемых материалов.

Получены малоэнергоёмкие и ресурсосберегающие клеи, вяжущие и древесные композиционные материалы на их основе с использованием отходов сульфитного производства целлюлозы – лигносульфонатов и отходов механической переработки древесины, способные заменить экологически опасные синтетические вяжущие и плитные материалы на их основе, используемые в отдельных областях строительства.

Произведена разработка экологически безопасных древесных плитных материалов с использованием биохимических процессов предварительной активации отходов механической переработки древесины

Из мицелиальных отходов производства антибиотиков получен экологически безопасный и эффективный пенообразователь, разработаны безавтоклавные пенобетоны на его основе. Разработаны сухие строительные смеси с использованием полученного белкового пенообразователя для производства ячеистых бетонов с улучшенными физико-механическими свойствами.

Переработка мицелиальных отходов микробиологической промышленности в эффективные материалы для строительного производства, наиболее предпочтительна путем гидролитической деструкции. Основная ценность этих отходов определяется содержанием в них белковых веществ

Лигниновую часть древесины, а также лигниновые отходы, биологически необходимо активировать в основном окислительной деструкцией кислородом или пероксидом водорода через посредство различных ферментов, называемых оксидазами.

В результате биологически катализируемых процессов гидролиза и окисления возможна активация отходов древесины и продуктов её переработки. При этом процесс биодеструкции древесины с образованием активных в химическом отношении функциональных групп, должен происходить только на поверхности древесных частиц, с разрушением надмолекулярных (и частично- межмолекулярных) структур лигнина и гемицеллюлоз, без разрушения «арматурной» составляющей древесины – целлюлозы, а также связей целлюлоза – гемицеллюлоза. Что касается продуктов химической переработки древесины, лигниновых отходов, то и здесь необходима частичная биодеструкция фрагментов полимера лигнина. Выполнение вышеуказанных условий позволит из биоактивированных древесных частиц получить древесные пластики без применения вяжущих, а из биоактивных лигнинов, в частности лигносульфонатов – клея или вяжущее. Проводится разработка клеев и вяжущих на основе лигносульфонатных отходов производства целлюлозы с применением химических и биохимических процессов окисления. [18]

Разработаны технологии получения строительных материалов из коры и одубины — отхода производства дубильных экстрактов. Дубильные экстракты используются в кожевенной промышленности, для

обработки и облагораживания натуральной кожи. Исследования подтвердили возможность организации производства арболита на одубине фракции 2,5—10 мм. Полученный на этих отходах арболит имеет среднюю плотность около 650 кг/м<sup>3</sup> и прочность 1,5—2 МПа. . [20]

Древесные отходы без предварительной переработки (опилки, стружка) или после измельчения (щепа, дробленка, древесная шерсть) могут служить заполнителями в строительных материалах на основе минеральных вяжущих. Эти материалы характеризуются невысокой средней плотностью и низкой теплопроводностью, хорошей обрабатываемостью. Пропиткой древесных заполнителей минерализаторами и последующим смешиванием их с минеральными вяжущими обеспечивается биостойкость и трудносгораемость материалов на их основе. Недостатками материалов на древесных заполнителях являются высокое водопоглощение и сравнительно низкая водостойкость.

По назначению эти материалы делятся на теплоизоляционные, конструктивно-теплоизоляционные и конструкционные. В композиции с древесными заполнителями могут применяться все виды минеральных вяжущих, основным среди которых является портландцемент.

Главными представителями группы материалов на древесных заполнителях и минеральных вяжущих являются арболит, фибролит и опилкобетоны. Арболит — это легкий бетон на заполнителях растительного происхождения, предварительно обработанных раствором минерализатора, применяется в промышленном, гражданском и сельскохозяйственном строительстве в виде панелей и блоков для возведения стен и перегородок, плит перекрытий и покрытий зданий, теплоизоляционных и звукоизоляционных плит.

Фибролит в качестве заполнителя и одновременно армирующего компонента включает древесную шерсть, которая представляет собой стружку. Фибролит выпускают в виде плит. При средней плотности 400 кг/м<sup>3</sup> и более фибролитовые плиты, являясь теплоизоляционными материалами, одновременно могут использоваться и для возведения стен, перегородок и перекрытий, отличаются высокой звукопоглощаемостью, обрабатываемостью, гвоздимостью, сцеплением со штукатурным слоем и бетоном. Отрицательными свойствами фибролита являются значительная воздухопроницаемость, большое водопоглощение, низкая водостойкость, подверженность во влажном состоянии поражению грибком.

Цементно-стружечные плиты (ЦСП), изготавливаемые из специальных древесных стружек и портландцемента, прессуют при повышенном давлении. Их применяют в качестве наружной обшивки панелей жилых домов, для устройства полов, изготовления дверей, а также в качестве опалубки для бетона.

Опилкобетоны — это материалы на основе минеральных вяжущих и древесных опилок. К ним относятся ксилолит, ксилобетон и некоторые другие материалы, близкие по составу и технологии получения.

Разновидностью опилкобетонов является термопласт — сыпучий теплоизоляционный материал, получаемый смешиванием древесных опилок и глиносмоляной пасты.

Ксилолитом называется искусственный строительный материал, полученный в результате твердения смеси, состоящей из магнезиального вяжущего и древесных опилок и затворенной раствором хлорида или сульфата магния. Этот материал в основном применяется для устройства монолитных или сборных покрытий пола.

Разработана и освоена промышленная технология конструкционного бруса на основе магнезиального вяжущего, древесных отходов и бишофита — технического хлорида магния. Полученный в процессе прессования брус с поперечным сечением 150 x 250 мм торцовочным станком раскраивается на заготовки определенной длины, которые направляются на склад для выдержки и хранения.

Ксилобетоны — это разновидность легкого бетона, заполнителем которого служат опилки, а вяжущим — цемент или известь и гипс. Разновидностями ксилобетона являются ксилоизол, включающий наряду с портландцементом известковое тесто и 5%-ный раствор поваренной соли, термиз и термизол, содержащие еще и диатомит, трепел или золу ТЭС.

Опилкобетоны наряду с песком в своем составе могут содержать и щебень или гравий фракции 5—10 мм. Такие разновидности опилкобетонов называют деревобетонами. Деревобетон обладает высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами, хорошо обрабатывается режущими инструментами, отделяется красками, керамической плиткой и штукатурным раствором. Применяют его в виде монолита, используя метод скользящей опалубки.

Королит — материал, производимый на основе минеральных вяжущих и коры. Вяжущими служат строительный гипс или быстротвердеющие цементы.

Около 90% всех древесно-волоконистых плит, формуемых из волоконистой массы с последующей тепловой обработкой, изготавливают из древесины. Исходным сырьем служат неделовая древесина, а также отходы лесопильного и деревообрабатывающего производств. Легко поддаются механической обработке, им можно придавать текстуру древесины, кожи и т. п. Недостатками древесно-волоконистых плит являются повышенное водопоглощение и гигроскопичность.

Лигноуглеводные и пьезотермопластики изготавливаются из древесных опилок или другого растительного сырья высокотемпературной обработкой пресс-массы без ввода специальных связующих. Существенными недостатками производства лигноуглеводных пластиков

являются необходимость мощного прессового оборудования и длительность цикла прессования. Пьезотермопластики могут изготавливаться из опилок двумя способами: без предварительной обработки исходного сырья или его гидротермальной обработкой.

Вибролит применяют для настила черного пола, устройства перегородок, облицовки панелей стен в общественных зданиях, изготовлении встроенной мебели и щитовых дверей. [20]

Поставленные важные народохозяйственные задачи по уменьшению удельных расходов сырья и материалов, более глубокой и комплексной их переработки, расширению использования вторичных ресурсов и снижению массы строящихся зданий разрешаются сообразно развитию технического прогресса и материальной базы.

### Литература:

1. Козлов И.А., Гоготов А.Ф., Маковская Т.И. и др « Химия в интересах устойчивого развития» М.1997 – 605 с.
2. Макаров В.Н., Гуревич Б.И., Кременецкая И.П. и др. « Химия в интересах устойчивого развития». – М. 1999. 183 с.
3. Б.Г. Базаров, У Чинсух, С.Норжинбадам и др. «Суперпластификаторы на основе отходов угледобывающей и деревообрабатывающей промышленности при производстве строительных материалов». ВЕСТНИК БУРЯТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА 3/2013
4. М.Ф.Гильфанов, В.Н.Башкиров, Л.Н.Герке, А.Н.Грачёв «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ». УДК 674.815
5. Deboubi. A., El Amarti, A. Colacio, E. Production of fuel briquettes from esparto partially pyrolyzed//Energy Conversion and Management 2005-V. 46. – P/1877-1884.
6. Смольянинов С.И., Маслов С.Г. « Термобрикетиrowание торфа». Томск. Изд. ТГУ,1975 – 108 с.
7. К.К.Сараханов Г.Я.Шульман «Мурманский экономический административный район. Мурман. Книжн.Изд.1959г.
8. Г. Пол.пр 1978г31.12. Анатольев «Доходы из отходов»
9. Г. Пол.пр. 4.10.1980 « Стало изделием то, что вчера шло в отходы»
10. Г.Княж пол.пр.8.01.198 Б.Анатольев «Из отходов- деловая древесина»
11. Г.Пол.пр. 1986.19.12.Кондратьев В «Дефицит из отходов»
12. Г.Пол.пр». 7.04.1989г А.Брысов. « Плиты из местного сырья»
13. Г. «Полярная правда» Ю.Колосов «Осваивая новую продукцию» 11.05.1990г Пол.пр.

14. Г. «Мурманский строитель» 16.05.1990г. Колосов  
«Изготовление прессованных плит на Князегубском  
деревобработывающем комбинате.
15. А.Р. 1993 Ермилов В.В. «Разработка способа и обоснование  
параметров устройства для получения профилированной лесопроductии из  
низкокачественной древесины, отходов лесозаготовок и деревообработки  
методом формования» С.П. орд Ленина лесотехническая академия
16. Валиев И.А. Дис. «Термическая переработка отходов»
17. Вестник Кольского научного центра РАИ 1/2010
18. Бузулуков В.И. Реф.2007г. «Разработка эффективных  
материалов для строительства на основе отходов деревообрабатывающей,  
целлюлозно-бумажной и микробиологической промышленности»
19. Дрожжин Леонид Никитович 05 23.05 дис.  
«Теплоизоляционный материал из отходов деревообработки и полистирола  
для сельскохозяйственных производственных зданий»
20. Дворкин Леонид Иосифович Дворкин Олег Леонидович уч.  
пос.«СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ОТХОДОВ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ» Учебно-справочное пособие
21. Эдмонд Иванович Коротаяев Владимир Ильич Симонов уч.  
пос.«ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ  
ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ» раздел «МАТЕРИАЛЫ, ИЗГОТОВЛЯЕМЫЕ С  
ПРИМЕНЕНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ»

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК В ПРОГРАММЕ CAE-ТЕХНОЛОГИЙ ANSYS

Герасимова О.В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ПГС)

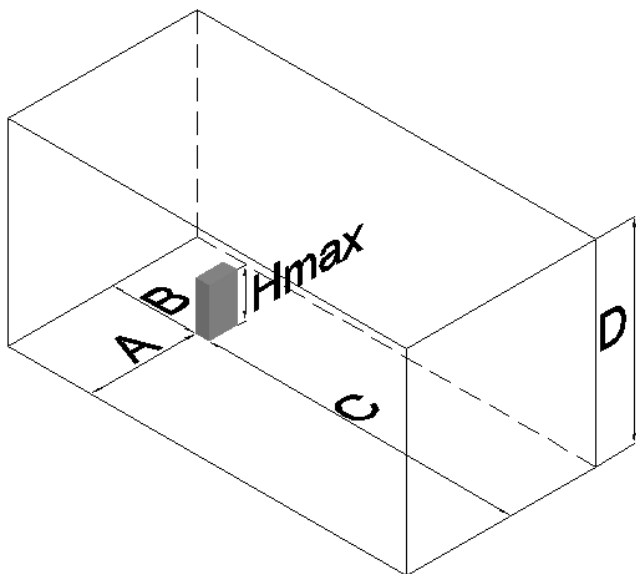
ANSYS interface providing access to import of geometries from ANSYS DesignModeler software or external CAD systems.

Для моделирования и определения воздействия ветровых нагрузок на наземные сооружения предназначен программный комплекс Ansys Fluent.

Особенности задач численного моделирования ветровых воздействий на конструкции [2,3]:

1. Исходная 3D модель геометрии расчетной области (конструкции и окружающая застройка) может быть выполнена в AutoCAD и сохранена в формате .sat

2. Высокие требования к размерам расчетной области:



Размеры расчетной области должны приниматься таким образом, чтобы её границы не оказывали влияния на расчеты.

$H_{max}$  –наибольший размер высоты сооружения

$$A \geq 5 H_{max};$$

$$B \geq 5 H_{max};$$

$$C \geq 15 H_{max};$$

$$D \geq 6 H_{max};$$

Рисунок 1

3. Высокие требования к качеству расчетной сетки;  
4. Большая размерность задач;  
5. Задание граничных условий, адекватно моделирующим натурные условия в соответствии с выбранным ветровым районом и типом местности;

6. Серия расчетов при выполнении моделирования ветровых воздействий стационарных и нестационарных, учитывающих изменение ветра и другие факторы.

Задание граничных условий INLET (velocity inlet):

- изменение скорости ветра по высоте по степенному закону, в соответствии со СНиП 2.01.07 – 85\* «Нагрузки и воздействия» [1]

$U(z) = U_0(z/z_0)^\alpha$  , где  $U_0$  – средняя скорость ветрового потока на высоте  $z_0$ ;

$\alpha$  - определяется типом местности.

- изменение интенсивности турбулентности  $I$  по высоте:

$$I = u(f)/U$$

Литература

СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия. Ветровые нагрузки

Данные с сайта [www.ansys.com](http://www.ansys.com)

Данные с сайта [www.emt.ru](http://www.emt.ru)



## АРМОКИРПИЧНЫЕ СТЕНОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИ СОВМЕСТНОМ ДЕЙСТВИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СИЛ

**Туманов А. В.** (*г. Пенза, ПГУАС, кафедра строительные конструкции*)

Numerical experiment was carried out with the purpose of increase in the information on character tensely - deformed conditions of brick walls. The size of deformations was not considered at the analysis of the received results.

It speaks the big divergence of results of numerical and physical experiment. Thus, work on revealing character of distribution normal and tangents of pressure on a surface of brick walls was carried out at change of researched factors.

Численный эксперимент проводился с целью увеличения информации по характеру напряженно-деформированного состояния стен. Величина деформаций (напряжений) не принималась во внимание при анализе полученных результатов. Объясняется это большим расхождением результатов численного и физического эксперимента. Таким образом, проводилась работа по выявлению характера распределения нормальных и касательных напряжений по поверхности армокирпичных стен при изменении исследуемых факторов. Для выполнения поставленной задачи была разработана программа расчета моделей кирпичных и армокирпичных стен, показанная на рис. 1. Исследуемые факторы, включенные в программу, в полной мере соответствуют факторам, изучаемым на основе физического эксперимента, изменения величины вертикальной нагрузки следующий:  $N = 0; 0,25; 0,5; 1N_u$ . Схема армирования менялась так: образцы кирпичных стен не армировались, для образцов армированных стен шаг сеток изменялась от 60 до 120 мм (через два и четыре ряда). В таком же порядке располагались сетки в образцах кирпичных стен, армированных пространственным каркасом (см. рис. 1).

Изучение напряженно-деформированного состояния армированных стен из кирпичной кладки проводилось методом конечных элементов по ППП АП ЖБК – программе «Лира». При разработке расчетных схем ставилась задача получить напряженно-деформированное состояние для каждого вида материала, то есть кирпича, раствора и арматуры.

Построены два типа расчетных схем конечных элементов, имитирующих исследуемые стены. Размеры и схемы конечных элементов принимались одинаковыми. Размер конечных элементов, имитирующих кирпич, составляет 60x60 мм; размер конечных элементов, имитирующих раствор, – 15x15 мм.

В связи с тем, что исследуемая арматура располагается в швах кирпичной кладки, то есть в растворе, размеры конечных элементов,

имитирующих наличие арматуры, принимались аналогичными размерам элементов имитирующих наличие раствора, то есть 15x15 мм.

Таким образом, отличительной особенностью двух типов схем является то, что схемы второго типа имитируют армокладку; при этом вводятся два вида модуля деформаций: модуль деформации кладки и модуль деформации арматуры. В схемах первого типа присутствуют также два вида модулей деформаций – кирпича и раствора.

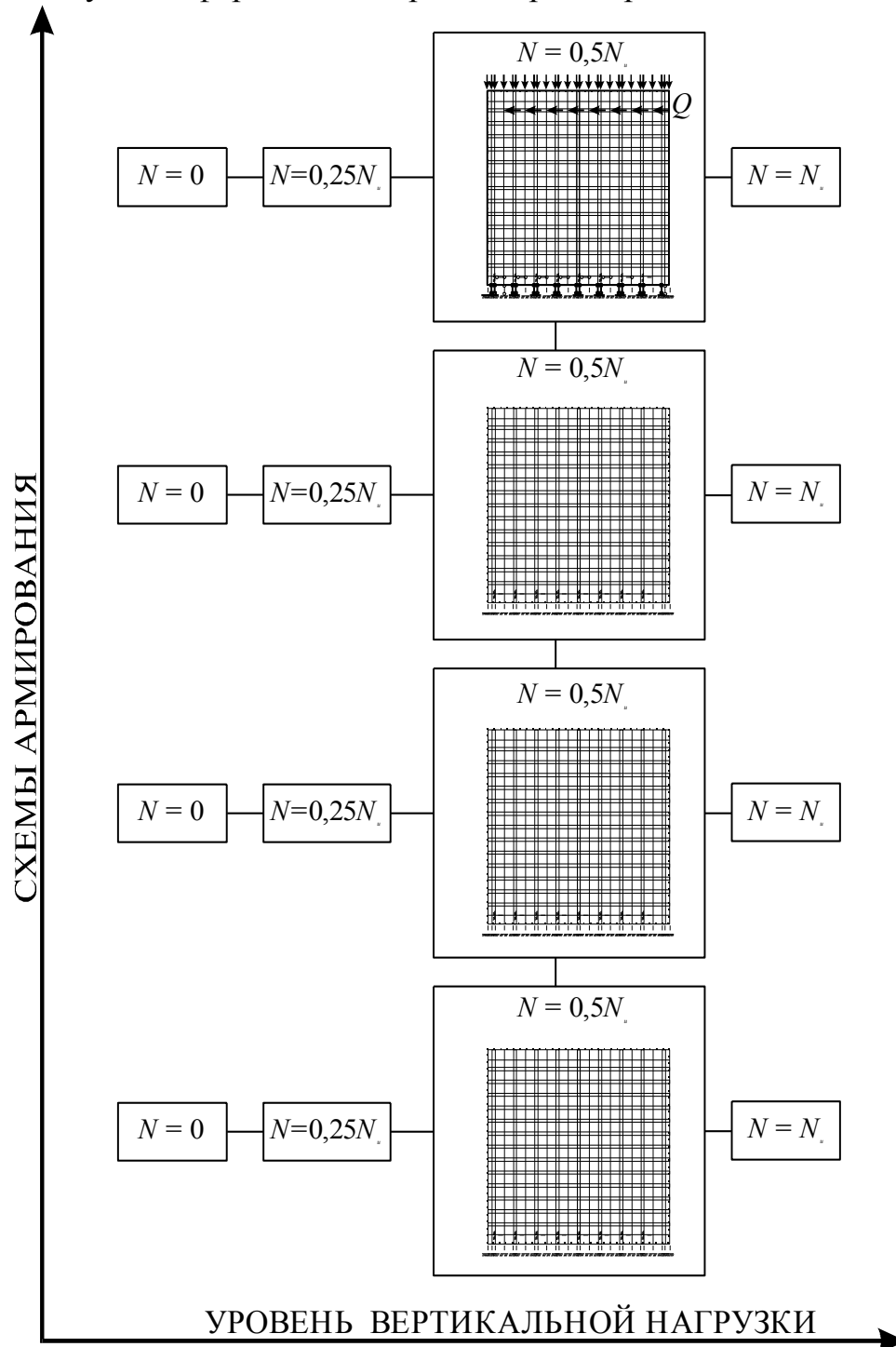


Рис. 1. Схема программы исследований моделей кирпичных и армокирпичных стен численным методом

Расчетные схемы конечных элементов, описанные выше, показаны на рис. 2 и 3.

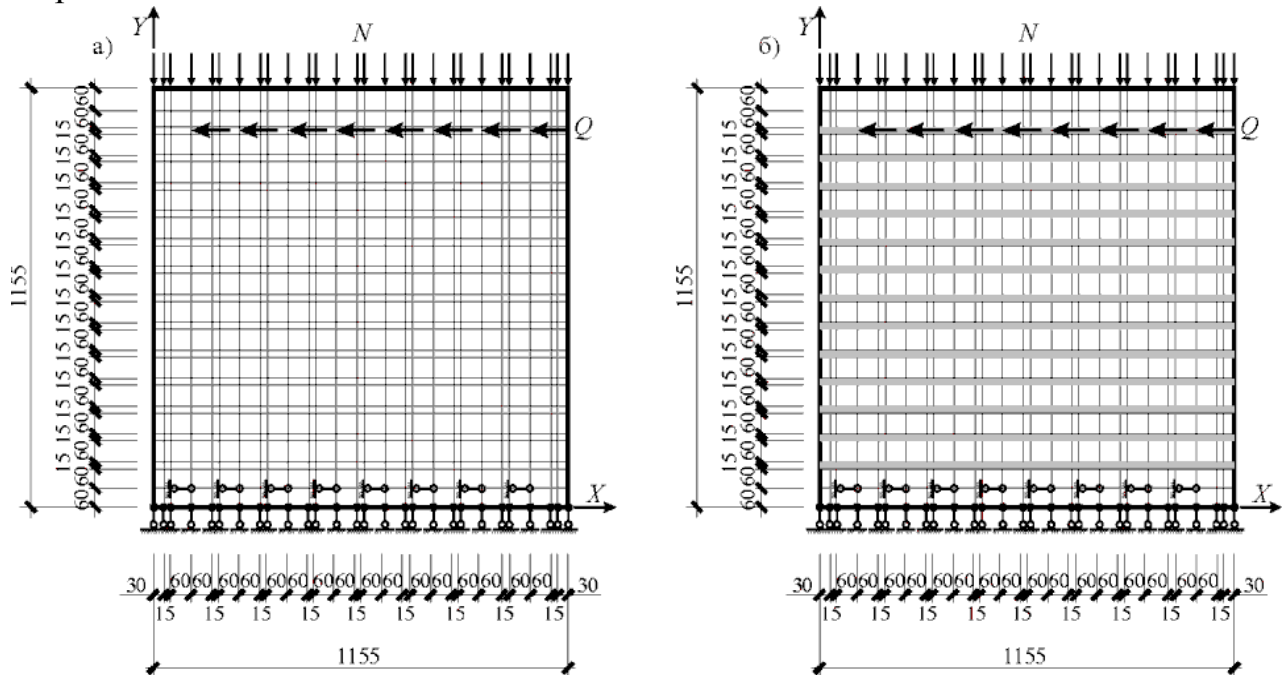


Рис. 2. Расчетные схемы кирпичных и армокирпичных стен:  
а – серии СК-1; б – серии СКА-2

Схемы нагружения принимались в полном соответствии с физическим экспериментом – это означает, что вертикальное и горизонтальное усилие прикладывалось равномерно по длине стен в узлах пересечения стержней – сетки конечных элементов.

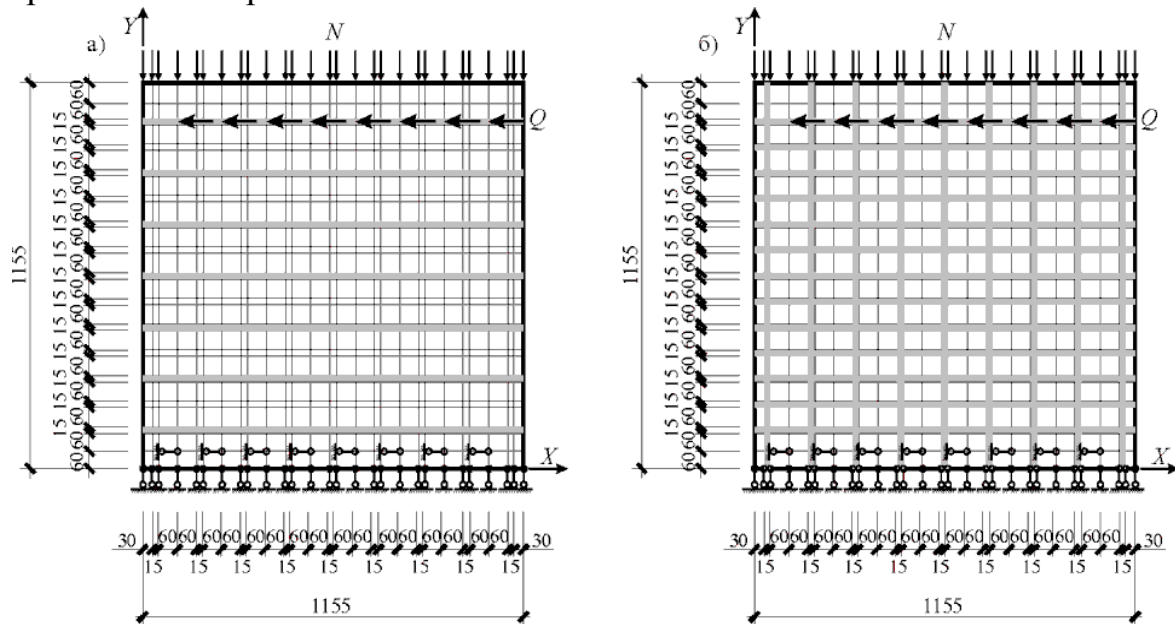


Рис. 3. Расчетные схемы армокирпичных стен:  
а – серии СКА-3; б – серии СКА-4

# **Техническая эксплуатация флота**

**ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ МКУБ НА СУДА ФРП**

Маринин А. А., С. Баева Л. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТКМ и СР)

TRIM is a highly configurable and easily deployable commercial off the shelf solution that is proven in regulated industry organizations and can meet the needs of any enterprise. The product is easy to implement, supports automated policy application and. TRIM helps organizations meet the goals of improved staff productivity and efficiency while reducing operational, financial and legal risk.

Рассматривая современное состояние ФРП, необходимо отметить сохранение негативных тенденций, сложившихся в последние годы. Пополнение флота не обеспечивает его необходимого обновления. Рыбопромысловый флот отличается, с одной стороны, большой численностью специализированных судов, с другой - их неблагоприятным возрастным составом и низким техническим уровнем многих типов судов. В настоящее время доля судов, отработавших свой срок, составляет около 50 процентов. Существует серьезная проблема безопасности человеческих жизней на море, а также огромного ущерба окружающей среде и значительных финансовых убытков судовладельцев.[1]

Таблица 1 - Периоды эксплуатации судов ФРП.

	Суда в эксплуатации свыше 10 лет, %	Суда в эксплуатации свыше 15 лет, %
Добывающие суда	68	50
Обрабатывающие суда	85	82

Результаты внедрения и применения Международного кодекса по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращению загрязнения (МКУБ) в судоходных компаниях на текущий момент имеют разные подходы. Сейчас судоходная компания в соответствии с требованиями МКУБ подлежит ежегодным проверкам со стороны экспертов по МКУБ и должна представлять доказательства наличия у нее необходимых ресурсов для управления системой внутреннего управления безопасностью (СВУБ).

На любом этапе эксплуатационно-ремонтного периода - жизненного цикла судна причиной аварии, аварийного происшествия или просто опасной ситуации может явиться человеческий фактор. Негативное влияние человеческого фактора пытаются минимизировать все организации морской индустрии. Лидирующую позицию в этом занимает ИМО, которая посредством принятия IX главы СОЛАС - 74 сделала обязательным внедрение МКУБ в деятельность всех судоходных компаний.

Основное назначение МКУБ — переход от обеспечения безопасности мореплавания судов и охраны окружающей среды к

управлению безопасностью посредством выполнения обязательных норм и правил, создания на их основе своих собственных нормативных документов, с внедрением их на судах и с постоянным использованием обратной связи. [2]

Очевидно, что главные достоинства этого документа в следующем:

во-первых, появился международный инструмент, регулирующий управление безопасностью на уровне судоходной компании;

во-вторых, он мотивирует судовладельцев вкладывать средства в обеспечение безопасности судна;

в-третьих, элементы МКУБ устанавливают только нижнюю точку отсчета, от которой должно начинаться улучшение системы управления безопасностью компании;

в-четвертых, МКУБ определяет культуру безопасности.

Российский морской регистр судоходства (РМРС), накопив значительный опыт в вопросах применения МКУБ на практике, выполнил работу по оценке эффективности внедрения МКУБ за десятилетие с 1995 по 2005 г., которая велась в двух направлениях: анкетирование и разработка методологии оценки эффективности внедрения МКУБ в судоходной компании.[3]

Для повышения эффективности внедрения и применения МКУБ, судоходным компаниям следует в процессе анкетирования членов экипажей, сотрудников компании:

- уменьшить количество документов, относящихся к СУБ;
- исключить из обязательного перечня наличие обширной библиотеки на судне;
- сократить объем отчетности до минимума и разрешить хранить отчетные документы в электронном виде;
- регулярно проводить обучающие семинары по вопросам безопасности с участием судовладельцев, технических менеджеров, администраций флага, портовых властей и классификационных обществ;
- стандартизировать документы по СУБ и соответствующие формы отчетных документов для быстрой адаптации моряков при переходе в другую судоходную компанию;
- оптимизировать и удешевить подготовку судового и берегового персонала по вопросам МКУБ, ОСПС, ПДНВ;
- увеличить сроки предъявления компаний к периодическому освидетельствованию по МКУБ с 1 года до 2,5 лет.

Как видно из выше, приведённых предложений, практически все поставленные вопросы компании могут решить своими силами.[4]

На самом деле работа на судах ФРП требует от моряков большой стойкости и терпения. Высокие нагрузки, связанные с несением «подвахт» приводят к некачественному обеспечению безопасности мореплавания

судов и охраны окружающей среды, неполному и несвоевременному заполнению документов и ведению документации, а их большое количество и отсутствие современных подходов к их ведению усугубляют этот процесс.

В нынешнее время имеется возможность использования компьютерных технологий, различных способов обмена информации, что позволяет не только облегчить ведение документации и выполнение тех или иных процедур, но и организовать централизованный контроль над их выполнением, тем самым повысив безопасность мореплавания.

Одним из способов облегчения внедрения МКУБ на суда ФРП является пакет компьютерных программ TRIM, который предназначен для автоматизации управленческих процессов в судоходной компании в области организации производства, безопасностью и технического обслуживания оборудования. Система TRIM является клиент-серверным приложением и предназначена для работы в компьютерной сети, связывающей рабочие станции, установленные на различных судах с единым центром у судовладельца.

Компьютеризированная система качества является клиент-серверным сетевым приложениями, предназначенным для работы в глобальных вычислительных сетях и может быть установлена в условиях распределенной компьютерной сети. Это позволяет внедрить и поддерживать централизованную систему ISO в фирмах с множеством судов.

В рамках сети TRIM вся система подразделяется на узлы. Узлами называются отдельные рабочие станции, или группы рабочих станций, которые объединены в локальную сеть и работают с одной копией базы данных.

Сеть TRIM поддерживает архитектуру типа "звезда". При такой архитектуре один из узлов должен быть центральным (сервер), остальные - подчиненными (филиалы). Как правило, сервер устанавливается в центральном офисе судоходной компании, а филиалы – на судах. Передача данных осуществляется между станциями только через центральный узел судоходной компании. Прямая передача данных с судна на судно невозможна. (Рис.1)

При таком устройстве сети основная база данных расположена на центральном узле судоходной компании. В ней хранятся все данные, относящиеся к центральному узлу и ко всем подчиненным узлам. Эти данные могут использоваться для общего контроля и статистики работы распределенной системы. На каждом судне хранится локальная копия базы данных. В этой копии содержатся только те данные, которые относятся к работе данного судна.

Репликация данных с каждого судна на центральный сервер и обратно производится периодически, по заранее установленному расписанию.

После выполнения любой работы лица командного состава судна должны оформить отчёт. Работа может считаться выполненной только тогда, когда соблюдены все формальности, связанные с отчётом. Отчёты по работам позволяют восстановить историю проведённых ТО и Р, точные сроки проведения работ, статистику несоответствий, привлеченный персонал.

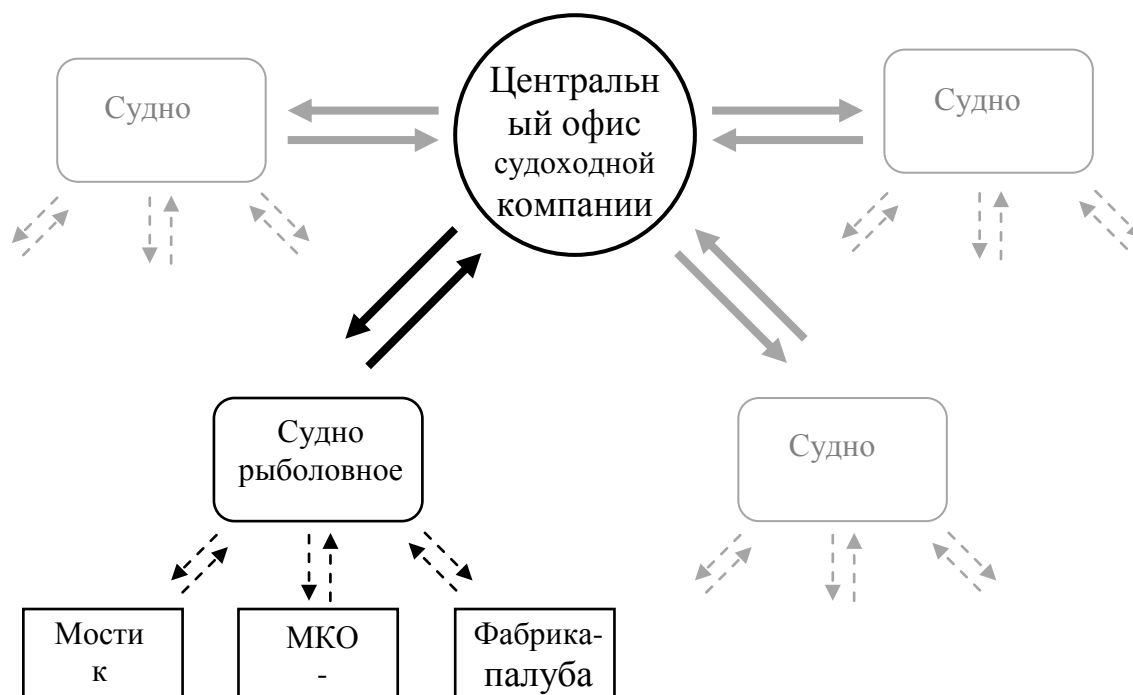


Рисунок 1 - Сеть TRIM, архитектура типа "Звезда"

Отчеты по работам хранятся в базе данных системы. Как правило, отчет состоит из двух частей. Первая часть отчета содержит формализованную информацию о проделанной работе, которая не зависит от типа работы. Сюда входят данные: о сроках проведения работы, ответственных лицах, исполнителях, задействованных ресурсах и пр. Информация, специфическая для каждой конкретной работы, содержится в текстовой части отчета.

Отчеты в свободной форме могут использоваться для внеплановых, аварийных или одноразовых работ (докладов о несоответствии), то есть в случаях, когда предварительная подготовка шаблонов невозможна или нецелесообразна.

В таком случае в качестве текстовой части отчета можно подключить любой документ в формате «Microsoft Word», «RTF» базу данных dBase, или просто текст, составленный во встроенном текстовом редакторе.

Все отчеты о выполненных работах, которые производятся на подчиненных узлах судов, пересылаются на центральный узел при



репликации базы данных. После проведения репликации все данные о выполненных работах на всех узлах, а также присоединенные текстовые материалы заносятся в базу данных центрального узла. Таким образом, на центральном узле может быть получена любая статистическая информация о ходе работ в системе. [5]

В настоящее «тяжелое экономическое положение» судоходные компании отказываются модернизировать суда и снабжать их современным оборудованием, что приводит к снижению безопасности человеческих жизней, а также возможности огромного ущерба окружающей среде и значительных финансовых убытков.

#### **Литература:**

1. 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.
2. Норт, Р. Администрации и судоходные компании: опыт внедрения МКУБ / Р. Норт // Морской флот. – 2007. – № 1. – С. 33–35.
3. Решетов, Н. МКУБ: уроки и будущее / Н. Решетов // Морской флот. – 2006. – № 6. – С. 52-54.
4. ПДНВ : Руководство для моряков. С учетом новых Манильских поправок 2010 года [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://maritimeuniontelegraph.narod2.ru/2012/ITF\\_STCW\\_Guide\\_2012\\_Russ\\_D.pdf](http://maritimeuniontelegraph.narod2.ru/2012/ITF_STCW_Guide_2012_Russ_D.pdf). – Загл. с экрана.
5. TRIM 3.3. Система управления качеством : руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://www.trans-service.org/docs/mkub\\_rus.pdf](http://www.trans-service.org/docs/mkub_rus.pdf). – Загл. с экрана.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ ШВОВ КОРПУСА СУДНА

**Ващенко И. П.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТМиС*)

Аннотация. Приведены исследования по определению прочностных характеристик сварного шва корпусной стали. Установлено влияние реактива для травления на твёрдость исследуемых образцов. Показано изменение механических свойств корпусной стали в зависимости от распределения максимальных температур при сварке.

Исследовали качество сварного шва корпуса РДОС «Мумринский» типа Моряна, проект 12911:

место постройки – ССЗ «Балтия», г. Клайпеда;

год постройки – 1989.

Качество сварного шва определяется свойствами металла в зоне шва, зависящие от условий плавления, металлургической чистоты основного и присадочного металлов и кристаллизации металла шва при охлаждении.

Свойства сварного соединения в целом определяются характером теплового воздействия на металл в зоне термического влияния.

Во время плавления основной металл и металл электродной проволоки сильно перегреваются, иногда до температур, близких к температуре кипения. Это приводит к испарению металла и изменению его химического состава.

Наличие газовой атмосферы вокруг плавящегося металла приводит в ряде случаев к окислению, взаимодействию металла с азотом и растворению в металле газов. Все это изменяет химический состав наплавленного металла, создает в нем окислы и другие неметаллические включения, поры и трещины. Чем чище наплавленный металл, тем выше механические свойства сварного шва.

Качество сварного соединения в большой степени зависит от зоны термического влияния при всех видах сварки.

Для исследования качества сварного шва из корпуса сейнера вырезали участки металла из которых изготавливали образцы длиной 85 мм и шириной с одной стороны 11,5 мм, а с другой – 9,0 мм с целью измерения твёрдости по длине образцов в поперечном сечении. Твёрдость измеряли через каждые 4 мм методом Роквелла на приборе Н30Т в соответствии с ГОСТ 9013-59.

Результаты измерения:

- основной металл до травления от края тонкой стороны образца до центра: HRB – 74 – 67 – 69 – 71 – 65 – 72 (HRB<sub>cp</sub>69,7)
- по центру HRB – 71 – 73 – 71 (HRB<sub>cp</sub>71,7)
- наплавленный металл HRB – 72.
- основной металл до травления от края толстой стороны образца до центра:

- HRB – 71 – 71 – 73 – 75 – 75 – 75 – 74 (HRB<sub>cp</sub>73,4)
- основной металл после травления от края тонкой стороны образца до центра: HRB – 71 - 66 – 64 – 63 – 52 – 41 – 33 (HRB<sub>cp</sub>55,7)
- зона сплавления, верх HRB – 65.
- зона сплавления, низ HRB – 71.
- наплавленный металл HRB – 64.
- основной металл после травления от края толстой стороны образца до центра: HRB – 73 – 71 – 73 – 70 - 68 (HRB<sub>cp</sub>71,0)

Измеренные значения твёрдости показывают, что твёрдость образца изменяется в широких пределах в зависимости от теплового влияния при сварке, так как в зоне сварного шва металл расплавляется, а непосредственно прилегающие к шву участки нагреваются до высоких температур, вследствие чего в зоне термического влияния происходят структурные превращения.

Размеры этой зоны и отдельных её участков зависят от характера распределения максимальных температур, до которых нагревались эти участки. В центральной части образца, твердость наплавленного металла изменяется от 64 HRB (115 HB) до 72 HRB (130HB), временное сопротивление на разрыв – от 390 МПа до 440 МПа.

В малоуглеродистой стали наплавленный металл имеет столбчатое (дендритное) крупнозернистое строение, характерное для литой стали (Рис. 1, участок 1).

При большом перегреве наплавленного металла на соседнем с ним участке, при охлаждении, зерна основного металла образуют грубоигольчатую, так называемую, видманштеттовую структуру (Рис.1, участок 2).

Твердость на этом участке (зона сплавления) 65 HRB (117 HB) ,  $\sigma_B = 400$  МПа (верхний слой сварного шва) и 71 HRB (127 HB),  $\sigma_B = 430$  МПа. Металл этого участка обладает наибольшей хрупкостью и является самым слабым местом сварного соединения.

На участке основного металла до травления с тонкой стороны твёрдостью HRB – 74 – 67 – 69 – 71 – 65 – 72 (HRB<sub>cp</sub>69,6) температура металла не превышает 1100°C, что соответствует нормализованной стали с мелкозернистой структурой (Рис 1, участок 3). Металл на этом участке имеет более высокие механические свойства по сравнению с металлом первых двух участков 67- 69 HRB(120 – 123HB),  $\sigma_B = 410 – 415$  МПа.

На участке основного металла до травления с толстой стороны твёрдостью HRB – 71 – 71 – 73 – 75 – 75 – 75 – 74 (HRB<sub>cp</sub>73,4) в аналогичных точках температура металла не превышает 1100°C, что соответствует нормализованной стали с мелкозернистой структурой (Рис 1, участок 3).

Металл на этом участке имеет более высокие механические свойства по сравнению с металлом первых двух участков 71 - 73 HRB(125 – 132HB),  $\sigma_b = 420 - 430$  МПа.

На участке основного металла после травления с тонкой стороны твёрдостью HRB – 71 - 66 – 64 – 63 – 52 – 41 – 33 (HRB<sub>ср</sub> 55,7) температура металла не превышает 1100°C, что соответствует нормализованной стали с мелкозернистой структурой (Рис 1, участок 3).

Металл на этом участке имеет более высокие механические свойства по сравнению с металлом первых двух участков 66 -71 HRB(120 - 127HB),  $\sigma_b = 410 - 435$  МПа.

На участке основного металла после травления с толстой стороны твёрдостью HRB – 73 – 71 – 73 – 70 - 68 (HRB<sub>ср</sub> 71) температура металла не превышает 1100°C, что соответствует нормализованной стали с мелкозернистой структурой (Рис 1, участок 3).

Металл на этом участке имеет более высокие механические свойства по сравнению с металлом первых двух участков 71 - 73 HRB (127 - 133HB),  $\sigma_b = 430 - 450$  МПа.

Механические свойства с твёрдостью 70 – 71 HRB(125 – 127 HB ) и временным сопротивлением на разрыв  $\sigma_b = 420 - 430$  МПа соответствуют участку частичной перекристаллизации (неполной перекристаллизации), где температура нагрева металла между критическими точками  $A_{c1}$  и  $A_{c3}$  способствует образованию ферритно-перлитной структуры (Рис 1, участок 4). Металл этого участка также обладает высокими механическими свойствами.

Участок рекристаллизации металла зоны термического влияния характерен некоторым разупрочнением и снижением механических свойств 64 - 66 HRB (115 -118 HB),  $\sigma_b = 390 - 400$  МПа по сравнению с исходным состоянием. Этот участок включает нагрев металла от 500°C до температур несколько ниже  $A_{c1}$ , структура и свойства металла могут быть различными (Рис 1, участок 5).

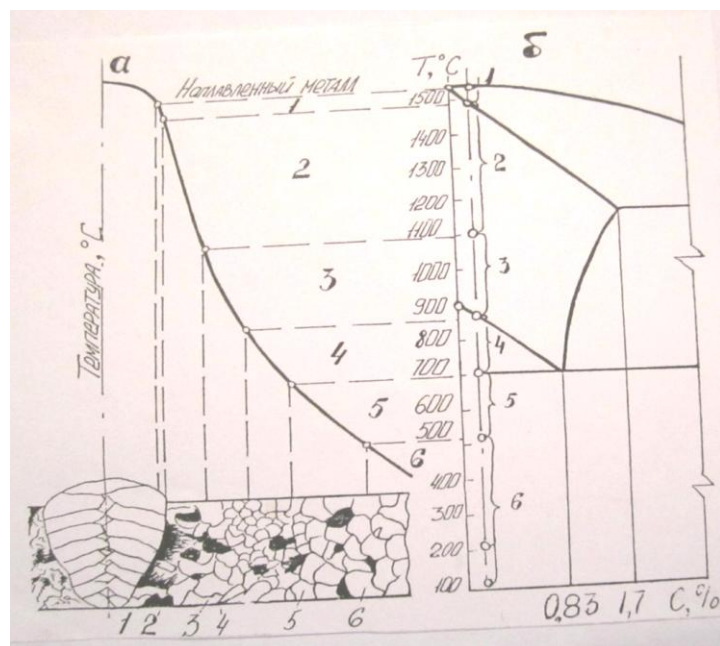


Рис.1. Схемы распределения максимальных температур при сварке (а) и диаграммы состояния железо-углерод (б); участки: 1- неполного расплавления; 2- перегрева; 3- нормализации; 4- неполной перекристаллизации; 5- рекристаллизации; 6- синеломкости

На крайних участках образца (основной металл), до травления и после травления, в зависимости от его толщины свойства металла изменяется в пределах 71 – 74 HRB (127 – 137 НВ),  $\sigma_B = 430\text{--}475$  МПа. На этом участке сталь не претерпевает видимых структурных изменений (Рис 1, участок 6), но происходит резкое снижение ударной вязкости (явление синеломкости).

Структурные изменения основного металла в зоне термического влияния незначительно отражаются на механических свойствах малоуглеродистой стали при сварке ее любыми способами. Однако при сварке некоторых конструкционных сталей в зоне термического влияния возможно образование закалочных структур, которые резко снижают пластические свойства сварных соединений и часто являются причиной образования трещин.

Размеры зоны термического влияния зависят от способа и технологии сварки и рода свариваемого металла. Например, при ручной дуговой сварке стали электродами с тонким покрытием и при автоматической сварке стали под слоем флюса размеры зоны термического влияния одинаковы и равны 2-2,5 мм, а при сварке электродами с толстым покрытием, эта зона равна 4-10 мм, при газовой же сварке – 20-25 мм.

### Литература

1. Каракозов Э.С.. Справочник молодого электросварщика, М.: Машиностроение. 1992
2. Справочник сварщика /Под ред. В.В.Степанова – М.: Машиностроение, 1982.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛОВ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ

Гайнуллин Т. Т., Бурков Р.А., Баева Л. С. (*г. Мурманск, МГТУ, Кафедра ТМиС*)

Shape memory alloys (SMAs) are metals that "remember" their original shapes. SMAs are useful for such things as actuators which are materials that change shape, stiffness, position, natural frequency, and other mechanical characteristics in response to temperature or electromagnetic fields. The potential uses for SMAs especially as actuators have broadened the spectrum of many scientific fields. The study of the history and development of SMAs can provide an insight into a material involved in cutting-edge technology. The diverse applications for these metals have made them increasingly important and visible to the world.[4, стр.1]

Эффект памяти формы в металлах является одним из самых значительных достижений материаловедения и в настоящее время интенсивно исследуется и в ряде случаев успешно применяется на практике. Сам эффект(далее-"ЭПФ") заключается в возврате к первоначальной форме при нагреве, которое наблюдается у некоторых сплавов после предварительной деформации. К таким сплавам относятся: никелид титана Ti-Ni(получил наибольшее распространение, зарубежом чаще применяется название "нитинол"), Au-Cd(один из "пионеров" данной области, получен в 1951 г. в Иллинойском университете), Cu-Zn-Al, Cu-Al-Ni, Fe-Mn-Si и т.д.

Исследованиями последних десятилетий установлено, что существует обширный класс материалов(сплавы на основе никелида титана, латуни и бронзы сложного состава и др.), у которых элементарный акт пластичности осуществляется за счет обратимого мартенситного превращения, упругого двойникования и ряда других процессов, коренным образом изменяющих закономерности неупругого деформирования. У этих сплавов, в частности, может наблюдаться полная или частичная обратимость неупругой деформации, называемая ЭПФ.

С практической точки зрения ЭПФ интересен тем, что открывает широкие перспективы применения в технике, позволяя создавать элементы и устройства с принципиально новыми функциональными свойствами. Также следует отметить существование такого эффекта как "обратимая память формы"(у таких сплавов в процессе термоциклирования в ненагруженном состоянии через интервалы прямого и обратного мартенситных превращений при охлаждении деформация накапливается, а при нагреве восстанавливается). Данный эффект резко расширяет возможности применения таких сплавов в приборах и конструкциях многократного циклического действия.

Существует широкий спектр применения сплавов с ЭПФ, приведём лишь некоторые из них:

- Фильтр тромбов, разработанный М.Симоном и описанный в "Радиологии", выпуске от 1989 года. Сущность метода заключается во введении в вену охлажденной "сетки", которая затем при нагреве позволяет "отлавливать" сгустки крови(тромбы).[5, стр.100]

- Аппараты, применяемые в ортодонтической коррекции(проволока (ортодонтическая дуга) для исправления зубного ряда.).

- Муфты наподобие разработанных "Raychem Corporation". Позволяют производить безсварные соединения, в том числе топливопроводов авиакосмических аппаратов, автотранспорта и т.д. Нашли широкое применение ввиду простоты самого процесса и качества получаемого соединения.

- Чувствительные термомеханические датчики(сплав Cu-Zn-Al применяется в некоторых предохранительных клапанах, которые при пожаре перекрывают поток горючих/токсичных жидкостей или газов). Одна из таких систем разработана и применяется на практике Beta Phase Inc.(так называемое " Proportional Control"). Основное достоинство-скорость срабатывания. Применяется в том числе в душевых насадках(после достижения определенной температуры поток также перекрывается).

- Муфты истребителей F-14(с конца 1960-х).[3, стр.6] На данный момент случаев поломок не зарегистрировано(установлено по некоторым данным более 100 тыс. нитиноловых втулок).

- Пинцет для удаления посторонних предметов NASA.

- Оправа для очков. Линзы не выскальзывают при охлаждении. Оправа не растягивается при протирке линз и длительном использовании. Используется эффект сверхупругости.

- Приводы робототехники и микроманипуляторы для имитации движений человеческих мышц.[2, стр.156]

- Стоматологические импланты.

- Элементы контрольно-исполнительных механизмов в системах обеспечения безопасности различных технологических процессов и функционирования зданий и промышленных помещений(расцепители токовых сетей, противопожарные сигнальные системы и т.д.).

- Силовые элементы устройств герметизации и уплотнения.

- Элементы противоударных и вибропоглощающих систем на автотранспорте и в виброустановках.

- Самописцы фирмы «Фокусу Боро»(Япония). Входной сигнал самописца преобразуется в электрический ток, которым нагревается проволока из никелида титана. За счет удлинения и сокращения проволоки

приводится в движение перо самописца. С 1972 года изготовлено несколько миллионов таких узлов. Так как механизм привода очень прост, поломки случаются крайне редко.

- Чувствительный клапан комнатного кондиционера. Регулирует направление ветра в продувочном отверстии кондиционера, предназначенного для охлаждения и отопления.

- На данный момент наиболее перспективными областями разработок и применения сплавов с ЭПФ являются:

- Тепловые двигатели, использующие низкотемпературные источники тепла.

- Герметизация и соединение различных деталей (некоторые примеры описаны выше).

- Космическая техника (саморазвертывающиеся антенны).

- Медицина. Разрабатываются методы лечения сколиоза (деформации позвоночника) с помощью стержня из нитинола. Разработан ряд новых хирургических приспособлений для соединения и сращивания отломков костей, протезирования и пломбирования зубов.

Смена типа кристаллической решетки при мартенситном превращении, кроме обратимого изменения формы, должна вызывать и изменения всех других свойств, которые определяются строением решетки. Очевидно, что наряду с необычным механическим поведением сплавы с памятью» должны отличаться и особым комплексом обратимо меняющихся физических свойств. Для управления ими достаточно незначительно изменить температуру или приложить небольшую внешнюю нагрузку. Практическая задача состоит в том, чтобы найти сплавы, где нужные свойства будут существенно меняться. Так, экспериментально наблюдали, что при нагружении нитинола выше некоторой величины электрическое сопротивление его скачком увеличивается на десятки процентов.

Нахождение новых и исследование уже открытых сплавов с ЭПФ будет приводить к ещё большему их распространению в производстве и упрощению ряда устройств за счет введения этих сплавов в их состав взамен целых блоков, выполняющих ту же функцию.

### **Литература**

1. Borden Tom. "Shape-memory alloys: forming a tight fit.", "Mechanical Engineering", Oct. 1991.
2. Rogers Craig. "Intelligent materials". "Scientific American", Sept. 1995.
3. Kauffman George, Isaac Mayo. "Memory Metal". "Chem. Matters" Oct. 1993.
4. Richard Lin. "Shape memory alloys and their applications". Jan. 1996
5. M. Simon. "Radiology", Vol. 172, 1989.



6. Лихачев В. А., Кузьмин С. Л., Каменцева З. П. "Эффект памяти формы". Ленинград: Изд-во ЛГУ, 1987.

7. Шишкин С. В., Махутов Н. А. "Расчёт и проектирование силовых конструкций на сплавах с эффектом памяти формы". Ижевск: Научно-издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика», 2007.

## ДЕФЕКТАЦИЯ ТОПЛИВНОГО СЕПАРАТОРА

Григорьева О. П. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТМиС)

### **Аннотация.**

Статья посвящена основным методам дефектации деталей, способам выявления дефектов, последовательности проведения дефектации, выявлению эксплуатационных недостатков сепараторов топлива, применению методов дефектации к узлам и деталям сепараторов.

### **Abstract.**

The article deals with the basic methods of inspection of parts, how to identify defects, the sequence of inspection, identifying operational deficiencies of fuel separators and inspection methods for units and parts of separators.

### **Введение**

Дефектация – это технологический процесс, служащий для выявления дефектов и оценки технического состояния деталей, с последующей их сортировкой на группы годности: годные для дальнейшего использования, подлежащие восстановлению и негодные.

В ходе этого процесса осуществляется проверка соответствия деталей техническим требованиям, при этом используется сплошной контроль. При дефектации выявляют: износы рабочих поверхностей в виде изменений размеров и геометрической формы детали наличие выкрошиваний, трещин, сколов, пробоин, царапин, рисок, задиров и т. п.; остаточные деформации в виде изгиба, скручивания, коробления; изменение физико-механических свойств в результате воздействия вибраций, теплоты, среды и других факторов. По результатам дефектации определяют коэффициент годности, сменности и восстановления деталей, сортируют детали по маршрутам восстановления.

Дефектацию деталей производят путем их внешнего осмотра, а также с помощью специальных инструментов, приспособлений, приборов и оборудования. Таким образом, дефектация деталей — это также инструментальный и многостадийный контроль.

Результаты дефектации и сортировки фиксируют путем маркировки деталей краской. При этом зеленой краской отмечают годные для дальнейшего использования детали, красной — негодные, желтой — требующие восстановления.

Работы по дефектации и сортировке деталей оказывают большое влияние на эффективность, качество и надежность судоремонтного производства, поэтому дефектацию и сортировку деталей следует производить в строгом соответствии с техническими условиями.

Отступление от технических условий может привести к снижению качества и повышению стоимости ремонта.

### **Эксплуатационные недостатки сепараторов топлива**

Сепараторы топлива и масла являются сравнительно ненадежными вспомогательными механизмами дизельных установок, требующими повышенных трудозатрат на техническое обслуживание и ремонт, наряду с насосами общесудового назначения и воздушными компрессорами.

Узлами, снижающими эксплуатационные характеристики топливных сепараторов, в основном являются вертикальные валы, подшипники вертикального вала, резиновые уплотнения и сальники сепараторных насосов. Особенно часто выходит из строя нижний подшипник вертикального вала, что обуславливает необходимость замены шарикоподшипников горизонтального и вертикального валов и ремонта ступицы полумуфты. К единичным отказам относятся выход из строя указателя положения приемного клинкета, пропуски трубок подвода топлива, износ муфты. Наблюдаются случаи отрыва резьбовой части вала от конусной после замены уже через 214 часов работы.

Самым слабым узлом в сепараторах считается упорный шарик подшипника вертикального вала. Поэтому для облегчения работы упорного шарика судовые механики изготавливают и устанавливают бронзовые разгрузочные кольца.

Второй слабый узел — кулачки фрикционных муфт и колодки, которые в результате быстрого изнашивания требуют частой замены. Они составляют 20% общего количества отказов по сепараторам.

Наблюдается ослабление посадки фрикционной полумуфты и эксцентричность рабочей поверхности к оси горизонтального вала, что приводит к ослаблению посадки кормовой шейки шарикоподшипника и к сильному его износу. Слабыми узлами сепараторов являются также уплотнительные кольца и резиновые сальниковые уплотнения (около 14% отказов), корпуса и гайки барабана (10% отказов), в которых наблюдаются трещины и поломки.

К единичным отказам указанных сепараторов относятся: выкрошивание и износ металла зубьев зубчатого венца червячного вала; износ втулок осей шестеренного топливоподкачивающего насоса; волосяные трещины в тарелкодержателе (зажимных кольцах барабана) длиной до 80 мм, что объясняется возможным технологическим браком литья; поломка направляющей втулки и корпуса коллектора затвора воды; разрушение (срезание) соединительной шпонки топливоподкачивающего насоса с горизонтальным валом; трещины на кожухе сепаратора; нарушение плотности клапана подачи воды на затвор.

Отказы топливных сепараторов могут быть связаны с изнашиванием бронзового венца шестерни червячной пары. Пропуски через уплотнения между барабаном и регулировочной шайбой вызваны низким качеством

резиновых уплотнений. Кроме того, зафиксированы случаи поломок топливоподающих насосов сепараторов из-за излома зубьев и выхода из строя тахометров, вертикальных валов, муфт сцепления и т. п.

Эксплуатационные недостатки сепараторов топлива и масла заложены в самой конструкции – это недоведенность отдельных узлов — подшипников, сепараторных насосов, уплотнений барабана, шестерен привода.

При появлении трещин на основных деталях барабана (корпусе, крышке, большой и малой гайках) в вертикальном валу сепаратор выводят из эксплуатации и о неисправностях сообщают на завод - изготовитель.

Наибольшая частота отказов вспомогательных механизмов приходится на первую тысячу часов наработки механизмов, в связи с чем профилактическое обслуживание желательнее планировать и производить в этот период.

#### **Применение методов дефектации к узлам и деталям сепаратора**

Дефектацию промытых и просушенных деталей производят после их комплектования по узлам, которую необходимо выполнять аккуратно и внимательно. В целях экономии времени при дефектации деталей придерживаются следующего порядка.

Сначала производят внешний осмотр деталей, определяющий значительную часть дефектов, с целью обнаружения повреждений, видимых невооруженным глазом: крупных явных трещин, пробоин, вмятин, сколов, изломов, задиров, рисок, выкрошиваний в подшипниках и зубчатых колесах, коррозии и т. п. Проверка на ощупь определяет износ и смятие резьбы на деталях, легкость проворота подшипников качения и цапф вала в подшипниках скольжения, легкость перемещения шестерен по шлицам вала, наличие и относительная величина зазоров сопряженных деталей, плотность неподвижных соединений и др.

Затем детали проверяют на специальных приспособлениях для обнаружения дефектов, связанных с нарушением взаимного расположения рабочих поверхностей и физико-механических свойств материала деталей. Нарушение качества центровки и величину бокового зазора определяют с помощью свинцовых выжимок. В ремонтном цехе параллельность и перекося осей проверяют с помощью контактных валиков. Трещины можно обнаружить простукиванием детали мягким молотком или рукояткой молотка, а также мело-керосиновой пробой. Проверка твердости поверхности детали обнаруживает изменения, произошедшие в материале детали в процессе ее эксплуатации.

После этого детали контролируют на отсутствие скрытых дефектов (невидимых трещин и внутренних пороков). К методам обнаружения скрытых дефектов на деталях относятся: опрессовки, красок, люминесцентный, намагничивания, ультразвуковой.

Метод опрессовки применяют для обнаружения скрытых дефектов в полых стальных и чугунных деталях. Опрессовку деталей производят водой (гидравлический).

Метод красок, основанный на свойстве жидких красок к взаимной диффузии, позволяет обнаруживать трещины шириной не менее 20 мкм.

Люминесцентный метод позволяет обнаруживать трещины шириной более 10 мкм в деталях, изготовленных из цветных металлов и неметаллических материалов, где контроль другим способом невозможен.

Метод магнитной дефектоскопии, обладающий высокой производительностью, позволяет обнаруживать раковины в стальных и чугунных деталях и трещины шириной до 1 мкм.

Метод ультразвуковой дефектоскопии, обладающий очень высокой чувствительностью, применяется при обнаружении местонахождения внутренних скрытых дефектов в деталях (трещин, раковин, непровара шлаковых включений и т. п.), и определении глубины их залегания. Максимальная глубина прозвучивания для стальных деталей 2,6 м, а минимальная 7 мм.

В заключение производят контроль размеров и геометрической формы рабочих поверхностей деталей. С помощью измерительных инструментов и средств определяется величина износа и зазора в сопряженных деталях, отклонение от заданного размера, погрешности формы и расположения поверхностей. При контроле размеров деталей используют как универсальный измерительный инструмент: микрометры, штангенциркули, индикаторные нутромеры, и др., так и пневматические методы контроля, при которых точность измерения не зависит от износа инструмента.

### **Вывод**

Любое нарушение в работе топливной аппаратуры вызывает ухудшение протекания рабочего процесса, уменьшение индикаторного КПД и, в конечном счете, увеличение удельного расхода топлива. При правильно проведенной дефектации можно быстро и грамотно определить неисправность того или иного механизма, что может сократить средства, время и усилия на ремонт механизмов.

После 10 — 12 тыс. ч работы сепаратора корпус и крышку барабана, большую и малую гайки барабана и вертикальный вал рекомендуется подвергнуть проверке магнитной или другой дефектоскопии на отсутствие трещин. Трещины в разных местах, забоины, срыв резьбы в нарезных отверстиях и на шпильках, коррозионные разъедания выявляют визуально при помощи лупы, обстукивания, а также мело-керосиновой пробы. Повреждения втулок (раковины, трещины, коррозионные разъедания, царапины, задиры) выявляют наружным осмотром с помощью лупы. Часто бывает необходимо произвести гидравлическое испытание. Трещины в коленчатых валах обнаруживают лупой, мело-керосиновой пробой,

травлением и различными методами дефектоскопии (люминесцентным, магнитным, ультразвуковым, рентгено- и гаммаграфией). Поверхности зубьев дефектуют визуально с помощью лупы 6-ти-10-тикратного увеличения, выявляя при этом выкрашивание и другие дефекты. Трещины на поверхность зубьев обнаруживают цветным люминесцентным, магнитным и акустическим методами дефектоскопии. Контакт в зацеплении проверяют на краску. Шероховатость поверхности зубьев проверяют с помощью профилометра.

Повышение надежности сепараторов и всех насосов связано в первую очередь с улучшением качественных характеристик резиновых уплотнений и набивки сальников. Снижение общей вибрации в машинном отделении повышает надежность вспомогательных механизмов.

### **Литература**

1. Возницкий И. В. Практика использования морских топлив на судах. Издание 2-е (переработанное и дополненное). – Санкт-Петербург 2002.-124 с.
2. Самсонов В. И. , Худов Н. И. Двигатели внутреннего сгорания морских судов. М.: Транспорт, 2001. – 368 с.
3. Шестеренко М. А., Шеффер Б. А., Шеффер И. Б. Технология монтажа и ремонта машин и механизмов промысловых судов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 264 с.

## СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ ВАЛОВ СУДОВЫХ ДВС

Сергеев К. О. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра СЭУ)

**Abstract. The non industrial devices for measuring torsion vibration by discrete methods are considered in this paper**

Правила Российского морского регистра судоходства (РМРС) требуют выполнения расчетов крутильных колебаний при проектировании и существенной модернизации судовых энергетических установок (СЭУ). Эти же правила оговаривают необходимость проведения замеров крутильных колебаний для подтверждения теоретического расчета. Другим аспектом, вызывающим необходимость проведения замеров, является диагностика технического состояния демпферов крутильных колебаний, для которой торсиографирование дает более точные и надежные результаты по сравнению с анализом силиконовой жидкости.

Измерение крутильных колебаний может выполняться двумя методами: тензометрированием и торсиографированием. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки, определяющие область его применения, но торсиографирование получило большее распространение.

Ранее торсиографы (приборы для измерения и записи крутильных колебаний) основывались на сейсмическом принципе действия. Принцип действия всех торсиографов сейсмического типа одинаков. Приемная часть торсиографа в виде легкого валика или легкого шкива соединяется с исследуемым валом и колеблется вместе с ним. С приемной частью, через мягкие пружины, соединяется маховая масса, которая вращается почти равномерно. Разность движений между приемной частью и массой, обусловленная крутильными колебаниями, записывается пишущим устройством или преобразуется в электрический сигнал, который передается на регистрирующее устройство. Для преобразования разности движений (крутильных колебаний) в электрический сигнал применяются емкостной или индукционный принцип преобразования, реже встречаются конструкция с тензометрами на плоских пружинах, соединяющих массу с легким шкивом.

Электрический сигнал, пропорциональный крутильным колебаниям, передается на регистрирующую аппаратуру через токосъемники, или бесконтактным способом (например, по радиоканалу).

Торсиографы сейсмического типа имеют частотные ограничения, а при использовании для передачи информации радиоканала могут наводиться импульсные помехи, искажающие сигнал.

В настоящее время получили распространение торсиографы основанные на дискретном принципе измерения крутильных колебаний.

При этом методе производится измерение временных интервалов, за которые происходит поворот контролируемого вала на заданный угол, то есть угловая скорость вращения вала измеряется не постоянно, а дискретно через определенные промежутки, задаваемые реперными (опорными) точками (рис. 1). При отсутствии крутильных колебаний вала (равномерное вращение) время  $T_1 = T_2 = T_3$ . Фактически сигнал представляется в виде набора значений

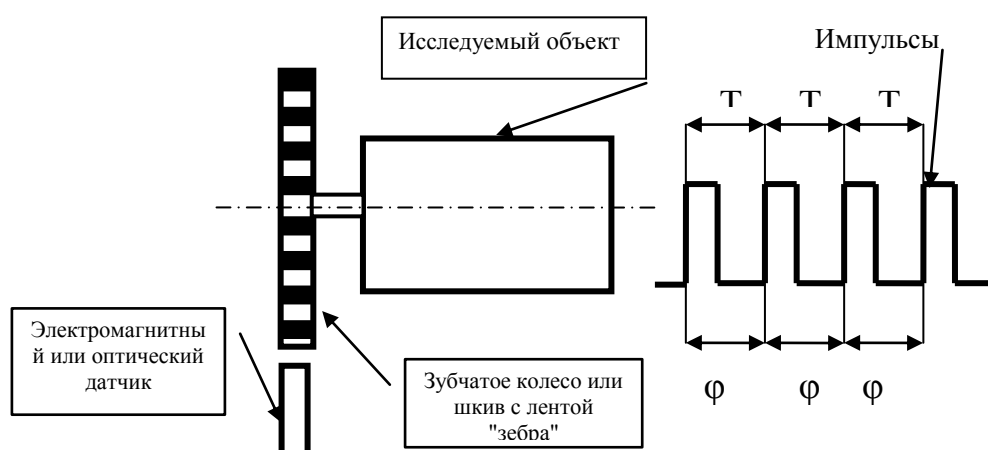


Рис. 1. Принцип измерения крутильных колебаний

угловых скоростей (количественно равного числу разбиений), усредненных по углу между реперными точками. Приборы, работающие по указанному принципу, имеют совершенно другие источники погрешности измерений.

Дискретность разбиения определяется количеством реперных точек, проходящих мимо датчика, за один оборот вала, а фиксация момента прохождения репера может выполняться методами, основанными на разных физических принципах: световом, электромагнитном. В первом случае используется перфорированный тем или иным способом диск, прерывающий световой поток к фотодатчику или диск (обод) со специальной отражающей лентой, имеющей рисунок из полос — «зебру». Такой принцип использован в торсиографе «СКАН», разработанном в Центральном научно-исследовательском институте морского флота (ЦНИИМФ). [1]

Применяются и промышленные датчики угла, имеющие дискретность по углу порядка нескольких градусов, например, оптический энкодер H20DB-254-SS-100-A, изготовитель — ВЕI США. [2]

Известен и способ занесения сигнала в ЭВМ непосредственно в цифровом виде, с предварительным использованием контроллера с цифровыми счетчиками и 16-ти разрядным регистром, где и осуществляется основная обработка сигнала. Этот метод применяется в торсиографе «СЭТ», разработанном в Одесской государственной морской



академии (ОГМА). Прибор оснащен датчиком, дающим 2500 импульсов за один оборот.

Все перечисленные выше приборы, не смотря на многие положительные качества, имеют один общий недостаток – большую стоимость. Тем не менее существуют методы избежать затрат на приобретение дорогостоящего оборудования. Так в составе многофункционального программного пакета ZETLab, поставляемого вместе с АЦП Z – 210, имеется программа «Торсиограф» (при использовании оптических датчиков программа «Энкодер») позволяющая после небольшой перенастройки измерять угловые перемещения для определения крутильных колебаний валов. Входящая в тот же пакет программа для спектрального анализа «Узкополосный спектр» позволяет детально проанализировать полученный сигнал, а программа «Многоканальный осциллограф» просмотреть и проанализировать его временную реализацию.

Для получения дискретного сигнала возможно использование индуктивных и индукционных датчиков, а в качестве источника угловых отметок, может применяться шестерня, в т.ч. числе и шестерня валопроворотного устройства. В этом случае, могут применяться датчики Холла и индуктивные конечные выключатели, но необходимо дополнительно убедиться в их достаточном быстродействии.

Возможно и применение различного рода «зебр» нанесенных непосредственно на вал или на наклеиваемую ленту. Но в этом случае велика вероятность появления искажений вызванных неточностью нанесения отражающих полос. [2].

На кафедре СЭУ МГТУ в качестве оптического датчика используется тахометр от специального двигателя постоянного тока ПЯ R-90. Тахометр имеет прорезной диск со 120 прорезями, оптический датчик с источником видимого излучения и фотодиодом. Разрешения диска составляет 3 градуса, что более чем достаточно для задач измерения крутильных колебаний судовых двигателей и валопроводов [3]. Датчик имеет собственные подшипники, что позволяет использовать его как готовую конструкцию. Габариты датчика: диаметр 105 мм, толщина 95 мм. Общий вид датчика представлен на рис 2

Датчик крепится к валу дизеля с переднего торца при помощи жесткой муфты. Корпус датчика закрепляется на фальшкрышке на упругом подвесе, упрощающем центровку прибора.

Возможно подсоединение датчика и к валопроводу с использованием ременной передачи (что, безусловно, снижает достоверность измерений.) В этом случае датчик крепится на специальном кронштейне параллельно контролируемому валу, а на его вал подсоединяется шкив для ремня.

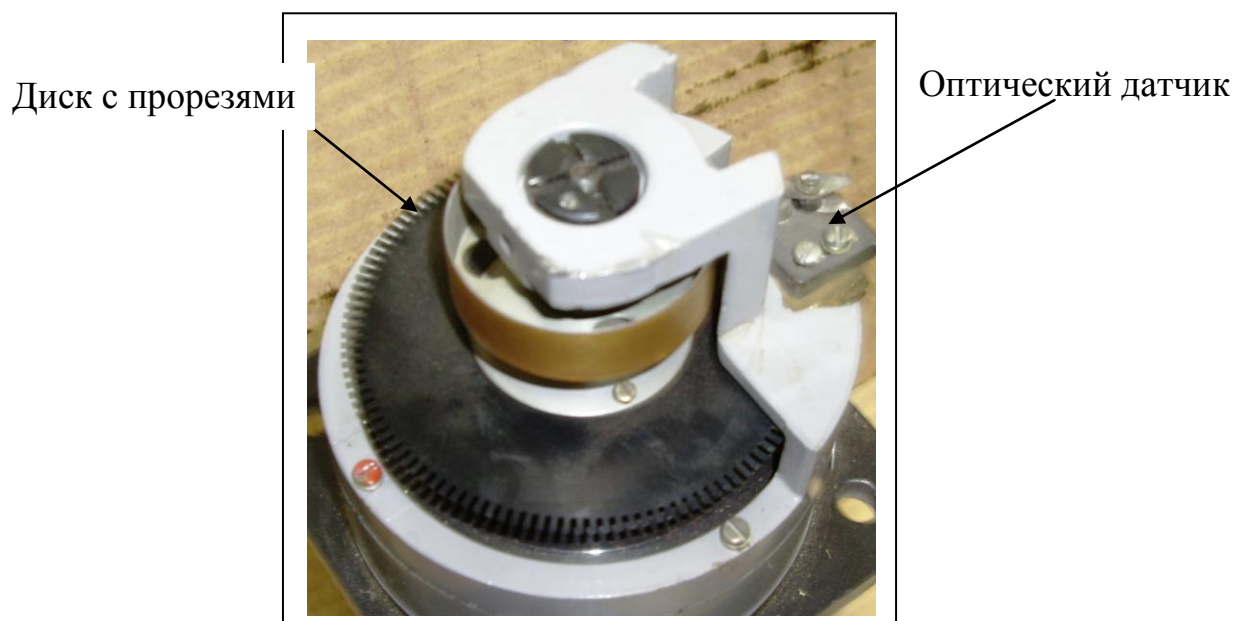


Рис. 2 Датчик ПЯ R- 90

Использование датчика ПЯ R-90 в комплекте с программным пакетом ZETLab позволяет отказаться от дорогостоящих промышленных приборов и получить более точные и свободные от искажений результаты, чем при использовании отражающих лент типа «зебра», особенно при их кустарном изготовлении.

### **Литература**

1. Ефремов Л. В. Теория и практика исследования крутильных колебаний силовых установок с применением компьютерных технологий. СПб. : Наука, 2007. – 273 с.
2. Попов А. А. Опыт торсиографирования судовых валопроводов с применением современных средств и методов измерений // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. - 2007.- С. 99 - 116.
3. Сергеев К.О. Дискретное измерение крутильных колебаний валов судовых энергетических установок. // Девятая сессия международной научной школы « Фундаментальные и прикладные проблемы надежности и диагностики машин и механизмов». Сборник докладов. — СПб.: ИПМАШ РАН, 2009. С. 140 – 145

**СПОСОБ ОЦЕНКИ ДИАМЕТРА ВАЛА БЕЗ ЕГО ДЕМОНТАЖА****Ефремов Л. В.** (МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Provides a new method for determining the diameter of the shaft machines based on the method of measurement by three points in order to obtain economic benefits for ship repairs.

Для измерения фактического диаметра валов судовых машин и другого оборудования (например коленчатого вала дизеля) при ремонте обычно требуется их демонтаж с соответствующими затратами времени и средств. Сократить эти затраты можно за счет применения специальной измерительной скобы, предназначения для измерения внешнего диаметра валов и других цилиндрических деталей с ограничением охвата. Такой прибор марки ИДВ-1 выпускался в свое время фирмой РИФТЭК (Республика Беларусь, г. Минск, [www.riftek.com](http://www.riftek.com)) и был оснащен устройством цифровой индикации и тремя скобами для диаметров 240...307, 307...367 и 367...450 (рис. 1).

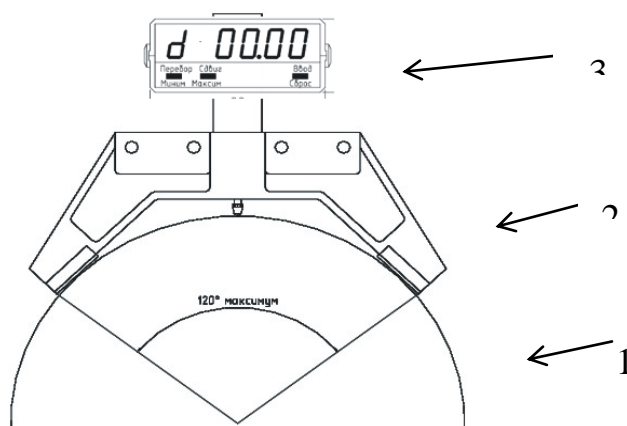


Рис. 2. Устройство скобы ИДВ-1. Обозначения: 1 – вал, 2 – скоба, 3 – устройство цифровой индикации.

В описании этой скобы сказано, что измерение диаметра выполняется по методу “трех точек”, который основан на определении величины стрелки сегмента, образуемого при установке скобы на вал. Однако сущность этого метода там не была раскрыта. Учитывая потенциальную экономическую эффективность использования этой идеи в судоремонте, была поставлена задача создания более простой конструкции такой скобы с применением индикатора часового типа (ИЧТ) с разработкой методики и программы расчета параметров нового устройства методом «трех точек».

На рис. 2 показана предлагаемая конструкция скобы (позиция а) с условным названием «скоба для измерения диаметра вала с ограниченным

охватом» (СИВ). Основное отличие предлагаемого устройства от ИДВ-1 заключается не только в применении ИЧТ, но и в способе установки нулевого отчета образуемой стрелки сегмента (позиция *b*) с помощью плоской плиты 4 и концевой меры 5. Это исключает изготовление эталонного вала для тарировки прибора и упрощает подготовку к основной измерительной операции.

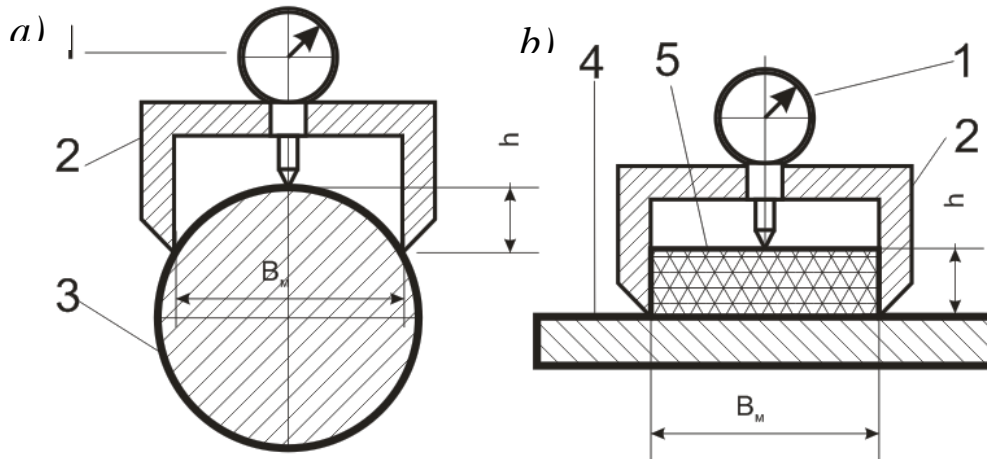


Рис.3 Общая схема СИВ (а) и тарировочного устройства (б).

Обозначения. 1 – ИЧТ, 2 – рамка скобы, 3 – измеряемый вал, 4 – установочная плита и 5 – концевая мера,  $h$  и  $D_m$  – высота и ширина концевой меры

Рамку скобы и соответствующую концевую меру можно изготавливать для любых диаметров валов на основании расчетов по приведенным ниже формулам.

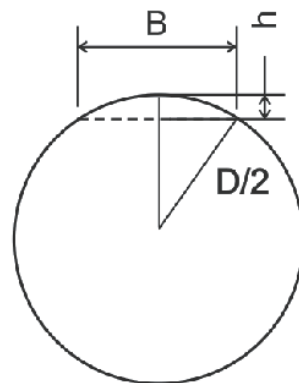


Рис.4 Расчетная схема СИВ. Обозначения.  $B$  – База скобы,  $h$  – стрелка сегмента при измерении,  $D/2$  - половина диаметра вала, равная радиусу окружности его сечения.

Обоснование алгоритмов расчета базируется на решении геометрической задачи на рис. 3 для прямоугольного треугольника со сторонами  $D/2$  – гипотенуза,  $B/2$  и  $(D/2 - h)$  – катеты. Тогда функцию искомого диаметра от стрелки  $h$  можно получить из очевидного уравнения (1).

$$\left(\frac{D}{2}\right)^2 = \left(\frac{D}{2} - h\right)^2 + \left(\frac{B}{2}\right)^2. \quad (1)$$

Решая это уравнение относительно диаметра  $D$ , получаем его зависимость от стрелки  $h$ , определяемой по показанию ИЧТ.

$$D h = h + \frac{B^2}{4h}. \quad (2)$$

Важное значение имеет определение базы СИВ и концевой меры для опорного диаметра  $D_m$ . Эту задачу можно решить применительно к допустимому углу поворота вектора  $D/2$  относительно вертикального сечения вала, равного  $\alpha = 60$  градусов (согласно инструкции для прибора марки ИДВ-1). Применяв два способа решения, находим зависимость базы СИВ от опорного диаметра  $D_m$ .

$$B_{D_m} = D_m \cos 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} D_m = 0.866 D_m. \quad (3)$$

Например, для валов диаметром более 200 мм нам надо изготовить рамку с базой  $B = 0.866 \cdot 200 = 173.2$  мм, равную ширине концевой меры 5. Тогда опорному диаметру  $D_m = 200$  мм будет соответствовать высота концевой меры, равная стрелке  $h_m = D_m/4 = 50$  мм.

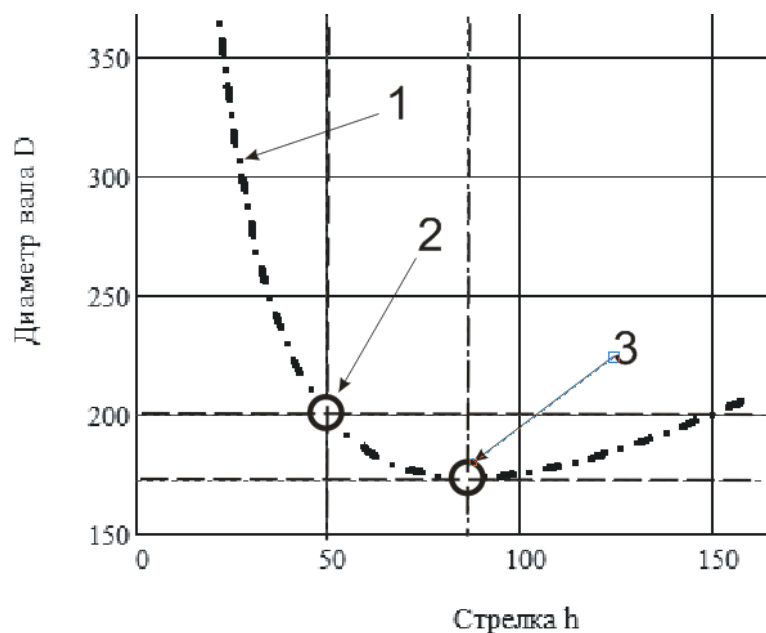


Рис. 5 Зависимость диаметра вала от стрелки сегмента. Обозначения: 1 – кривая функции (2), 2 – точка координат опорного диаметра, 3 – точка координат теоретического диаметра.

Если взять производную от функции (2), то можно определить теоретический минимальный диаметр вала, равный базе СИВ и ширине меры  $B$ , что соответствует стрелке  $h_m = B/2 = 86.6$  мм. Указанные закономерности отражены на графике рис. 4.

Таким образом, мы получили все необходимые размеры для изготовления СИВ и тарированного устройства. Как видно из рис. 4, одну и ту же скобу можно применять для некоторого диапазона диаметров, например от 200 до 250 мм. Была обоснована следующая формула для определения соответствующих стрелок сегмента (путем решения уравнения (1) относительно  $h$ ).

$$h_{D,B} = D - \sqrt{D^2 - B^2} / 2. \quad (4)$$

Отсюда получаем, что при диаметрах от 200 до 250 величины стрелок будут изменяться от 50 до 34.861 мм, т.е. на 15.139 мм.

На основании приведенных алгоритмов можно рекомендовать следующую методику измерений. Сначала надо с помощью тарированного устройства установить и зафиксировать на ИЧТ нулевое значение размера при упоре в поверхность концевой меры. Это будет соответствовать опорной стрелке  $h_m = D_m/4 = 50$  мм. После установки скобы на вал необходимо определить показание ИЧТ, которое обозначим символом  $\delta$ . Показание  $\delta$  может быть как положительной, так и отрицательной величиной. Тогда фактический диаметр вала следует оценивать по формуле (2) для стрелки, определяемой по формуле (4).

$$h = h_m - \delta. \quad (5)$$

В таблице приведено несколько примеров оценки диаметра вала при размерах концевой меры 50 x 173.2 мм ( $D_m = 200$  мм).

$\delta$ мм	$h$ мм	$D$ мм
0	50	200
15.139	34.861	250
2.329	47.671	205
-0.76	50.76	198.514

Примечание. Отрицательные показания индикатора допустимо применять для диаметров, которые меньше  $D_m$  не более чем на 5%.

Можно выразить надежду, что предлагаемый способ найдет свое применение при судоремонте.

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БЕЗРАЗБОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕДУКТОРОВ СУДОВ ТИПА «АТЛАНТИК - 488»**

**Жуков А.С., Сергеев К.О.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра СЭУ)

*In this article results of undismantled diagnostics application are considered for gear boxes of 10AO-2X1400X3,921 type technical condition determination, typical defects are observed, conclusion of diagnostic methods reliability and efficiency application are done for fishing fleet vessels.*

### **Введение**

Одним из способов повышения эффективности технического обслуживания, ремонта и увеличения эксплуатационной надёжности и долговечности механизмов, является широкое внедрение средств технического диагностирования. Особое значение использование средств технической диагностики приобретает в условиях старения основных фондов флота рыбной промышленности. Существенного снижения затрат на обеспечение работоспособности флотов можно добиться переходом на обслуживание и ремонт оборудования не по сроку наработки, а по фактическому состоянию. Такой переход невозможен без эффективного контроля состояния оборудования с обнаружением всех потенциально опасных дефектов на стадии зарождения и долгосрочным прогнозом их развития.

Диагностирование позволяет выявить скрытые дефекты, неисправности и предупреждать отказы, определять необходимый объём плановых ремонтных работ, прогнозировать ресурс исправной работы механизма и т.п. Всё это обеспечивает значительную экономию затрат на сменно-запасные части и материалы для планово-предупредительных ремонтных работ, увеличивает срок службы и надёжность механизма.

ООО «ДиаМАНТ», совместно с кафедрой СЭУ МГТУ проводит диагностику судовых редукторов судов типа «Атлантик - 488» с 1991 года. Методика основана на совместном использовании двух критериев: анализе параметров виброакустического сигнала зацепления зубчатых передач и анализе масла на продукты износа. Основным критерием оценки технического состояния редукторов по параметрам вибрации является соответствие полученного максимального по точкам контроля уровня среднего квадратичного (эффективного) значения виброускорения в третьоктавных полосах частот, выраженного в дБ относительно порогового уровня с нормой вибрации редуктора так же выраженной в виде третьоктавного спектра.

Частотный диапазон нормирования вибрации от 25 Гц до 5 кГц определяется задачами диагностики и включает в себя, как частотный диапазон проявления дефектов зацепления (100 Гц - 3 кГц), так и диапазон

проявления развитых (50 Гц - 500 Гц ) и зарождающихся (4 кГц - 5 кГц) дефектов подшипников. Статистически обоснованные местные нормы вибрации редукторов (документ 150-04.688 ИТ) разработаны с учётом рекомендаций по местному нормированию шума и вибрации машин в промышленности МКШС-71 и не превышают требований Части 7. Правил Российского регистра морского судоходства (РМРС). [2]

Соответствие фактических уровней вибрации редуктора норме не означает заведомого отсутствия зарождающихся дефектов подшипников качения агрегата, во многом определяющих его остаточный ресурс, поэтому во всех случаях, связанных с диагностикой для ремонта по техническому состоянию, дополнительно проводится спектральный анализ огибающей высокочастотной компоненты вибрации. В качестве критерия диагностики зарождающихся дефектов подшипников качения является наличие в спектре огибающей высокочастотной компоненты вибрации дискретных составляющих на характерных подшипниковых частотах вращения сепаратора подшипника ( $f_c$ , частоте перекачивания тел качения по наружному  $f_{нк}$  и внутреннему  $f_{вк}$  кольцу).

Критерии оценки технического состояния по продуктам износа в маслах приняты следующими: считается удовлетворительным рабочее состояние редуктора при показателях содержания металлов в масле (опытные данные) железа менее 15 г/т; меди менее 10 г/т; хрома менее 3 г/т. При увеличении концентрации металлов на 30%, указанных выше значений, производится контрольный узкополосный анализ вибрации с последующим заключением о необходимости вскрытия, ремонта.

## **2. Состав СЭУ**

В энергетическую установку траулера входят:

- дизель-редукторный агрегат с двумя главными приводными двигателями типа 6М32С мощностью 2x2880 кВт и понижающим редуктором типа 10А0-2Х1400Х3,921;
- два вспомогательных дизель - генератора с приводными двигателями 8М20 и 6М20 мощностью 1520 и 1140 кВт;
- один вспомогательный паровой котел типа ESH 6,3 паропроизводительностью 6300 кг/ч при давлении пара 0,7-0,8 МПа;
- аварийный дизель-генератор с приводным двигателем типа 6NVD26-2 мощностью 147 кВт;
- вспомогательные механизмы и оборудование.

Энергетическая установка судна предусматривает автоматизацию, контроль и сигнализацию в объеме, соответствующем требованиям Регистра РФ на знак автоматизации А2 (обслуживание энергетической установки с ЦПУ при периодическом обходе машинного отделения на ходу и безвахтенное обслуживание на стоянке).



В кормовой части машинного отделения установлена главная двухмоторная силовая установка с суммирующим редуктором. Схема гребной установки представлена на рис. 2.1

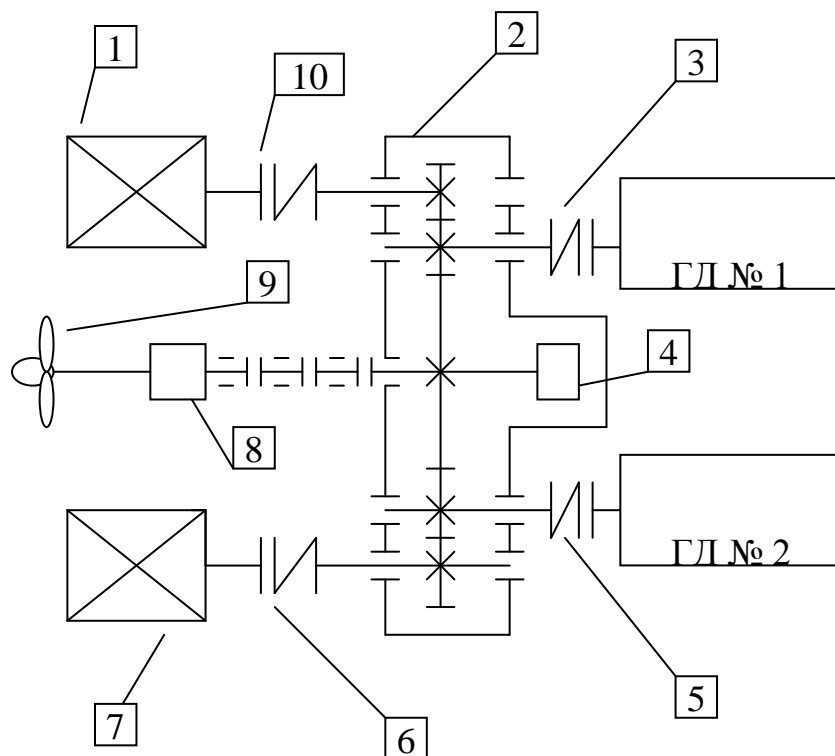


Рис. 1 – Кинематическая схема ДРА судна проекта «Атлантик – 488»

- 1 – валогенератор переменного тока DGFSO 1421-6;
- 2 – понижающий редуктор 10АО-2Х1400Х3,921;
- 3 – сцепная муфта КАР 340;
- 4 – упорный подшипник;
- 5 – сцепная муфта КАР 340;
- 6 – эластичная муфта НЕК 180 W-2-2;
- 7 – валогенератор переменного тока DGFSO 1421-6;
- 8 – механизм изменения шага (МИШ);
- 9 – винт регулируемого шага (ВРШ).

Одноступенчатый, цилиндрический, понижающий редуктор передает вращающий момент от приводных двигателей на четырех лопастной винт регулируемого шага (ВРШ) с понижением частоты вращения до 153 мин<sup>-1</sup>, а также на валогенераторы (ВГ) трехфазного тока с повышением частоты вращения до 1000 мин<sup>-1</sup>.

Валопровод состоит из трех промежуточных (опорных) валов и коротыша вала, выполненных из стали СК 35; валы опираются на пять опорных подшипников стального литья ГС 50.3 с баббитовой заливкой. Валы имеют прикованные фланцы и соединены призонными болтами. На переборке в районе тридцать девятого шпангоута расположен

переборочный сальник, а в районе семнадцатого - устройство короткого замыкания. Для проведения монтажных работ установлен фиксатор вала.

Главные двигатели соединяются с редуктором сцепными пневматическими муфтами типа КАР 140. Отбор мощности от редуктора на валогенераторы переменного тока осуществляется через эластичные муфты НЕК 180 W-2-2. Кинематическая схема редуктора приведена на рисунке 1.

### **3. Результаты диагностики**

В результате проведенного анализа по надежности судовых редукторов, было рассмотрено 10 редукторов и 4 муфты, устанавливаемых на судах типа «Атлантик 488», и были получены следующие данные:

1) 5 редукторов исправны, т.е. содержание продуктов износа в масле (металлов) редуктора ГД соответствует удовлетворительному состоянию деталей системы, что свидетельствует об отсутствии интенсивных износов деталей редуктора.

Значения виброскорости на редукторе Л.Б. и Пр.Б. в частотном диапазоне (1,2-160 Гц) не превышают норму Регистра для ГТЗА (Категория "А").

Виброактивность редуктора главной передачи (правый борт) не превышает среднестатистическую норму по 150-04.688 ИТ и не имеет существенных отличий от результатов замера ПБ.

Техническое состояние зацепления зубчатых пар - "удовлетворительное".

Виброактивность редуктора главной передачи (левый борт) не превышает среднестатистическую норму по 150-04.688 ИТ и не имеет существенных отличий от результатов замера ЛБ.

Техническое состояние зацепления зубчатых пар - "удовлетворительное".

В результате анализа спектра огибающей высокочастотной компоненты виброускорения развитых дефектов подшипников редуктора не выявлено.

2) у 1 редуктора (правый борт) виброактивность незначительно превышает среднестатистическую норму по док. 150-04.688-000ИТ в полосе частот 125-500 Гц. Полоса, в которой отмечается превышение, не лежит в области зубцовых частот, поэтому превышение не является следствием дефекта зубчатого зацепления. На подшипниках ПБ отмечаются повышенные уровни виброускорения.

3) У 1 редуктора (правый борт) виброактивность существенно превышает среднестатистическую норму в полосе частот 900 Гц- 2 кГц, что соответствует второй гармонике зубчатой частоты. Превышение зафиксировано на подшипниковых узлах верхнего вала (отбор мощности на ВГ) Техническое состояние зацепления зубчатых пар ПБ - "неудовлетворительное". Подшипники вала отбора мощности на ВГ

редуктора левого и правого бортов имеют дефекты на наружном кольце. Необходимо произвести замену.

4) У 1 редуктора анализ огибающей высокочастотной компоненты виброускорения показывает, наличие дефекта кормового подшипника быстроходного вала. Учитывая, что оба подшипника быстроходного вала редуктора ЛБ были заменены в декабре 2002 года, наиболее вероятной причиной возникновения дефекта является радиальный или осевой перенатяг подшипника при монтаже.

5) У 1 редуктора в масле содержатся механические примеси абразивного характера. В результате проведения анализа огибающей высокочастотной компоненты вибрации подшипников качения был выявлен дефект сепаратора кормового подшипника верхнего вала.

6) У 1 редуктора результат спектрального анализа масла, отобранного из системы смазки, свидетельствуют о наличии повышенного износа деталей содержащих медь. Результаты проведенного анализа огибающей высокочастотной компоненты вибрации подшипников качения показали, что в подшипнике носовой опоры вала привода ВГ1 имеется дефект сепаратора. Особенность конструкции редуктора - крайне близкое расположение подшипников на быстроходном валу, не позволяет точно локализовать дефект, что увеличивает вероятность наличия неисправности и на кормовом подшипнике.

7) 3 муфты исправны, т.е. анализ частот муфтовых форм показывает, что разница частот, зафиксированных при торсиографировании, не отличается от расчетных значений и фактически не отличается (не более 5%) от значений, полученных при контроле муфт других аналогичных судов. Длительного проскальзывания не отмечено.

8) На 1 судне отмечается более длительный период включения и отключения муфт по сравнению с аналогичными муфтами и большая разница между бортами. Рекомендовалась разборка муфт КАР-340 MD 1,2 для дефектации и замены изношенных элементов согласно инструкции по эксплуатации.

Следует так же отметить, что у остальных редукторов, которые имели превышение статистической нормы по уровню вибрации (но у которых не было превышения по содержанию продуктов износа), после детальной ревизии не было обнаружено дефектов зацепления и подшипников скольжения.

У некоторой части редукторов были обнаружены зарождающиеся дефекты, в этом случае редуктор из эксплуатации не выводился, развитие дефекта отслеживалось при эксплуатации путем замеров при ежегодных освидетельствованиях, и при достижении предельного состояния (или при проведении других ремонтов и выводе судна из эксплуатации) производилась замена дефектного узла.



Рисунок 2 – результаты диагностики редукторов



Рисунок 2 – результаты диагностики муфт.

#### 4. Выводы

Таким образом, проведенный анализ результатов диагностики редукторов за значительный период времени показывает, как достаточную надежность редукторов, так и эффективность методов безразборной диагностики. В подтверждение вышесказанного, большинство продиагностированных редукторов были допущены к дальнейшей эксплуатации, а некоторые не вскрывались для ревизии в течение времени между двумя очередными освидетельствованиями.

Кроме того, методы безразборной диагностики позволяют определить техническое состояние агрегата без разборки, что не только экономит время, сокращает затраты, но и увеличивает ресурс, за счет

исключения попадания в подшипниковые узлы загрязнений или последующей приработки деталей после сборки.

Своевременно проведенная диагностика позволяет планировать расход запасных частей и предупреждает внезапные отказы.

**Литература.**

1. Голуб, Е.С. Диагностирование судовых технических средств / Е.С. Голуб, Е.З Мадорский, Г.Ш. Розенберг // М: Транспорт 1993, С.150.
2. Прыгунов, А.И. Применение методов технической диагностики для оценки технического состояния главных редукторов рыбопромысловых судов / А.И. Прыгунов, А.А. Панкратов // проблемы активации научно-технической деятельности в эксклавном регионе России: Материалы второй областной научно – практической конференции, посвященной 50-летию Калининградской области: Калининград, 4 июня 1996 г. / БГАРФ.- Калининград,1996г.- С.26.

## **СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ**

**Кумова Ж. В.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра Технологии металлов и судоремонта*)

For achievement of quality of products and management of them it is necessary to normalise, technologically to provide and supervise roughness of a surface. The proved rationing and standardization should be based on results of the analysis of communications of roughnesses of a surface with operational indicators.

Человек слишком привык к двумерному миру. Наша «вообразительная» интуиция тут никогда нас не подводит. Но как только дело доходит до пространственных представлений, она начинает хромать. Высоту дома оценить куда труднее, чем его длину или ширину. А сказать, как далеко находится самолет или облако, неподготовленный человек не может даже приблизительно. Третьей координатой — не то, что четвертой! - еще овладевать и овладевать. [1]

В настоящее время во всём мире наблюдается существенный рост наукоемких, прецизионных производств машино- и приборостроения, автомобильной, судостроительной и других отраслей промышленности, основанных на высоких технологиях, обеспечивающих принципиально новый уровень точности и других эксплуатационных показателей изделий. В таких отраслях выпускается огромное количество деталей, содержащие сложнопровфильные поверхности.

Основная проблема в этой области метрологии заключается в трудности передачи размера единицы длины с требуемой точностью от первичного эталона к рабочим средствам трёхмерных координатных измерений геометрических параметров (ГП) (размеров, формы, расположения и шероховатостей) сложнопровфильных поверхностей. Для одномерных измерений длины, как расстояние между точками, достаточно знать эти точки, провести через них прямую линию (ось) и с помощью хорошо разработанных эталонных средств отложить на ней единицу длины столько раз, сколько она уложится на этой оси.

В пространственных линейно-угловых измерениях прямая передача размера единицы длины от первичного эталона единицы длины традиционными одномерными методами и средствами невозможна без существенной потери точности [2, 3, 4]. Необходимы специальные методы и средства, позволяющие с требуемой точностью передавать единицу длины и реализовывать ее с одновременной механической реализацией системы контроля и алгоритмов, в соответствии с которыми вычисляются ГП.

Точные измерения должны обеспечиваться специальными эталонами для передачи в промышленность единицы длины при измерении

конкретных геометрических параметров. То есть, система должна быть построена, учитывая отличия трехмерных координатных измерений ГП сложнопрофильных поверхностей от одномерных измерений длины.

В прецизионном машино- и приборостроении основной измеряемой физической величиной является длина - 80-90% всех измерений составляют линейно-угловые. [5]

Отклонения формы сопрягаемых поверхностей деталей вращения при их сборке вызывают изменения точности формы поверхности, в процессе чего она теряется, происходит износ, вибрация, что в свою очередь влияет на качество изделий высокоточных соединений.

Созданы средства измерений и контроля, параметров отклонений формы от круглости и расположения поверхностей вращения на базе специальных программ измерения геометрических параметров деталей коленчатых валов, поршней, конических и цилиндрических шестерен и т.п. Установкой (координатно-измерительная машина TESA Micro-Nite 3D DCC) измеряются формы, положения деталей и 3-D параметры, стремясь к тому, чтобы все измерения выполнялись точно, документировались в соответствии с надлежащими требованиями качественно и экономично.

Существующие приборы на данный момент модернизируются, расширяя спектр измеряемых деталей геометрических параметров сложнопрофильных поверхностей.

Многообразие измерения форм деталей делает разнообразными и задачи измерения.

Координатно-измерительная машина учитывает измерительные оси, их длину и точность, особые требования относительно точности позиционирования, например, при особо малых деталях или относительно посадочного места детали и геометрии щуповой консоли. Минимизация влияния пользователя с высокой степенью автоматизации.

На рис. 1 представлен кругломер для высокоточных измерений и контроля поверхностей вращения на базе специальных программ измерения геометрических параметров.



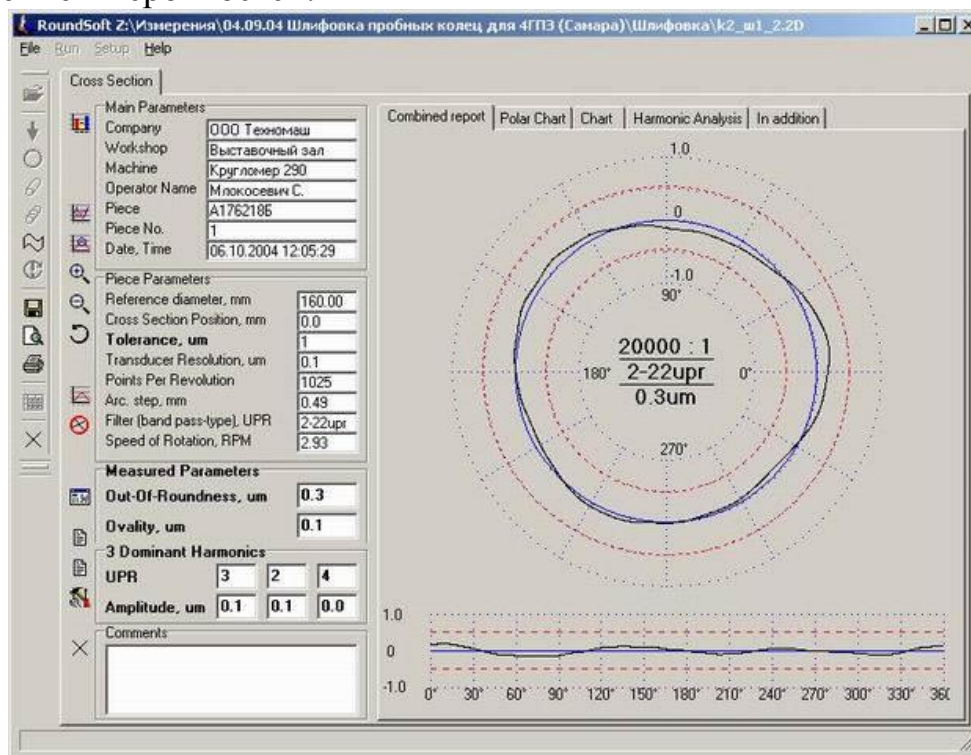
*Рис. 1 – Установка измерений и контроля поверхностей вращения на базе специальных программ измерения геометрических параметров*

Примерами использования, наряду с поршнями двигателей, могут быть направляющие на внутренних и внешних кольцах цилиндрических роликовых подшипников или продольный профиль цилиндрических тел качения.

Использование возможностей стандартного измерения и обработки результатов выполняются для: головок поршней, боковых поверхностей канавок для поршневых колец, для канавок для поршневых колец, отверстий под поршневые пальцы. При этом измерения боковой поверхности и дна паза требуют точного согласования геометрии щуповой консоли и шара щупа, а измерения в болтовых отверстиях - крепежного приспособления к геометрии поршня. Измерения поршня производятся щуповыми консолями. Универсальное крепежное приспособление допускает путем простой подгонки опор быструю замену типа детали.

В качестве результатов обработки предоставляются таблицы и графические изображения профилей.

Современная измерительная аппаратура позволяет отделить друг от друга неровности, повторяющиеся неодинаковое число раз по длине окружности. На рис. 2 представлена круглограмма, т.е. график, записанный в полярных координатах с определенным радиальным увеличением неровностей.



*Рис. 2 – График шлифовки пробных колец государственного подшипникового завода*

Новые приборы нашли широкое применение там, где использование кругломеров в обычном понимании (прибор с точным шпинделем) затруднено или невозможно: отклонение от круглости на роторах



генераторов и турбин, валов авиадвигателей, цапф направляющих лопаток гидротурбин.

Для достижения качества изделий и управления ими необходимо нормировать, технологически обеспечивать и контролировать неровности поверхности. Обоснованное нормирование и стандартизация должны базироваться на результатах анализа связей неровностей поверхности с эксплуатационными показателями.

Технологическое обеспечение заданных норм требует выявления формы и интенсивности связей неровностей поверхности с конкретными технологическими факторами.

Обе эти задачи решаются совместным применением теоретического анализа и экспериментальных исследований. Для их решения требуются определенная измерительная техника и методика проведения анализа результатов наблюдений. [6]

### **Литература**

1. <http://www.rusarticles.com/samorazvitie-statya/chto-takoe-chetvertoe-izmerenie-chitajte-i-poluchite-dostupnyj-otvet-581224.html>
2. ГОСТ 8.181-2004 ГСИ. Государственный специальный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений параметров эвольвентных поверхностей.
3. ГОСТ 8.420-2002 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности.
4. МИ 1920-88 Рекомендация. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений параметров отклонений формы и расположения поверхностей вращения.
5. Сарвин, А. А. Системы бесконтактных измерений геометрических параметров. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. – 144 с.
6. Дунин – Барковский, И. В. Измерения и анализ шероховатости, волнистости и некруглости поверхности / И. В. Дунин – Барковский, А. Н. Карташова. – М.: Машиностроение, 1978. – 232 с.
7. 446-84 ГСИ. Кругломеры накладные специальные для измерения отклонения от круглости. Методы и средства поверки.
8. МИ 1138-86 ГСИ. Меры отклонения от круглости образцовые 2 и 3-го разрядов. Методика метрологической аттестации (взамен МИ 387-83).

**КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. УГЛЕПЛАСТИК**

**Орешкина В. М.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Технологии металлов и судоремонта)

This report examines the mechanical properties of the material carbon. Creates a comparative characterization of the mechanical properties of carbon and aluminum.

Преимущество карбона перед другими материалами - малый вес, высокая прочность, стабильность и отличная сопротивляемость усталости. Сочетание всех этих достоинств в одном материале и делает его уникальным и незаменимым во многих отраслях.

Карбон, он же углепластик, он же графит – чаще всего под этим термином подразумевают изделие, сделанное из композитного материала с применением углеволокна. Композит подразумевает сочетание двух и более компонентов с разными свойствами. Сами по себе компоненты этих материалов не обладают какими то уникальными прочностными характеристиками, но выступая в союзе, придают материалу новые свойства, где лучшие стороны одного материала дополняют лучшие стороны другого.

В армированных пластиках на основе углеволокна в роли матрицы (полимерного связующего) выступает смола (полиэфирная, винил эфирная, эпоксидная, реже другие смолы), а усиливающую основу составляют, располагающиеся в ней, углеволокна. Смола удерживает волокна в заданном положении, т.е. поддерживает форму и задает начальную характеристику пластика. Волокна же, обеспечивают повышенные механические и физические свойства. Само углеволокно, производят из линейного полимера акрилонитрила (один из распространенных способов), аморфного вещества белого цвета. Вещество обрабатывается в автоклаве под большим давлением и высокой температуре. Температурная обработка состоит из нескольких условных этапов:

- нагрев исходного (вискозного или полиакрилонитрильного) волокна при высокой температуре, при этом происходит его обугливание.
- «стадия карбонизации» — нагрев волокна в среде инертного газа при температурах от 800 до 1500 °С. В результате карбонизации происходит образование углеродных структур и удаление посторонних включений.
- процесс термической обработки в инертной среде при температурах 1600-3000°С. На этой стадии происходит насыщение волокна углеродом и его содержание доводится до максимальной величины. Чем большей температуре подвергается волокно и дольше обрабатывается в печи, тем более качественным, и дорогим оно становится.

Важнейшее преимущество углепластика перед другими материалами – анизотропность. В отличие от металлов, которые обладают изотропностью (т.е. независимостью свойств от направления), углеволокна имеют выраженную анизотропию, т.е. четкую зависимость своих физических свойств от направления. Это уникальное свойство можно использовать для придания конструкции требуемых характеристик. Используя ориентацию волокон в изделии при создании, например, велосипедной рамы из карбона, инженер может увеличить торсионную жесткость при этом сделать ее упругой и податливой к продольным нагрузкам.

Кроме того, в отличие от металлов углепластик не ограничен свободой при выборе формы изделий

- Метод получения многослойных изделий из препрегов
- Формование препрегов с использованием металлических штампов

- Автоклавное формование
- Метод намотки трубчатых изделий
- Метод намотки нитями
- Пултрузия
- Инжекционный метод
- Метод формования на матрице листовых формовочных

материалов

Таб.1 Сравнительная характеристика углепластика с другими материалами

Материал Характеристика	Алюминиевый сплав	Титановый сплав	Углепластик (карбон)
Предел прочности, МПа	250-500	600-1100	1600
Плотность, г/см <sup>3</sup>	2,6-2,8	4,5	1,75

Сочетание вышеперечисленных качеств делает этот удивительный материал незаменимым во многих отраслях. Не зря за последние десятилетия ассортимент изделий из карбона многократно вырос. Сегодня такие высокотехнологичные отрасли как космонавтика, авиация, автомобильная промышленность, машиностроение, приборостроение и другие отрасли невозможно представить без этого уникального, незаменимого материала. Материала настоящего и будущего – углепластика.

### Литература

1. URL: <http://www.pinkbike.com/>
2. URL: <http://www.youtube.com/>
3. URL: <http://en.wikipedia.org/>

## ДИНАМИЧЕСКИЕ РАЗРУШЕНИЯ

Петрова Н. Е. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТМиС)

**Ключевые слова.** Прочность, напряжения, деформации.

**Аннотация.** Рассмотрен механизм динамических разрушений и динамическая прочность корпусных конструкций.

### 1. Введение

В инженерной практике часто встречаются случаи, когда нагрузка достаточно быстро изменяет свое направление или величину, т.е. зависит от времени. Такое нагружение называется динамическим и вызывает значительные силы инерции в конструкции, которые приводят к появлению дополнительных напряжений и деформаций.

Известны случаи, когда инженерные конструкции, рассчитанные с большим запасом прочности на статическую нагрузку, разрушались под действием сравнительно небольших динамических сил. С целью избежания этих нежелательных явлений необходимо с особой тщательностью подходить к расчетам элементов конструкций, которые в данном случае более сложны, чем при статических нагрузках. Они требуют привлечения более сложных методов определения внутренних сил, учитывающих разнообразные воздействия динамической нагрузки, особенности сопротивляемости материалов. Так, при действии ударной нагрузки, характеризующейся чрезвычайно малой продолжительностью, многие материалы, которые при наличии статических сил проявляли себя пластичными, работают как хрупкие. В случае колебаний упругой системы многократно повторяющиеся нагрузки приводят к резкому снижению прочности материалов, связанному с усталостными явлениями.

### 2. Динамические разрушения

Трудности расчета динамических нагрузок в первую очередь связаны с определением характера изменения функции напряжения в зоне контакта соударяемых тел по пространственным координатам и во времени. Большие сложности возникают и при учете волновых процессов, возникающих, как в зоне контакта, так и внутри соударяемых тел и учет фактора рассеяния энергии.

Процессы накопления повреждений при динамическом деформировании можно отнести к одному из следующих двух классов:

К первому классу относятся процессы динамического деформирования материала, в которых напряжение не превышает пределов прочности материала. При этом предполагается, и изменения скорости деформации соответствуют установившемуся режиму или плавно меняются (без скачкообразных изменений). В этом случае зависимость процессов накопления повреждений от времени будет неявной.

Ко второму классу относятся процессы динамического деформирования материала в конструктивных элементах с локальными кратковременными превышениями пределов прочности материала, соответствующих некоторой установившейся скорости деформации. Однако состояние макроразрушения наступает только после истечения некоторого интервала времени, в течение которого происходит накопление критического уровня повреждений. Подобные ситуации могут возникать при распространении ударных фронтов волн нагрузки-разгрузки. В этих случаях процесс накопления повреждений будет существенно неравновесным, т.е. зависящим явно от времени. Примером неравновесного накопления повреждений и разрушения является разрушение отколом.

Таким образом, процессы накопления повреждений при динамическом деформировании приводят конструкцию к критическому напряженно-деформированному состоянию. Количество дислокаций на границах зерен, возрастая, достигает критической величины. Вследствие этого на какой-то стадии развития пластической деформации в местах скопления дислокаций и сдвигов пачек скольжения на границах зерен возникают зародыши трещин. Зародыши, которые раньше других достигают критических размеров, превращаются в быстро распространяющиеся трещины. Разрушение происходит в результате или развития нескольких трещин, или слияния рядом расположенных трещин в одну магистральную трещину, по которой идет полное разрушение.

### **3. Динамическая прочность корпусных конструкций.**

Прочность корпусных конструкций оценивается по критериям предельной и усталостной прочности, которые устанавливают определенную связь между характеристиками напряженности (либо деформаций) корпуса и параметрами его опасного состояния. При формулировке этих критериев должны быть учтены особенности условий их эксплуатации и напряженного состояния корпусов.

Экстремальные нагрузки должны определяться на основании долговременных распределений волновых и ударных изгибающих моментов, построенных с учетом их статистической взаимосвязи. Эта взаимосвязь проявляется в амплитудной корреляции процессов изменения волнового и ударного изгибающих моментов, возрастающей с увеличением интенсивности волнения.

Характеристика корпуса как механической системы, работающей под действием экстремальных нагрузок в упруго-пластической области деформирования, зависит от ряда факторов, из которых основными можно считать: степень физической и геометрической нелинейности системы, вид сечения корпуса, систему его набора. Начальные несовершенства набора и обшивки (суда по условиям эксплуатации могут иметь достаточно большие остаточные прогибы связей днища и второго дна при

относительно малых прогибах связей палубы), а также работа материала этих связей в упруго-пластической области обуславливают нелинейный вид характеристики, связывающей изгибающий момент с кривизной изогнутой оси корпуса. Уточнение и конкретизация этих характеристик представляют достаточно сложную задачу.

#### **4. Заключение.**

Сложность статической природы суммарного процесса волновых и ударных изгибающих моментов и недостаточная изученность многочисленных факторов, его определяющих, затрудняют построение долговременных распределений. Эта задача остается одной из актуальных проблем, от которых зависит повышение достоверности и обоснованности оценки предельной прочности корпусных конструкций.

#### **Литература**

1. К. Ravi-Chandar. Dynamic Fracture / К. Ravi-Chandar. - The University of Texas, Austin, USA, 2004
2. Проблемы прочности судов / Под. Ред. В. С. Чувиковского. – Л. : Судостроение, 1975. – 368 с. : ил.

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ - КОМПЛЕКСНАЯ НАУКА, ОКАЗЫВАЮЩАЯ ОСНОВНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ И НАДЕЖНОЙ РАБОТЫ ТЕХНИКИ**

**Баева Л. С., Пашеева Т. Ю.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Технологии металлов и судоремонта)

**Аннотация.** The urgency of further improvement of reliability and durability of the parts of the machines there can be no doubt about that. It is necessary to increase and make researches deeper keeping the positive technological heredity you must pay great attention to the metallurgical and metal factors.

Материаловедение относится к числу основополагающих дисциплин для многих специальностей. Это связано с тем, что разработка и получение новых материалов, способы их обработки являются основой современного производства и во многом определяют научно-технический уровень развития и экономический потенциал страны. Проектирование рациональных, конкурентоспособных изделий, организация их производства и эксплуатация невозможны без достаточного уровня знаний в области материаловедения. В последние десятилетия материаловедческая наука была связана не только с совершенствованием традиционных металлических материалов, но и с созданием принципиально новых классов конструкционных материалов – полупроводников и пластических масс, композиционных материалов и металлокерамики, аморфных сплавов и сверхпроводящих керамик, наноструктурных материалов и технологий. Задачами материаловедения стало не только изучение строения и свойств каждого из указанных классов материалов, но и их совместного поведения в конструкциях и изделиях [1].

Следует признать, что сегодня материаловедение еще не достигло уровня строгой фундаментальной естественной науки, так как в ней отсутствуют два основных признака (критерия) этого: единая теория основного материального объекта ее исследования и система, объединяющая на научной основе различные виды металлических и неметаллических материалов. В результате, конкретизация и упорядочение изложения теоретических основ материаловедения представляется крайне важной и актуальной задачей этой дисциплины на современном историческом этапе, позволяющей раскрыть индивидуальность этой важнейшей учебной и научной дисциплины, показать единство и специфику структуры и свойств, внешне, казалось бы, таких различных материалов, как металлы, полимеры, керамика и т.д. Раздел теоретических основ материаловедения является интегральной компонентой этой дисциплины, в которой излагаются, прежде всего, исходные и наиболее общие фундаментальные и универсальные разделы науки, позволяющие

ответить на основополагающие начальные вопросы единства и различия структуры и свойств металлических и неметаллических материалов. Прикладное материаловедение как дифференциальная компонента изучает более частные вопросы оценки структуры, свойств, переработки и рационального применения различных материалов в конкретных изделиях и конструкциях, т.е. развивает, прежде всего, практическую (прикладную) область этой науки. Основной практической целью материаловедения является оптимизация состава, структуры, свойств конкретных видов материалов и методов их переработки с целью получения изделий и конструкций с заданными эксплуатационными свойствами. Современное материаловедение, опираясь на ряд основных типов металлических и неметаллических материалов (рис.1), представляет собой комплексную (междисциплинарную) науку и учебную дисциплину. Она основана на симбиозе как минимум четырех наук: химии, физики, механики и технологии, являясь производной от них дисциплиной [1].

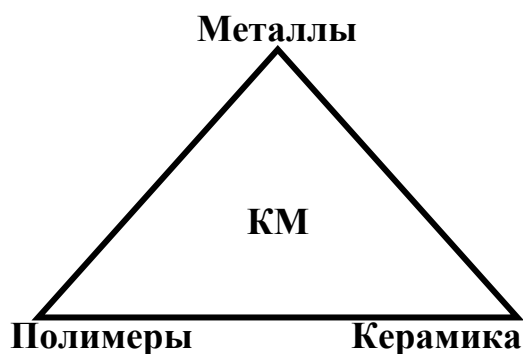


Рис.1. Основные (базовые) виды современных материалов в единой системе материаловедения

Оценка использования конструкционных материалов показывают, что масштабы и объемы производства конкретного материала определяются технико-экономической эффективностью его применения. Инженерно технические свойства материалов определяются требованиями технической задачи и организации производства.

Металлы, обладающие высокой вязкостью разрушения, уступают керамике по нормативной прочности, что затрудняет замену металла другим материалом, например полимером. Значение конструкционного материала можно определить и по его положению во всем диапазоне свойств материала (таб.1).

При достаточно высокой прочности сталь имеет широкий диапазон ее варьирования, высокую температуру плавления, низкую теплопроводность, высокую вязкость разрушения. Но особенно важным преимуществом стали является возможность расширения диапазона нужных свойств изменением ее химического состава, термической



обработкой (определенной структурой), возможностью формообразования изделия в жидком и твердом состояниях и соединения сваркой [1].

Таблица 1. Механические и термические свойства материалов

Наименование свойств	Различие свойств, определяемое физической природой материала		
	7,8-0,5 (1)	7,9 (2)	22,5 (3)
Плотность, г/см <sup>3</sup>	7,8-0,5 (1)	7,9 (2)	22,5 (3)
Предел прочности при растяжении, Н/мм <sup>2</sup>	10(4)	440-2100(2)	4800(5)
Вязкость разрушения K <sub>1C</sub> , МПа·м <sup>1/2</sup>	0,2 (6)	140-220 (2)	350 (7)
Коэффициент термического расширения, 10 <sup>-6</sup> °С/К	0,5 (8)	10-20 (2)	250 (9)
Теплопроводность, Вт/(м · К)	0,1 (1)	15-60 (2)	350 (10)
Температура плавления, К	365(11)	1570-1800 (2)	3925(12)

Примечание: 1 - древесина; 2 - сталь; 3 - осмий; 4 - свинец; 5 - стекловолокно; 6 - цемент; 7 - никель; 8 - стекло; 9 - полиэтилен; 10 - медь; 11 поливинилхлорид; 12 - графит.

Более чем 3,5 тыс. лет истории развития производства и применения стали дают основание считать, что сталь – важнейший конструкционный материал. Жизнь показала, что сталь была, есть и будет на ближайшие годы основным конструкционным материалом. Немаловажная роль при изготовлении металлических конструкций принадлежит таким технологическим свойствам стали, как способность к резке, правке, гибке, изготовлению отверстий без появления трещин и надрывов. В механике деформированного твердого тела применяют теории наследственной упругости и пластической наследственности, которые учитывают деформацию тела в настоящем от его деформации при предыдущем воздействии. В материаловедении давно используют термин «наследственно-мелкозернистая сталь» и «наследственно-крупнозернистая сталь», что отражает зависимость способности зерен стали увеличивать свои размеры при нагреве от ее химического состава и способов раскисления.

В настоящее время коренным образом изменился взгляд на способы достижения стабильно высокого качества металлических изделий. Раньше исключительную роль при разработке мер повышения эксплуатационных свойств деталей вследствие улучшения качества поверхности и поверхностного слоя деталей отводили финишным операциям (шлифованию, полированию, поверхностному пластическому деформированию и др.). Выполненные исследования зависимости свойств изделий от технологических методов их изготовления убедительно доказывают существенное влияние на результаты финишных операций и

эксплуатационные свойства изделий предшествующих технологических процессов (ковка, термическая обработка поковок, операции при черновой механической обработке). По результатам этих работ установлено, что при производстве изделий существует технологическая наследственность, которая отражает зависимость результатов последующих операций от результатов предыдущих и зависимость эксплуатационных свойств от этого. В процессе эксплуатации видно, что каждая деталь обладает своей технологической наследственностью. Детали, которые надежно и длительно работают при эксплуатации, обладают положительной технологической наследственностью, а детали, которые разрушаются преждевременно, - отрицательной. Учитывая актуальность дальнейшего повышения надежности и долговечности деталей машин, необходимо расширить и углубить исследования по обеспечению положительной технологической наследственности и предотвращению формирования отрицательной, т.е. исключить нежелательные отклонения в передаче структурно-напряженного состояния объекта производства от предыдущих позиций обработки на последующие.

Основное внимание необходимо уделять металлургическим и металловедческим факторам. Начало процесса изготовления деталей находится в заготовительных цехах, когда кузнецы мерной штучной заготовке, а литейщики определенному объему жидкого расплава придают необходимые размеры и форму. Это первое проявление технологической наследственности на машиностроительном предприятии, которое определяет весь комплексный технологический процесс изготовления деталей. При этом не только геометрия заготовок влияет на свойства материала, но и материал влияет на сохранение и изменения формы и размеров заготовок. Таким образом, на стадии изготовления заготовок происходит кардинальное наследование – рождается союз формы и содержания будущих деталей: свойства исходного материала переходят на свойства конкретной продукции [1].

Комплексным направлением достижения высокого качества и надежности продукции является еще одно направление – инженерия поверхности, которая основана на инженерных расчетах, инженерных зависимостях, увязывающих в единую систему различные показатели и критерии конструкторского и технологического характера. Если раньше успеха достигали при решении проблем в отдельных технологиях (производстве стали, изготовлении заготовок, механической обработке резанием, термической и химико-термической обработке), то в настоящее время нужны не сумма отдельных технологий, а ансамбль технологий, обеспечивающий благоприятное взаимовлияние этих технологий и положительное влияние их действия на эксплуатационные свойства изделий. Именно такой подход может обеспечить и постоянство изделий, и

требуемую эксплуатационную наследственность, необходимую для обеспечения длительной и надежной работы техники.

Поскольку все свойства деталей определяются их структурой и напряженным состоянием, которые формируются на всем протяжении процесса изготовления деталей, то возникла необходимость применения технологического наследственного металловедения (материаловедения), целью которого является изучение и установление связей между структурой и свойствами исходного материала, заготовок, деталей. Это позволит оценивать технологическую (производственную) наследственность в конкретных условиях каждого производства [1].

### **Литература**

1. Плошкин, В.В. Материаловедение: учеб. Пособие для вузов / В.В.Плошкин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 463 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.
2. Сироткин О.С. // Все материалы. Энциклопедический справочник, 2013 №1. С.10-14.
3. Зинченко В.М., Маневский С.Е., Прохорова А.И. // Технология металлов, 2012 №10. С.12-18.

## **О ВЛИЯНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ НА НАДЕЖНОСТЬ СВАРНЫХ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**Баева Л. С., Пашеева Т. Ю.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Технологии металлов и судоремонта)

**Аннотация.** This work represents the positive aspect of the employment of things of the technological heredity in technical processes of manufacturing of hulk structures of a ship are represented in this work. It shows their positive influence on the effect and safety of navigation.

Даже при строгом соблюдении всех изученных норм проектирования и стандартных технологических правил бывают сравнительно редкие исключения и сварные конструкции внезапно разрушаются. Теоретические разработки, инициированные этими разрушениями, в 1960-х годах привели к появлению новой науки - механики разрушения, изучающей условия движения трещин в конструкциях. Оказалось, что в стальных листах трещины могут распространяться со скоростью волн Релея – характерных для землетрясений поверхностных волн, амплитуда которых экспоненциально затухает с глубиной. В сталях скорость таких волн составляет около 2 км/с. При такой скорости периметр срединного сечения крупного судна длиной 100 м может разрушиться за 0,05 с (человеческий глаз способен различать временные интервалы только больше 0,1 с). В настоящее время разрушения судов не прекращаются. Достаточно часто в них появляются трещины длиной несколько метров. Реже происходит полное разрушение крупных судов [1]. Самыми драматичными последствиями разрушений являются разламывания, которые, как правило, происходят в наиболее напряженных конструкциях корпуса или в дефектных районах сварных швов. Примером тому могут служить нашумевший разлом греческого танкера «Престиж» в ноябре 2002 года и российского танкера «Волгонефть-139» в ноябре 2007 года. Недостаточная прочность корпуса особенно наглядно проявляется при попадании судна на так называемые волны-убийцы, что обычно приводит к разламыванию корпуса.

Безопасность мореплавания – наиболее актуальная проблема в области водного транспорта, которая во многом зависит от технического состояния корпуса судна и его корпусных конструкций, методов и способов их изготовления. Корпус судна в процессе эксплуатации испытывает воздействие различного рода нагрузок: от перевозимого груза, волновых при плавании в штормовых условиях, из-за колебаний температуры окружающей среды, от вибрации. Следует иметь в виду такой неблагоприятный фактор, как наличие агрессивной среды, вызывающей усиленную коррозию. Основным опасным последствием возникновения эксплуатационных дефектов в корпусной конструкции судна является

снижение прочности. На прочность корпуса судна влияют остаточные сварочные деформации. Швы сварных соединений корпусных конструкций судов являются наиболее уязвимым звеном, поскольку именно здесь начинаются разнообразные процессы, приводящие в конечном итоге к повреждениям или разрушению. При изготовлении корпусных конструкций судов не всегда удается избежать технологических дефектов. В связи с возрастающими требованиями к качеству изготовления корпусных конструкций судов необходимы разработка и внедрение программы улучшения технологических процессов резки, сборки и сварки, совершенствования анализа дефектности и планирования качества. Таким образом, повышение качества изготовления корпусных конструкций судов путем совершенствования управления технологическими процессами является реальной возможностью повышения безопасности мореплавания.

Все аварии сварных конструкций принято разбивать на два типа:

1. Разрушения при высоком уровне напряжений, когда напряжения в месте возникновения разрушения превысили допускаемые или расчетное сопротивление материала.
2. Разрушения при низком уровне напряжений, при которых все требования расчетов на прочность выполнены, а конструкция тем не менее разрушилась.

Первый статистический анализ факторов, приводящих к разрушению сварных конструкций при низком уровне напряжений, выполнил Международный институт сварки (МИС). МИС провел анонимные общественные исследования. Результаты статистической обработки этих анкет приведены в таб. 1 [1].

Корпусная конструкция судна должна работать при соблюдении проектных условий и преждевременное ее повреждение или выход из строя свидетельствует, что была нарушена технология изготовления. Появление повреждений корпусных конструкций судна обуславливается не только воздействием сил (например, ледовых нагрузок, вибрации), но и дефектами, допущенными при постройке судна. К числу этих дефектов можно отнести технологические недостатки - нарушение режима сварки, неправильная последовательность сборки, чрезмерные зазоры или смещения при сборке, недостаточная точность деталей и др., ухудшающие свойства материала и создающие дополнительную концентрацию напряжений.

Диагностирование технического состояния корпусных конструкций и прогноз его изменения при дальнейшей эксплуатации устанавливается на основе анализа деградационных процессов и выявления параметров технического состояния, обуславливающих переход элемента или всей конструкции в критическое или предельное техническое состояние.

В реальных условиях эксплуатации в корпусных конструкциях судна могут достигаться одно или несколько предельных состояний. Достижение одного предельного состояния может привести к появлению другого. Как правило, еще на стадии изготовления, транспортировки и монтажа корпусной конструкции материал подвергается механическому и термическому воздействиям, обуславливая охрупчивание металла, по крайней мере, в некоторых зонах и элементах конструкции. Особенно существенное охрупчивание металла возникает в результате нарушения технологии сварки.

Таблица 1.  
Статистическая характеристика факторов, указываемых среди причин аварии

№	Наименование фактора	Количество случаев	Частота, %
1	Конструктивные концентраторы	18	13,6
2	Усталостные трещины	9	6,8
3	Коррозионные трещины	1	0,78
4	Технологические надрезы (кроме сварочных)	9	6,8
5	Трещины в зоне термического влияния	3	2,5
6	Трещины в металле шва	2	1,6
7	Другие дефекты сварки (поры, непровары и т. п.)	9	6,8
8	Внешняя нагрузка (перегрузка конструкции)	8	6,1
9	Термические напряжения	6	4,5
10	Пониженная ударная вязкость основного металла	26	19,7
11	Остаточные напряжения	17	12,9
12	Дефекты структуры основного металла	0	0
13	Старение металла и его наклеп	14	10,6
14	Неправильная термообработка	3	2,3
15	Дефекты закалки и отпуска	1	0,78
16	Другие дефекты технологии	0	0
17	Структура и состав металла шва	0	0

Следует иметь в виду, что охрупчивание, возникающее в процессе эксплуатации, не устраняет охрупчивание, появившееся при изготовлении, транспортировке и монтаже металлической конструкции, а, как правило, увеличивает его. Типичные степени охрупчивания свариваемых конструкционных сталей при разных его видах представлены на рисунке 1 [1].

Существенно увеличить качество корпусных конструкций можно за счет технологического воздействия и в первую очередь более полного использования эффекта технологической наследственности и самоорганизации процессов. Под технологической наследственностью понимается изменение эксплуатационных свойств изделий во времени под

влиянием технологии изготовления. Эксплуатационные свойства изделий определяются физико-механическими свойствами материала составляющих деталей, состоянием их поверхностей и также технологическими процессами их сборки. Поэтому можно считать, что технологическая наследственность зависит от всех технологических операций как изготовления заготовок, отдельных деталей, так и их сборки, и поэтому их следует рассматривать не изолированно в отрыве друг от друга, а в тесной взаимосвязи, поскольку наследственность формируется комплексно и так же изменяется во время эксплуатации изделия [1].



Рис. 1. Влияние технологических и эксплуатационных факторов охрупчивания на величину охрупчивания конструкционных сталей:

1 - холодная вальцовка; 2 - деформационное старение; 3 - термический цикл сварки; 4- обратимая допусковая хрупкость; 5 - попадание влаги в сварочную ванну; 6 - малоцикловая усталость; 7 - тепловая хрупкость сталей со структурой феррит-перлит; 8 - наводороживание; 9 - сероводородное растрескивание; 10 - тепловая хрупкость сталей со структурой сорбита отпуска.

Общей основой технологической наследственности являются фазовые и структурные превращения в металле, происходящие в результате различных воздействий на него в течение осуществления технологического процесса изготовления деталей (заготовок). Поэтому в настоящее время нужны не сумма отдельных технологий, а ансамбль технологий, обеспечивающий благоприятное взаимовлияние этих технологий и положительное влияние их действия на эксплуатационные свойства изделий.

Только одно применение термина технологическая наследственность указывает на то, что необходимо учитывать и исследовать весь технологический процесс изготовления корпуса судна. Именно такой

подход может обеспечить и постоянство свойств изделия, и требуемую эксплуатационную наследственность, необходимую для обеспечения длительной и надежной эксплуатации корпуса судна.

### **Литература**

1. Копельман Л.А., Основы теории прочности сварных конструкций: Учебное пособие. 2-е изд., испр. – СПб.:Издательство «Лань», 2010.-464 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Горицкий В.М., Диагностика металлов / В.М.Горицкий. – Научн.изд. -М. : Металлургиздат, 2004.- 402с.: ил., табл.
3. Зинченко В.М., Маневский С.Е., Прохорова А.И. // Технология металлов, 2012. №10. С. 12-18.



## **РЫБОПРОМЫСЛОВЫЙ ФЛОТ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИИ**

**Баева Л. С., Паршев Ю. В.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Технологии металлов и судоремонта)

In work the technical condition of fishery fleet and its influence on food safety of Russia is presented.

Ресурсная база и состояние запаса рыбы в меньшей мере зависит от деятельности и конкретных усилий специалистов и управленцев от бизнеса, науки и даже чиновничьих действий. Дальнейшая же организация рыбной отрасли напрямую связана с финансами, кадрами, инвестициями, техническим регулированием и различными аспектами валютного, налогового, таможенного и др. законодательства.

В данной работе основной акцент будет сделан на техническую составляющую рыбного бизнеса, т.е. на рыболовный флот. Рыба является, как составляющая пищевого баланса в мире. Потребление рыбы во всём мире растёт, но в то же время растут и проблемы, связанные с устойчивостью уловов в морях и возможностью мировой рыбной индустрии удовлетворить растущий спрос. Данные Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО) показывают, что в то время как количество рыбы на мировом рынке выросло в период с 1950 до 2000 гг., устойчивость мировых рыбных запасов все чаще ставится экспертами под сомнение. В настоящее время мировое потребление рыбы составляет 94,6 млн. тонн промысловой рыбы в год по сравнению с 62,9 млн. тонн рыбы и морепродуктов, произведенных на объектах аквакультуры. [3]

Потребление рыбы и морепродуктов во всем мире в 1970-х годах составляло около 12 кг на душу населения в год. Сейчас этот показатель находится на уровне между 17 кг и 18 кг. В то время как количество рыбы, производимой рыбоводческими хозяйствами, растет, растет и общее потребление рыбы, и население планеты, и число людей, употребляющих в пищу рыбу и морепродукты. При этом рост всех показателей объясняется, прежде всего, развитием аквакультуры, то есть искусственного разведения рыбы и морепродуктов. Вскоре получение рыбы на основе аквакультуры может превысить по объему ее добычу естественным путем (вылов). [1,3]

Рыболовная отрасль имеет огромное значение для миллионов людей. В отрасли занято не менее 540 млн. человек, это около 8% населения Земли. В 2007 году было выловлено 140 млн. тонн, а в 2009 - 145 млн. тонн, в 2011 - 160 млн. тонн. За счет рыбы обеспечивается до 15% ежедневного потребления животных белков трех миллиардов человек. Если говорить о Российской добыче рыбы, то наша страна занимает

восьмое место - 3,6 млн. тонн (2011 г.). Это почти столько, сколько выловили рыбаки Чили 3,7 млн. тонн. [3,5]

Первое место занимает Китай - 14,8 млн. тонн, видимо, вместе с «импортированным» уловом. Нас опережают Перу, Вьетнам, Таиланд, США и другие. Водные биологические ресурсы являются традиционным элементом обеспечения продовольственной безопасности многих стран мира, в том числе и России, как великой морской державы. Кроме того, водные биологические ресурсы для значительной части населения, особенно прибрежных районов, для коренных малочисленных народов представляют собой основу жизни и источником занятости.

В ряде регионов страны (Приморский край, Камчатская, Сахалинская, Калининградская, Астраханская и Мурманская области) рыбное хозяйство в период бурного расцвета являлось приоритетной отраслью экономики.

В советское время рыбная отрасль представляла собой мощный комплекс, обладавший рыболовецким флотом, перерабатывающим производством, своей научной базой. Ежегодно в России добывалось не менее 9 миллионов тонн рыбы и рыбопродуктов. Душевое потребление рыбопродуктов в то время достигло медицинской нормы и составляло 21-22 кг, приблизившись к научно обоснованным нормам потребления. [3]

В Советском Союзе был создан современный и самый мощный в мире промысловый флот. В него входили: рыболовный, научно-исследовательский, рыбообработывающий, приёмо-транспортный, рыбоохранный и вспомогательные суда, который вёл промысел во всех районах Мирового океана, в том числе и в труднодоступной части Южного океана, где вылавливался особо ценный объект - антарктический криль, источник пополнения пищевого баланса страны.

Сегодня в отечественном рыбохозяйственном комплексе очень сложная ситуация. Прежде всего, это касается материально-технического оснащения отрасли, которая занималась добычей рыбных ресурсов. Это крупнотоннажные и среднетоннажные суда.

В настоящее время состав рыбопромыслового флота насчитывает всего лишь 2835 судов. Причем 80% из них эксплуатируются с превышением нормативных сроков. Более 90% судов рыбопромыслового флота это малоэффективные, физически изношенные и морально устаревшие образцы, построенные по проектам 60-70-х годов прошлого века с высокими показателями энергоемкости. По своим технико-эксплуатационным характеристикам эти суда уже давно не отвечают современным требованиям. Практически весь рыбный промысел в нашей стране, включая и переработку, осуществляется на полностью изношенной технике и с применением устаревших технологий.

За время реформ добывающий флот в наибольшей мере сокращён по следующим позициям и составляет: плавбазы (11,6% от уровня 1991 года),

обрабатывающие суда (17,6%), большие добывающие суда (29,7%), производственные рефрижераторы (29,8%), крупнотоннажные и среднетоннажные суда приемно-транспортного флота (52,5%). [1]

Наш рыболовный флот стал преимущественно малым и маломерным. Рыболовный флот потерял современную структуру, в рамках которой при взаимодействии переделов акцент делается на углубленную промышленную переработку улова. При нынешней структуре флота возникла системная диспропорция между выловом и переработкой морских биоресурсов, вследствие чего закрепляется сырьевая направленность и экспорт рыбы со слабой степенью переработки и низкой величиной добавленной стоимости. Рыболовный флот России утратил статус крупного заказчика новых, технологически передовых рыболовных судов, и прежде всего больших добывающих, обрабатывающих, приемно-транспортных и рефрижераторных. Рыболовный комплекс нашей страны оказался организационно и экономически раздробленным, децентрализованным, не способным обеспечивать целостность всей цепочки добавленной стоимости от улова до реализации готовой рыбной продукции. [1,3,4]

В последнее время отрасль демонстрирует некоторый динамизм в развитии с годовым приростом объемов вылова в 300-350 тысяч тонн, но этого совершенно недостаточно для конкурентного противостояния зарубежным партнерам. Надежды связываются с реализацией целевой программы развития отрасли до 2020 года. Однако сегодня все это ставится под сомнение в связи, во-первых, с лишением Росрыболовства самостоятельности и его подчинения, как структурной единицы, Минсельхозу, а, во-вторых, отсутствием твердой уверенности в полномасштабном финансировании программы развития отрасли. Выделение по 1 млрд. рублей в год на модернизацию флота и всей инфраструктуры, по сути, не решает тех огромных проблем, которые назрели и перезрели.

Госпредприятия рыбной промышленности акционировались - и количество предприятий выросло во много раз. Рыболовецкие колхозы, созданные еще в 1929-1930 гг., сократились и пришли в упадок как излишняя структура. Минрыбхоз расформирован, образован Комитет по рыболовству, затем переименован в Госкомрыболовство РФ, а в последующем - в Федеральное агентство по рыболовству Министерства сельского хозяйства РФ.

С 01 января 2009 г. правительство РФ запретило эксплуатацию бербоут-чартерных рыболовных судов в водах России. Правительством РФ принята «Морская доктрина Российской Федерации до 2020 г.». Утвержденная Федеральным собранием и президентом РФ, разработаны Федеральные целевые программы: «Мировой океан», «Концепция развития рыбного хозяйства на период до 2020 г.», где в качестве

первоочередной задачи предусмотрены принятие нормативных актов, ускоренное развитие прибрежного рыболовства и разработка мер государственной поддержки отечественного судостроения. [2]

Были приняты необходимые постановления и приказы. В Госкомрыболовстве подготавливалось распоряжение правительства РФ о наделении судов постройки 2005-2006 гг. квотами. Но постановлением правительства РФ №704 от 20.11.2003 г. выделение квот не предусмотрено. В результате строительство прекращено. На Астраханской судовой верфи из 20 судов построены два головных МРС проекта 21280: «Звезда рыбака» и «Звезда удачи». Правительство РФ приняло новый принцип распределения биоресурсов. Новые суда не наделались квотами: на основе 2000-2003 гг., когда рыболовный флот из-за износа частью был списан, а не в 1991-1993 гг., когда флот был в хорошем состоянии, наделило пользователей квотами сначала на 5 лет, а затем закрепило в декабре 2004 г. в «Законе о рыболовстве...» сроком на 10 лет.

После введения новых правил обстановка с рыболовным флотом с каждым годом осложнялась. В апреле 2010 г. в Мурманске состоялось большое совещание под председательством премьера В.Путина, в котором приняли участие заместители премьера В.Зубков, И.Сечин, судостроители, рыбаки со всех регионов. Основная тема обсуждения - строительство рыболовного флота. Представленная рыбакам «Объединенная судостроительная корпорация» (ОСК), образованная в 2009 г., заявила, что наряду с кораблями ВМФ и танкерами для нефтегазовой промышленности готова строить рыболовные суда по лизингу, имея специализированную компанию.

По состоянию на 27 июня 2012 года из 906 судов рыбопромыслового флота более 50% эксплуатируются с превышением нормативных сроков. Пополнение из новостроя за 2010-2011 годы составило 15 единиц малотоннажных судов, построенных на ОАО «Судостроительный завод им. Октябрьской революции» в г. Благовещенске. Для сравнения за 2006-2008 годы пополнение составило 217 судов, из которых только 4 единицы из новостроя, при этом было списано - 543 судна. [1,2,3,4,5]

За истекший период рыболовный флот России растерял как количественные, так и качественные показатели. Если сейчас поставить задачу строить, то еще можно удержаться в пуле морских рыболовных держав. Если продолжать заниматься «освоением» бюджетных средств через лизинговые компании и судостроительные корпорации с миллиардными бюджетами уже не успеть.

### **Литература**

1. 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.

2. МОРСКАЯ ДОКТРИНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПЕРИОД ДО 2020 ГОДА (утверждена Президентом Российской Федерации В.В.Путиным 27 июля 2001 г. № Пр-1387) СПб., Гипрорыбфлот, 2001, 31с.

3. Баева Л.С. и др., Реновация субстратных судов// Рыбное хозяйство.— М.:, 2011, №3 С.92—95.

4. Киселёв В. К. Основные направления развития рыбного хозяйства во внутренних пресных водоёмах Российской Федерации на период до 2020 года // Рыбное хозяйство.— М.:, 2009, №6 С.16—18.

5. Крайний А.А. Рыба ищет, где глубже, а человек – где рыба // Рыбное хозяйство.— М.:, 2011, №3 С. 4—7.

**Физические процессы  
шельфовых нефтегазовых  
производств и технологий**

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОДВОДНОГО ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

Вологдин Д. А., (г. Мурманск, МГТУ, кафедра МСС и МНГД, MISWACO, Schlumberger)

### Abstract

This article is devoted to the technology of oil and gas subsea production. Flow assurance problems, construction ideas are discussed. Emerging technologies related to the industry and some major market players are presented as well. Growing significance of subsea technology is caused by moving new discovered field further from shore, deeper and colder. Subsea production system is a key for the success in development of oil and gas reserves in harsh Arctic conditions.



ns.

1 Актуальность проблемы подводного освоения месторождений нефти и газа

Подводные технологии добычи углеводородов начали развиваться с середины 70-х годов прошлого века. Впервые подводное устьевое оборудование начало эксплуатироваться в Мексиканском заливе. После ряда лет эксплуатации, показав надежность технических решений подводной добычи, подводное добычное оборудование получило широкое применение практически во всех регионах морской добычи, от шельфа северных морей, до южных широт.

Анализ поставок подводных добычных комплексов, по данным аналитических агентств, показывает все более увеличивающуюся потребность в них. Это и является показателем, как надежности такого оборудования, так и экономической эффективности его применения.

В регионах со сложными природно-климатическими условиями подводные технологии добычи позволили избежать значительных рисков.

Например, в регионах Юго-Восточной Азии тайфунов, на шельфе Канады — айсбергов. В замерзающих регионах России, где навигационный период ограничен 3–4 месяцами, альтернативы подводным добычным комплексам просто нет.

## 2 Вызовы, стоящие перед отраслью Challenges

1. Отложение гидратов, асфальтенов и парафинов в транспортной линии [10].

2. Подводный добычный комплекс не остается неизменным на протяжении всего периода эксплуатации месторождения. Давление в залежи углеводородов снижается, состав транспортируемой смеси меняется, доля воды возрастает, коррозия оказывает негативное влияние.

3. Стоимость работ в глубоководных районах диктует необходимость бурения минимального количества скважин.

4. Особенности рельефа дна могут являться причиной образования пробок и осложнений при транспортировке многофазной смеси.

5. Во время подъема флюида по райзеру, снижение давления и следующее за ним расширение газа может вызвать эффект Джоуля-Томсона. Возможно появление условий, благоприятных для образования газогидратов.

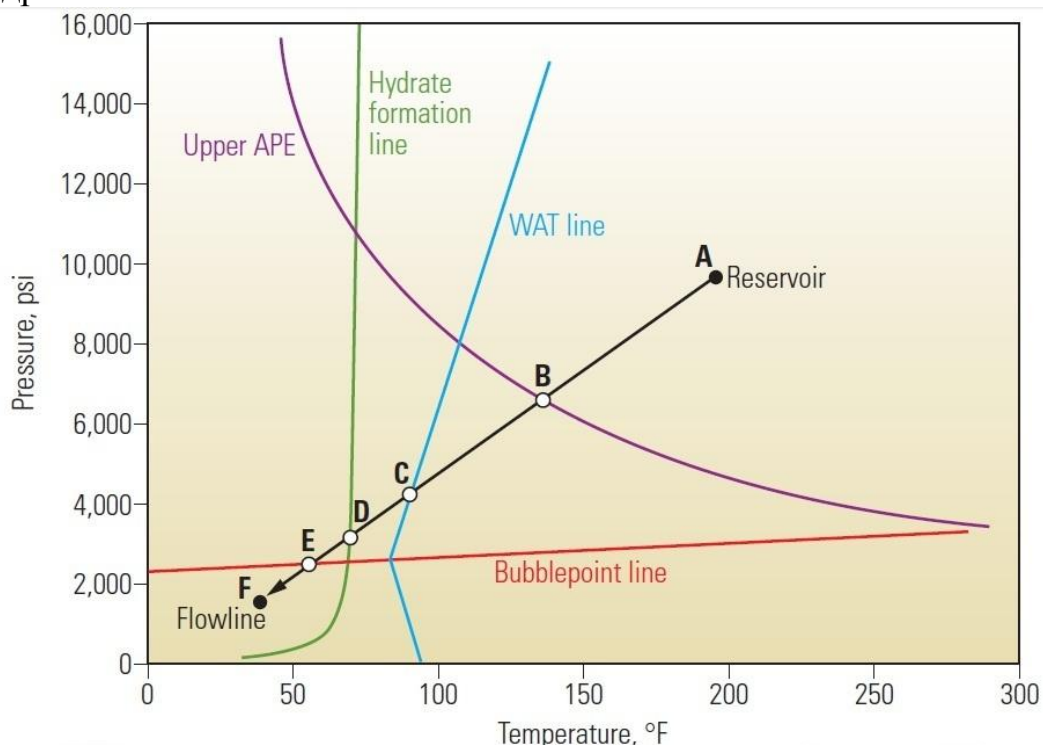


Рис. 1 Фазовое состояние флюида в зависимости от термобарических условий

В зависимости от конструкции и режима работы подводного добычного комплекса (ПДК), добываемая нефть может пересекать несколько границ фазового состояния. На пути следования добываемого флюида из резервуара Ак транспортной линии F происходит снижение давления и температуры. Снижение этих параметров вызывает выпадение



асфальтенов в осадок, как только флюид пересекает границу изменения фазового состояния APE (asphaltene precipitation envelope) [5].

Затем, при пересечении линии формирования парафинов WAT (wax appearance temperature) в точке С, происходит формирование парафиновых отложений, которые так же могут скапливаться на стенках труб системы сбора и транспортировки флюида. Перед тем как давление и температура упадут ниже точки насыщения Е, флюид входит в область формирования газогидратов D. При условиях ниже точки насыщения Е легкие углеводороды выделяются в виде газа, и наблюдается переход в двухкомпонентную смесь.

### 3 Подводный добычный комплекс The Statoil Subsea Factory

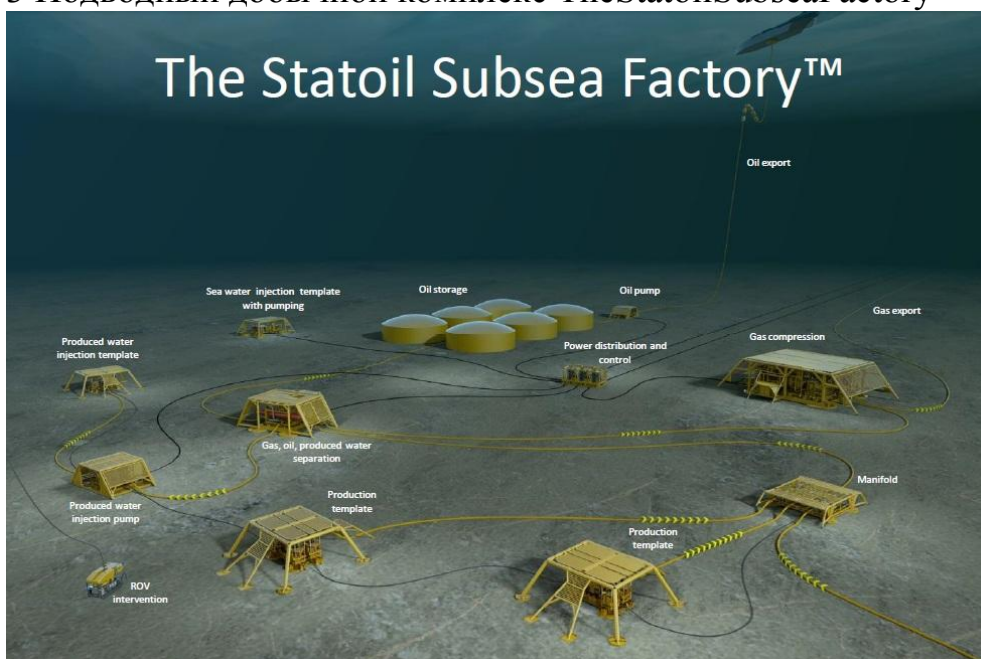


Рис.2 Подводный добычный комплекс компании Statoil

Норвежская компания Statoil планирует ввести в эксплуатацию первую подводную фабрику с полным циклом к 2020 году. «Statoil Subsea Factory» сделает возможным дистанционное управление транспортом углеводородов из любой точки на суше. В компании уверены, что компактные блоки сепарации флюида, расположенные на морском дне, являются ключом к разработке глубоководных и арктических месторождений [12].

В составе ПДК имеется следующее основное оборудование:

1. Энергоснабжение. Подходящие к станции шлангокабели (**umbilicals**), трансформаторы, переходники.
2. Сепараторы, дегазаторы, осушители, пескоотделители
3. Детекторы: песка **Sand Detectors**  
Анализаторы: состава фаз **Phase Sampler**  
давления  
температуры (**DTSD** Distributed Temperature Sensor)  
многофазные расходомеры **MultiPhase Flowmeter** [2]

#### 4. Введение химии **InjectionBlock**

Препятствует образованию газогидратов (метанол) и асфальтенов

#### 5. Манифольд

#### 6. Насос/компрессор **Helico-axialBoostingPump**

Спирально-осевые

#### 7. Сооружения для хранения добытых углеводородов

#### 8. Обратная связь, передача

сигнала, управление **Communication, Feedback**

Успешное воплощение в жизнь проекта «**SubseaFactory**» является одним из элементов глобальной концепции **Statoil** под названием **FastTrackDevelopment**.

#### 4 Основные направления развития технологий

##### 4.1 Серийность **FasttrackDevelopment**

Концепция **Fasttrack Development** подразумевает переход от индивидуальных решений для каждого проекта к стандартизированному подходу к освоению месторождений. Унификация решений продиктована большим количеством мелких месторождений, разработка которых на данном этапе является нерентабельной. Серийное, конвейерное производство **Подводных Добычных Комплексов** приведет к удешевлению всего процесса освоения месторождения.

##### 4.2 Модульность

При проектировании ПДК широко используется блочный принцип построения комплекса. Модульность конструкции позволяет производить обслуживание и быструю замену блоков без опасений нарушить целостность всего комплекса.

Достигается оптимальное использование пространства и снижается время сборки всего ПДК, так как блоки поставляются уже готовыми к монтажу.

Принцип модульности позволяет наладить серийное производство унифицированных частей, что ведет к удешевлению производственного процесса.

Достигается гибкость системы, так как в зависимости от масштаба проекта возможно увеличивать или уменьшать количество однотипных устройств.

Уменьшение количества проблем, вызванных логистикой. Стандартные габаритные блоки легче транспортировать.

Имея существенный опыт разработки наземных электросетей, **SEIMENS** представила концепцию единой энергосистемы для подводного освоения месторождений. Рассмотрим принцип модульного устройства на примере **SiemensSubsea Power Grid**[11].

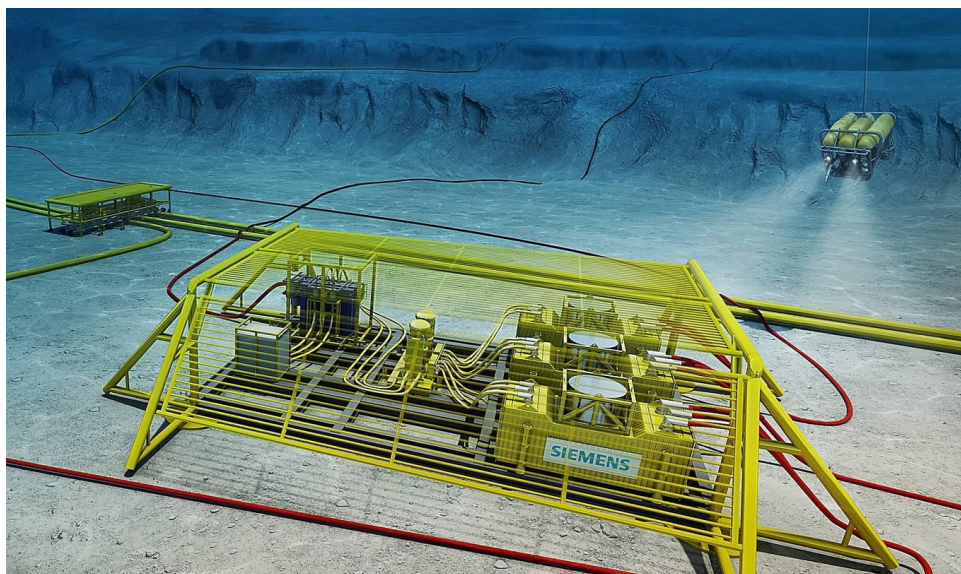


Рис.3 SiemensSubseaPowerGrid

Обеспечение бесперебойного энергоснабжения всей подводной инфраструктуры делает возможным полномасштабное освоение месторождений, расположенных на большой площади.

Гибкий интерфейс для подключения дополнительных систем мониторинга, контроля и передачи данных. Контроль системы в режиме реального времени. Глубина использования до 3000м. Элементы системы размещаются на стандартном базовом каркасе. Среди характерных особенностей компонентов, входящих в **SiemensSubsea Power Grid** можно выделить герметичность, жидкостное заполнение для компенсации внешнего давления и пассивное охлаждение морской водой.

Параметры и производительность комплекса могут изменяться в широких пределах. Путем увеличения или уменьшения количества однотипных блоков, их параллельного включения, возможно удовлетворить потребности в энергоснабжении различных по масштабам проектов.

Компоненты системы: понижающий трансформатор, распределительный блок, частотный преобразователь.



Рис.4 Понижающий трансформатор  
Диапазон рабочего напряжения 72 kV/6.6 kV.



Рис. 5 Распределительный блок  
Рабочее напряжение 36 kV, трехфазный ток до 3000А.



Рис. 6 Частотный преобразователь  
Максимальная мощность до 5MW, масса 50 т, занимаемая площадь 25-30 м<sup>2</sup>

Компания **Schlumberger** также использует модульное строение своих систем. Такие устройства как PhaseSampler и PhaseWatcher, служащие для определения фазового состава транспортируемой смеси, ее скорости, температуры и давления, легко встраиваются в существующую конструкцию и не нуждаются в дополнительном источнике питания. Применение подобного рода систем открывает широкие возможности для модернизации на протяжении всего периода эксплуатации месторождения.

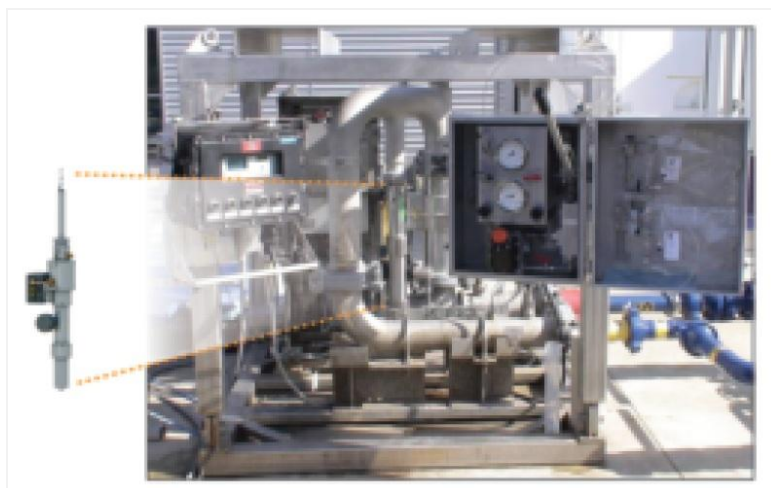


Рис. 7 PhaseSampler в системе ПДК

### 5 Обеспечение бесперебойного режима подачи потока Flow Assurance

Обеспечение бесперебойного режима подачи потока может быть разделено на 3 составляющие части: создание условий для надежной транспортировки смеси, создание достаточного давления в системе и наблюдение за системой. PVT-тесты, газовая хроматография и массовая спектрометрия могут быть использованы для анализа состава и поведения фаз, а также для наблюдения за физическими характеристиками транспортируемой смеси [7].

Стратегии по обеспечению бесперебойного режима подачи потока обычно включают меры по поддержанию температурного режима, давления, осуществлению химических обработок и исправности механического оборудования [9].

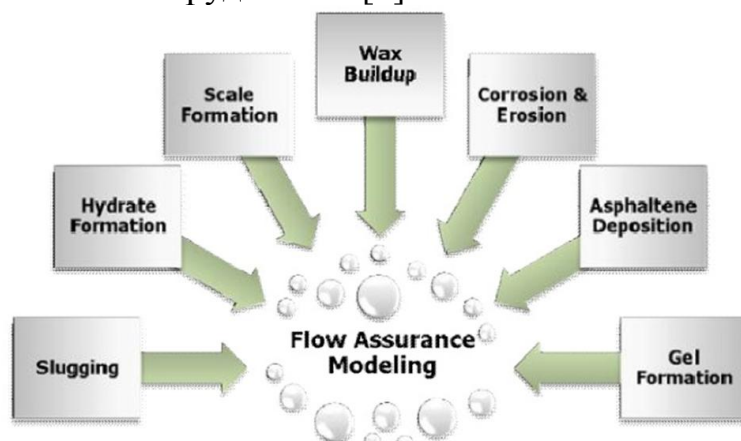


Рис. 8 Факторы, влияющие на бесперебойный режим подачи потока

### 6 Стратегии по обеспечению бесперебойного режима подачи потока

1. Минимизировать потери давления в системе. Уменьшить количество изгибов труб и подобрать их оптимальный диаметр.

2. Минимизировать эрозию на пути следования многофазного потока. Ограничить скорость потока на устье скважины и в системе транспортировки

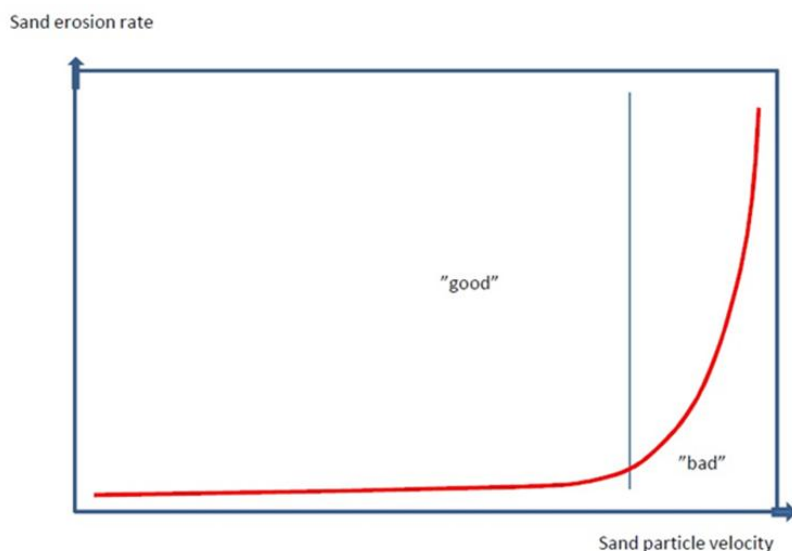


Рис. 9 Зависимость степени эрозии от скорости потока

### 3. Минимизировать риск формирования газовых гидратов.

Одной из важнейших проблем при эксплуатации газопроводов является образование газогидратов. Отлагаясь на внутренних стенках труб, гидраты резко уменьшают их пропускную способность и могут привести к аварийной остановке эксплуатации газопровода. Затраты нефтегазовых компаний на предупреждение и борьбу с газогидратными пробками составляют значительную часть стоимости эксплуатации месторождений и транспорта газа. Поэтому сокращение эксплуатационных затрат на предупреждение и борьбу с гидратообразованием в промышленных системах добычи газа и дальнейшего его транспорта вызывает немалый интерес со стороны многих добывающих и эксплуатирующих компаний нефтегазовой отрасли [3].

Газовые гидраты (также гидраты природных газов или клатраты) — кристаллические соединения, образующиеся при определённых термобарических условиях из воды и газа. Гидраты углеводородных газов являются неустойчивыми соединениями углеводородов с водой и представляют собой белые кристаллы, внешне похожие на снег или лёд.



Рис. 10 Газогидрат

Кристаллы состоят из одной или нескольких молекул газа (метана,

пропана, углекислого газа и др.) и воды. В структуре газогидратов молекулы воды образуют ажурный каркас (то есть решётку хозяина), в котором имеются полости. Установлено, что полости каркаса обычно являются 12- («малые» полости), 14-, 16- и 20-гранниками («большие» полости), немного деформированными относительно идеальной формы. Эти полости могут занимать молекулы газа («молекулы—гости»). Молекулы газа связаны с каркасом водыван-дер-ваальсовскими связями.

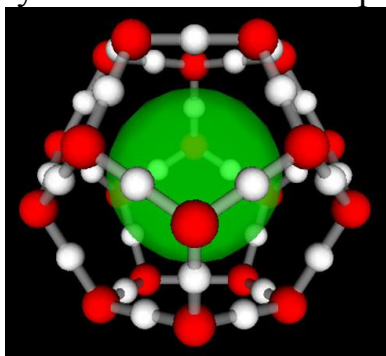


Рис. 11 Структура молекулы газового гидрата

Благодаря своей клатратной структуре единичный объём газового гидрата может содержать до 160—180 объёмов чистого газа. Плотность гидрата ниже плотности воды и льда (для гидрата метана около  $900 \text{ кг/м}^3$ ).

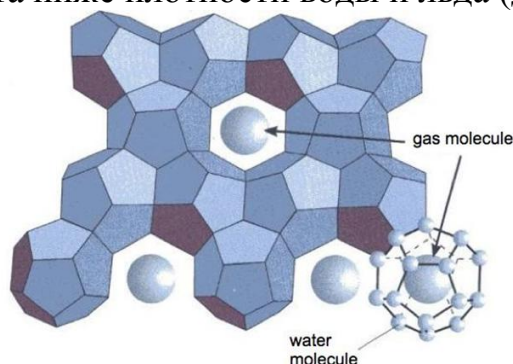


Рис. 12 Клатратная структура газового гидрата

В общем виде состав газовых гидратов описывается формулой  $M \cdot n \cdot H_2O$ , где  $M$  — молекула газа-гидратообразователя,  $n$  — число молекул воды, приходящихся на одну включённую молекулу газа, причём  $n$  — переменное число, зависящее от типа гидратообразователя, давления и температуры

Газовые гидраты в качестве причины, осложняющей эксплуатацию газопроводов, впервые (в 1934 г.) назвал американец Е.Г. Хаммершмидт. Им было установлено, что газовые гидраты могут образовываться и накапливаться в газопроводах, вызывая их закупорку.

Наиболее часто закупорки газопровода происходят в зимний период в связи значительным охлаждением движущегося в трубопроводе газового потока. Образование гидратов может иметь место на всех газопроводах, за исключением транспортирующих газ с точкой росы паров воды ниже минимальной рабочей температуры.

Знать места возможного гидратообразования очень важно для своевременного их предупреждения. Эксплуатация промысловых газосборных сетей и магистральных газопроводов производится, как правило, в условиях турбулентного режима, когда жидкая вода, конденсирующая из газа и не отделенная в сепараторах, переносится газовым потоком в виде пленочной или мелкодисперсной капельной жидкостью. Поэтому почти вся жидкая вода, выпадающая из газового потока в определенных условиях, может переходить в гидраты. Для правильного определения места образования гидратов необходимо иметь следующие данные:

- 1) состав газа, его плотность;
- 2) изменение давления;
- 3) изменение температуры;
- 4) влажность газа.

Зная влажность и состав подаваемого газа, а так же зависимость этих параметров от давления и температуры, можно определить время начало образования гидратов, место и скорость накопления их в газопроводе. Это позволяет своевременно принять надлежащие меры [1].

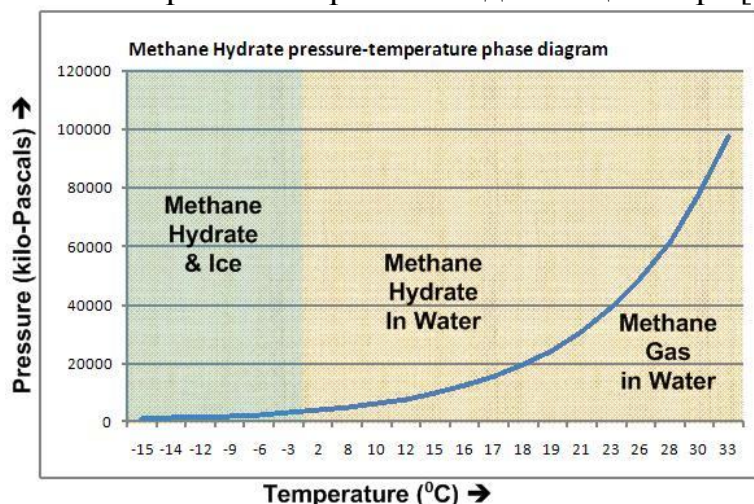


Рис.13 Фазовая диаграмма гидрата метана

При повышении температуры и уменьшении давления гидрат разлагается на газ и воду с поглощением большого количества теплоты.

Способы предупреждения образования гидратов:

1. Поддержание температуры потока газа выше температуры гидратообразования с помощью подогревателей, теплоизоляции трубопроводов и подбора режима эксплуатации, обеспечивающего максимальную температуру газового потока.

2. Понижение температуры точки росы газа:

уменьшением давления при транспорте газа (при этом наряду с понижением температур точек росы снижается также температура начала образования гидратов);

нейтрализацией воды, выпадающей в жидком виде;



очисткой газа от паров воды – газоосушка.

Уменьшение давления при транспорте газа обычно используется только для ликвидации гидратных пробок, но не как средство предупреждения образования гидратов, потому что это связано с одновременным уменьшением пропускной способности газопровода.

Для понижения точки росы газа нейтрализацией выпадающей воды в поток газа вводят ингибиторы. В качестве ингибиторов гидратообразования используются метанол и этиленгликоль. Эффективность их применения зависит от условий образования газогидратов. Ингибиторы, введенные в поток природного газа, частично поглощают водяные пары и переводят их в раствор, не образующий гидратов или же образующий их при более низких температурах.

3. Уменьшение плотности газа извлечением из него тяжелых углеводородов. При этом увеличивается давление и снижается температура, при которых начинают образовываться гидраты.

7 Технологии обеспечения бесперебойного режима подачи потока  
FlowAssuranceTechnologies

7.1 Волоконно-оптическое измерение температуры DTS Distributed Temperature Sensing

Волоконно-оптические системы пригодны не только для передачи информации, но и в качестве локальных распределенных измерительных датчиков. Физические величины измерения, например, температура или давление а также сила растяжения могут воздействовать на Стекловолокно и менять свойства световодов в определённом месте. Вследствие гашения света в кварцевых стеклянных волокнах, за счёт рассеивания может быть точно определено место внешнего физического воздействия, благодаря чему, возможно применение световода в качестве линейного датчика [6].

Для локализации используется метод, схожий с технологией оптической временной рефлектометрии (OTDR). Температура световода в определенной точке определяется путем анализа параметров излучения комбинационного рассеяния (КР или Рамановского рассеяния), либо рассеяния Мандельштама-Бриллюэна (РМБ).

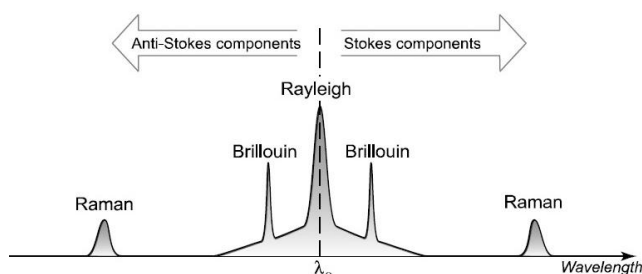


Рис.14 Схематично представлен спектр рассеянного излучения при прохождении по световоду узкополосного оптического сигнала.

Изменение температуры волокна влияет на спектральные компоненты как Рамановского, так и Бриллюэновского рассеяния в нем.

Первыми были предложены и проверены на практике системы, использующие эффект КР. Датчики на основе эффекта РМБ впервые появились в начале 90 годов, причем было показано, что они позволяют охватывать более длинные участки трубопровода.

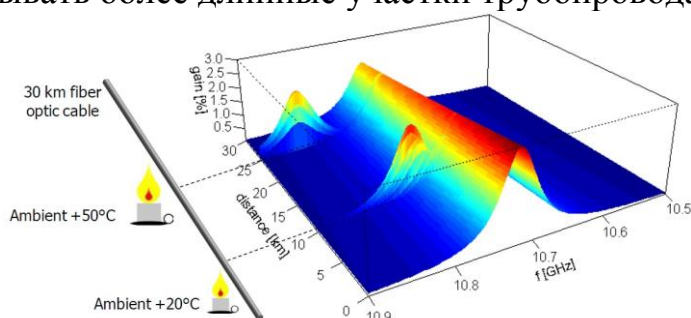


Рис. 15 Изменение Бриллюэновского спектра под воздействием двух источников тепла

Малая величина оптических потерь, испытываемых излучением при прохождении по волокну, а также геометрические особенности строения световода делают оптическое волокно идеальным инструментом для наблюдения за состоянием протяженных магистралей. Последние разработки в области оптической временной рефлектометрии обеспечивают непрерывное измерение распределения температуры вдоль волоконного кабеля. За последние 30 лет были разработаны различные типы волоконно-оптического кабеля, устойчивого к механическим и химическим воздействиям. Кабель может состоять из нескольких волокон, его можно прокладывать непосредственно в почве, а также фиксировать внутри бетона.

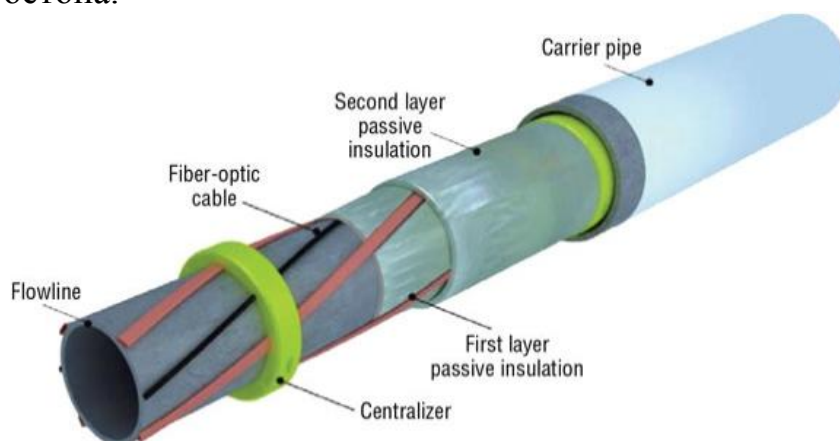


Рисунок 16 Волоконно-оптическая система, установленная на участке трубопровода

Оптическое волокно работоспособно в широком диапазоне температур (от минус 50°C до плюс 80°C), выдерживает напряжение на разрыв свыше 75 МПа. Это свойство волокна особенно удобно для измерения температуры. Волоконный кабель абсолютно не чувствителен к электромагнитным возмущениям, не подвержен коррозии и рассчитан на

срок службы свыше тридцати лет. Прокладка кабеля в качестве чувствительного элемента возле трубопровода намного проще и дешевле по сравнению с установкой большого количества точечных датчиков [8].

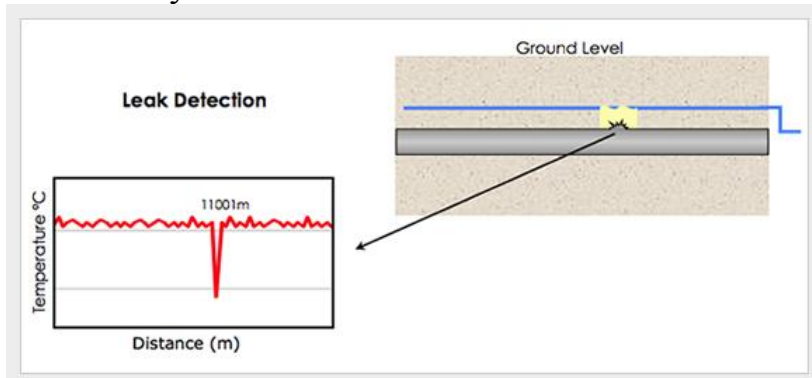


Рис.17 Обнаружение места утечки по изменению температуры окружающей среды

Обнаружение утечек осуществлялось путем сравнения записанных в разные моменты времени температурных профилей и отслеживание необычных случаев изменения распределения температуры вдоль оптического кабеля.

Использование технологии волоконно-оптического измерения температуры делает возможным наблюдение над температурным режимом на протяжении всего пути следования флюида на берег. Также эта система является достаточно гибкой, для того чтобы осуществлять контроль над отдельными составными частями комплекса непосредственно на площади освоения залежи.

## 7.2 Прямой электрический обогрев DEH Direct Electrical Heating

В процессе подводного освоения месторождения возникает необходимость поддержания температуры транспортируемой смеси на необходимом уровне. Это позволяет:

- сохранить динамическую вязкость жидкости;
- исключить выпадение твёрдых фракций;
- предотвратить формирование асфальтеновых, парафиновых, газогидратных отложений
- снизить количество вводимых в транспортируемую смесь химических реагентов

повысить скорость транспортировки;

Норвежские компании **Nexansi** и **AkerSolutions** параллельно разработали и представили на рынок систему прямого электрического обогрева. Тепло генерируется приложенным к трубопроводу переменным электрическим током.

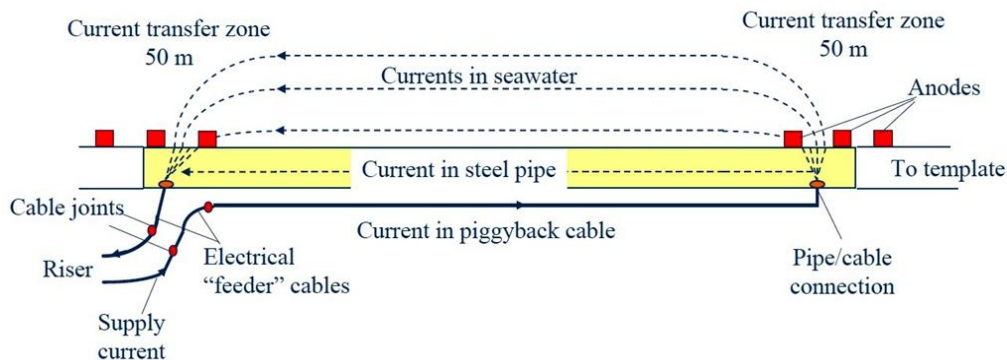


Рис.18 Принципиальная электрическая схема установки прямого электрического обогрева

Токопроводящий кабель закреплен параллельно трубопроводу и выполняет функцию первичного проводника. Обогреваемый трубопровод является участком, замыкающим электрическую цепь.

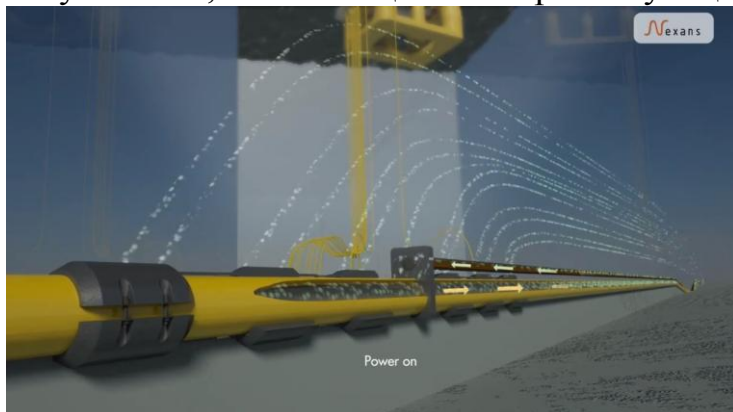


Рис. 19 Электромагнитное поле вокруг трубопровода

Система прямого электрического обогрева должна соответствовать нескольким критериям:

Поддержание температуры флюида на достаточном уровне, выше температуры формирования газогидратов.

Повышение температуры флюида со значений температуры окружающей среды  $6^{\circ}\text{C}/43^{\circ}\text{F}$  до уровня, превышающего температуру формирования газогидратов, за определенное время.

При проектировании системы, учитываются такие параметры, как температура и электрическая проводимость морской воды, глубина моря, значение поддерживаемой температуры трубопровода, материал трубы, период и режим эксплуатации месторождения. Также особые требования предъявляются к токопроводящему кабелю, который подвержен агрессивным воздействиям внешней среды.

Типичное напряжение для трубопровода длиной 10км - 12 кВ , 40км - 36 кВ.

8 Перспективы развития технологии подводного освоения месторождений

Подводное освоение месторождений углеводородов имеет преимущества в виде повышенной отдачи пласта, ускоренной добычи и снижения CAPEX / OPEX [4]. Эти преимущества становятся наиболее значимыми:

На более глубоководных месторождениях

При больших расстояниях от промысла до берега

При отсутствии инфраструктуры

В более суровых условиях окружающей среды

Следует также отметить, что подводное оборудование комплекса не требует присутствия обслуживающего персонала, все необходимые регламентные работы осуществляются с помощью подводных роботов-манипуляторов и водолазов.

Основными направлениями работ в данной сфере будут

Подводная сепарация

Подводное компримирование

Решения по многофазной транспортировке на большие расстояния

Рентабельная и безопасная установка, эксплуатация и техническое обслуживание оборудования

Разработка подводных технологий будет важным элементом в стратегии освоения Арктики.

Литература

Amin A, Smedstad E and Riding M: “Role of Surveillance in Improving Subsea Productivity,” paper SPE 90209, presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Houston, September 26–29, 2004.

Atkinson I, Theuveny B, Berard M, Conort G, Groves J, Lowe T, McDiarmid A, Mehdizadeh P, Perciot P, Pinguet B, Smith G and Williamson KJ: “A New Horizon in Multiphase Flow Measurement,” Oilfield Review 16, no. 4 (Winter 2004/2005): 52–63.

Collett TS, Lewis R and Uchida T: “Growing Interest in Gas Hydrates,” Oilfield Review 12, no. 2 (Summer 2000): 43–57.

Devegowda D and Scott SL: “An Assessment of Subsea Production Systems,” paper SPE 84045, presented at SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Denver, October 5–8, 2003.

Ellison, B.T., Gallagher, L.M., and Lorimer, S.E., “The Physical Chemistry of Wax, Hydrates, and Asphaltene”, OTC 11963, Proc. Offshore Technology Conference, Houston Texas, 1-4 May 2000.

F. Ravet, F. Briffod, and M. Nikles; “Extended distance fiber optic monitoring for pipeline Leak and ground movement detection”, Proceedings of the 2008 International Pipeline Conference, Calgary, Alberta, Canada, Sept. 29-Oct. 3, paper IPC2008-64521 (2008).

Kaczmariski, A.A., and Lorimer, S.E., “Emergence of Flow Assurance as a Technical Discipline Specific to Deepwater: Technical Challenges and Integration into Subsea Systems Engineering”, OTC 13123, Proc. Offshore

Technology Conference, Houston Texas, April 30 - 3 May, (2001).

M. Nikles, "Fibre optic distributed scattering sensing system: perspectives and challenges for high performance applications", 3<sup>rd</sup> European Workshop on Optical Fibre Sensors, A. Cutolo, B. Culshaw, J. M. Lopez-Higuera eds., Proc. of SPIE Vol. 6619, 66190D (2007).

Ratulowski J, Amin A, Hammami A, Muhammad M and Riding M: "Flow Assurance and Subsea Productivity: Closing the Loop with Connectivity and Measurements," paper SPE 90244, presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Houston, September 26–29, 2004.

Whitson C, Brule M, "Phase Behavior", SPE Monograph, volume 20, Henry L Doherty Series, Richardson, Texas (2000).

URL:<http://www.siemens.com/energy/otc>

URL:<http://www.statoil.com/en/technologyinnovation/fielddevelopment/aboutsubsea/pages/lengre%20dypere%20kaldere.aspx>

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПОЛУПОГРУЖНУЮ ПЛАВУЧУЮ БУРОВУЮ УСТАНОВКУ В ПРОГРАММЕ САЕ-ТЕХНОЛОГИЙ ANSYS

Герасимова О. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра МСС и МНГД)

ANSYS includes tools for better emissions predictions, better prediction of multiphase phenomena, free surface flows and key capabilities for aero-acoustic simulations, that satisfy the demanding engineering and design requirements of the offshore industry, in particular. When modeling free surfaces, you can simulate the complete range of wave regimes including solitary waves and model the superposition of multiple waves.

Влияние ветра играет существенную роль в расчете морского нефтегазового сооружения.

Ветровая нагрузка, действующая на полупогружную буровую установку (ППБУ), определяется в соответствии с правилами Регистра по следующему соотношению [1,2]:

$$Q_w = 0,5 \rho_a W^2 \sum_{i=1}^n S_{vi} C_{zi} C_{xi} \quad (1)$$

$\rho_a$  – массовая плотность воздуха;  $W$  – расчетная скорость ветра на высоте 10 метров от уровня тихой воды при десятиминутном осреднении;  $S_{vi}$  – площадь парусности  $i$ -го элемента,  $m^2$ ;  $C_{zi}$  – коэффициент, учитывающий изменение скорости ветра по высоте;  $C_{xi}$  – коэффициент сопротивления формы  $i$ -го элемента конструкции.

Для моделирования и определения воздействия ветровых и волновых нагрузок, нагрузок от течений предназначен программный комплекс Ansys AQWA.

Ansys AQWA- это семейство специализированных модулей для решения задач вычислительной гидродинамики применительно к плавучим объектам различного назначения (плавучие системы нефтедобычи, хранения и выгрузки; морские основания с натяжным вертикальным якорным креплением, крупнотоннажные суда) с реализованной возможностью последующей передачи результатов расчетов для анализа напряженно-деформированного состояния [4,5].

Программный комплекс AQWA предназначен для определения воздействия ветровых и волновых нагрузок, нагрузок от течений с учетом влияния глубин и смежных сооружений. В комплексе удобно разделены этапы расчета по соответствующим модулям:

AQWALINE, AQWAFER, AQWADRIFT, AQWALIBRIUM, AQWANAUT.

Математика расчета основана на методе функций Грина.

Существует возможность задания волновых спектров, как стандартных Pierson Moskowitz, JONSWAP, так и по собственным данным, и ветровых спектров.

Функции Грина – это альтернативный способ решать неоднородные задачи с неоднородными краевыми условиями [3].

Дана область  $D$  с границей  $S$ ,  $u$ ,  $v$  функции от  $x, y, z$

Оператор (2)

$$L = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

Первая формула Грина

$$\int_D \left[ \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial u}{\partial z} \frac{\partial v}{\partial z} \right] d\tau = \int_S \frac{\partial u}{\partial n} v dS - \int_D v L u d\tau$$

(3)  $d\tau$  - элемент объема

Вторая формула Грина

$$\int_D [u L v - v L u] d\tau = \int_S \left[ v \frac{\partial u}{\partial n} - u \frac{\partial v}{\partial n} \right] dS$$

(4)

$u$ ,  $v$  - непрерывные функции с непрерывными первыми и вторыми производными вплоть до границы

Особенности модулей AQWA [4,5]:

AQWALINE работает в рамках гидромеханики невязкой жидкости. Рассматривается потенциальное течение: дифракция, распространение волн. Выполняется расчет кинематических характеристик (перемещений, скоростей и др.), расчет гидродинамических сил. Расчет действующих сил 2го порядка;

AQWAFER - в данном модуле можно выполнить расчет угловых и вертикальных колебаний при низкочастотной волновой нагрузке. Расчет производится в частотном диапазоне. Кроме того можно выполнить гидродинамические расчеты с линейными параметрами якорных систем. Вывод результатов возможен в спектральном диапазоне, RAOs и других видах;

AQWANAUT рассчитывает кинематику плавающих объектов под воздействием ветра, волн и течения. Расчет производится после расчета гидростатики и гидродинамики в модуле AQWALINE. Позволяет выполнить нелинейный расчет при экстремальном волнении с заданной нагрузкой, моделирование при регулярном и нерегулярном волнении, расчет интегрального давления по омываемой поверхности.

Ansys AQWA позволяет импортировать геометрию из ANSYS программного обеспечения DesignModeler или внешних CAD систем – Рисунок 1.



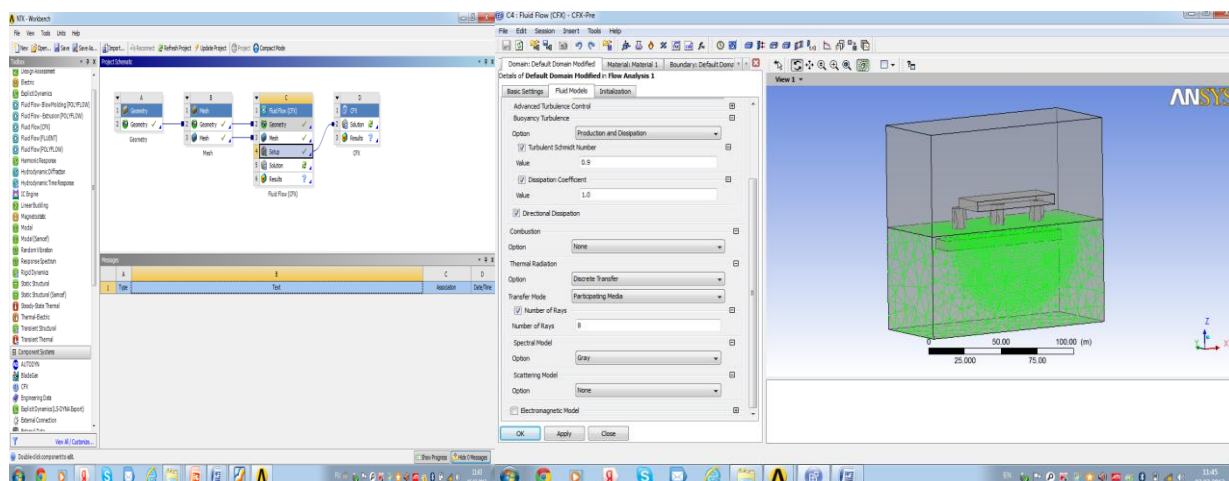


Рис. 1

## Литература

1. П.П. Бородавкин **МОРСКИЕ НЕФТЕГАЗОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ**
  1. Часть 1. Конструирование Москва НЕДРА 2006
  2. Морской Регистр Судоходства
  3. Euges, Leonard, The Classical Electromagnetic Field, Dover Publications, New York, 1972. ISBN 0-486-63947-9
  4. Данные с сайта [www.ansys.com](http://www.ansys.com)
  5. Данные с сайта [www.emt.ru](http://www.emt.ru)

## РЕШЕНИЕ ТЕРМОУПРУГОЙ ЗАДАЧИ УСТОЙЧИВОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ОБСАДНОЙ КОЛОННЫ ДИАМЕТРОМ 244,5 ММ В ММП

Джамалова Э. Б. (г. Мурманск, МГТ», кафедра МСС и МНГД)

Temperature stresses in pipe wall are appeared as a result of difference in thermal gradients in liquid inside casing pipe for oil&gas wells and in rocks of borehole casing environment. Strain-stress behavior of casing pipe in permanently frozen soils is simulated.

Основные причины развития опасных для строительства и эксплуатации на Арктическом шельфе нефтегазовых скважин геологических процессов обусловлены развитием криолитозоны и климатическими условиями, способствующими промерзанию шельфа.

В практике строительства и эксплуатации нефтяных и газовых скважин в многолетнемерзлых породах (ММП) наблюдались осложнения, связанные с растеплением и обратным промерзанием пород, слагающих околоскважинное пространство, вследствие возникновения сминающего горного давления, приводящего к нарушению ее крепи.

Термоупругая задачи устойчивости обсадных колонн, входящих в конструкцию нефтегазовых скважин, пробуренных в многолетнемерзлых породах, является предметом изучения и разработки новых методов решения с целью их сохранности.

Предложенное решение термоупругой задачи устойчивости несовершенных по форме отечественных обсадных колонн диаметром 244,5 мм в многолетнемерзлых породах производится методами символьной алгебры среды Mathematica и численными методами современной компьютерной системы ANSYS.

В процессе решения проблемы рассмотрена осесимметричная задача о расчете температурных напряжений в спущенных в ММП обсадных трубах кондуктора, возникающих вследствие разности тепературных градиентов жидкости во внутриколлонном и горных пород в заколонном пространствах. Составлена система уравнений распределения температур в стенке обсадной трубы и горного скелета совместно с граничными условиями.

$$\frac{\partial^2 T_i}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_i}{\partial r} = 0; \quad i = 1, 2 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} T_1|_{R_1} &= T_0, \\ T_1|_{R_2} &= T_2|_{R_1}; \\ T_2|_{R_2} &= T_g; \\ \left. \frac{\partial T_1}{\partial r} \right|_{r=R_2} &= \left. \frac{\partial T_2}{\partial r} \right|_{r=R_2} \end{aligned} \quad (2)$$

где  $T_i$  - температуры фаз;  $r$  - текущая радиальная координата границы раздела фаз;  $R_1$  - внутренний радиус колонны, м;  $t_0$  - температура на внутренней стенке трубы, °C;  $R_2$  - радиус наружной поверхности трубы, расстояние на котором устанавливается - температура пород, м;  $t_s$  - температура наружной поверхности трубы, °C;  $k_1, k_2$  - коэффициенты теплопроводности трубы и породы,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$ .

Вывод системы уравнений распределения температур в стенке обсадной трубы и горного скелета в затрубном пространстве совместно с граничными условиями в компьютерной среде Mathematica имеет вид:

$$\text{sys} = \left\{ \begin{aligned} & \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left( k_1 \frac{dT_1}{dr} \right) = 0, \quad T_1(r=R_1) = t_0, \quad T_1(r=R_2) = T_2 \\ & \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left( k_2 \frac{dT_2}{dr} \right) = 0, \quad T_2(r=R_2) = T_1, \quad T_2(r=R_2) = t_s \end{aligned} \right. \quad (3)$$

$$\text{Join}[\text{sys}, \{T_1[R_1] == t_0, T_1[R_2] == T_2, T_2[R_2] == T_1, T_2[R_2] == t_s\}]$$

Символьный вид решения уравнений в компьютерных кодах системы Mathematica с учетом граничных условий представлен ниже:

```
solTemperature = DSolve[Join[sys, {T1[R1] == t0, T1[R2] == T2, T2[R2] == T1, T2[R2] == ts}], {T1, T2}, r] // Flatten // Simplify
```

(5)

В результате расчетов построен график распределения температур в стенке отечественной обсадной трубы диаметром 244,5 × 10 мм кондуктора и в околоствольном горном скелете представлен ниже.

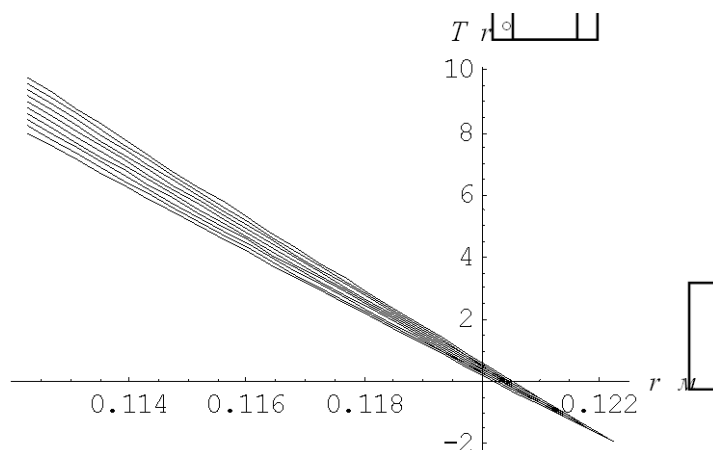


Рис. 1. График распределения температуры в стенке обсадной трубы и в горном скелете в случае отсутствия теплообмена на стенке скважины.

По результатам расчетов радиальных и кольцевых напряжений в обсадной трубе и в горной породе, вызванные изменением температурного поля, построены соответственно совмещенные графики указанных напряжений в отечественной обсадной трубе кондуктора диаметром  $244,5 \times 10$  мм при температуре жидкости в ней  $+10$  °С и в горном скелете при температуре окружающей скважину породы, равной  $-1,93$  °С.

Выполнены модельные решения для отечественной обсадной трубы кондуктора диаметром 244,5 мм с толщиной стенки 10 мм, входящей в конструкцию скважин на N-ом месторождении, расположенном на острове Колгуев в Баренцевом море, которые представлены на рисунках 2 и 3.

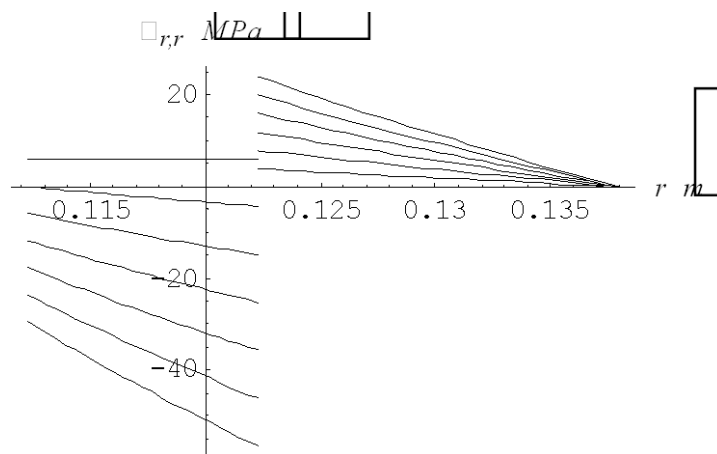


Рис. 2. Совмещенный график радиальных напряжений

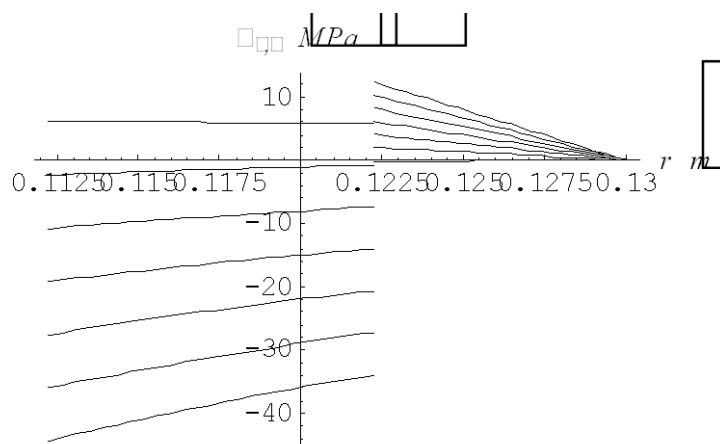


Рис. 3. Совмещенный график кольцевых напряжений

Как видно из графиков, радиальные напряжения максимальны на внутренней поверхности стенки отечественной обсадной трубы кондуктора. Они изменяются от сжимающих до растягивающих, а окружные напряжения являются знакопеременными, которые при изменении температур приводят к потере устойчивости трубы.

Окружные напряжения в горной породе являются растягивающими, т.е. разрывными по своей физической сути, приводящими к разрушению горных пород.

Таким образом, полученные решения для напряженно-деформированного состояния в отечественной обсадной трубе диаметром 244,5 мм, спущенной в ММП, и в горном скелете вследствие разности температурных градиентов жидкости внутри колонны и пород в заколонном пространстве приводят как к разрушению горных пород в окрестности ствола скважины, так и к потере несущей способности кондуктора.

### Литература

1. Тимошенко С.П. Курс теории упругости. "Наукова думка", Киев, 1972. – 510 с.
2. Антипов В.И., Нагаев В.Б., Седых А.Д. Физические процессы нефтегазового производства: учеб.пособ. для вузов: в 3 т. – М.: Недра, 1998. – Т.1. – 372 с.
3. Булатов А.И. Макаренко П.П., Будников Ю.М. Теория и практика закачивания скважин: в 5 т. – М.: Недра, 1988. – Т. 4. – 496 с.
4. Кудряшов Б.Б., Яковлев А.М. Бурение скважин в мерзлых породах. – М.: Недра, 1983. – 286 с.
5. Тимошенко С.П. Курс теории упругости. – Киев: Наукова думка, 1972. – 501 с.
6. Медведский Р.И. Строительство и эксплуатация скважин на нефть и аз в вечномерзлых породах. – М.: Недра, 1987. – 230 с.
7. Carman A.P. Resistnce of tube to collapse. Bulletin of Illinois University, 1906, vol.3, N 17, pp.1-26.

8. Stewart R.T. Collapsing pressure of bessemer steel lapwelled tubes, three to ten inches in diameter. Transactions of the American Society of Mechanical Engineers, 1906, vol.27, N 1115, pp.730-821.

9. Гонтарев Д.П., Джамалова Э.Б., Янгазитов М.Н. Термоупругие задачи устойчивости обсадных колонн в многолетнемерзлых породах: научно-технический журнал Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2009, № 8 - 42-46 с.

10. Папуша А.Н., Казунин Д.В. Физические процессы шельфовых нефтегазовых технологий и производств. – М.: Ижевск, 2012 - 499 с.

## РЕШЕНИЕ ТЕРМОУПРУГОЙ ЗАДАЧИ УСТОЙЧИВОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ОБСАДНОЙ КОЛОННЫ ДИАМЕТРОМ 244,5 ММ В ММП

Джамалова Э. Б. (г. Мурманск, МГТ», кафедра МСС и МНГД)

Temperature stresses in pipe wall are appeared as a result of difference in thermal gradients in liquid inside casing pipe for oil&gas wells and in rocks of borehole casing environment. Strain-stress behavior of casing pipe in permanently frozen soils is simulated.

Основные причины развития опасных для строительства и эксплуатации на Арктическом шельфе нефтегазовых скважин геологических процессов обусловлены развитием криолитозоны и климатическими условиями, способствующими промерзанию шельфа.

В практике строительства и эксплуатации нефтяных и газовых скважин в многолетнемерзлых породах (ММП) наблюдались осложнения, связанные с растеплением и обратным промерзанием пород, слагающих околоскважинное пространство, вследствие возникновения сминающего горного давления, приводящего к нарушению ее крепи.

Термоупругая задачи устойчивости обсадных колонн, входящих в конструкцию нефтегазовых скважин, пробуренных в многолетнемерзлых породах, является предметом изучения и разработки новых методов решения с целью их сохранности.

Предложенное решение термоупругой задачи устойчивости несовершенных по форме отечественных обсадных колонн диаметром 244,5 мм в многолетнемерзлых породах производится методами символьной алгебры среды Mathematica и численными методами современной компьютерной системы ANSYS.

В процессе решения проблемы рассмотрена осесимметричная задача о расчете температурных напряжений в спущенных в ММП обсадных трубах кондуктора, возникающих вследствие разности тепературных градиентов жидкости во внутриколлонном и горных пород в заколонном пространствах. Составлена система уравнений распределения температур в стенке обсадной трубы и горного скелета совместно с граничными условиями.

$$\frac{\partial^2 T_i}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_i}{\partial r} = 0; \quad i = 1, 2 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} T_1 &= A_1 + \frac{C_1}{r}, \\ T_2 &= A_2 + \frac{C_2}{r}; \\ T_1 &= A_2 + \frac{C_2}{r} \quad \text{при } r=R_2; \\ \frac{\partial T_1}{\partial r} &= \frac{\partial T_2}{\partial r} \quad \text{при } r=R_2 \end{aligned} \quad (2)$$

где  $T_i$  - температуры фаз;  $r$  - текущая радиальная координата границы раздела фаз;  $R_1$  - внутренний радиус колонны,  $m$ ;  $t_0$  - температура на внутренней стенке трубы,  $^{\circ}C$ ;  $R_2$  - радиус наружной поверхности трубы, расстояние на котором устанавливается - температура пород,  $m$ ;  $t_s$  - температура наружной поверхности трубы,  $^{\circ}C$ ;  $k_1, k_2$  - коэффициенты теплопроводности трубы и породы,  $\frac{A \delta}{i \cdot \tilde{N}}$ .

Вывод системы уравнений распределения температур в стенке обсадной трубы и горного скелета в затрубном пространстве совместно с граничными условиями в компьютерной среде Mathematica имеет вид:

$$\text{sys} = \left\{ \begin{aligned} & \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left( k_1 r \frac{dT_1}{dr} \right) = 0, \quad T_1(r_1) = T_1, \quad T_1(r_2) = T_2 \\ & \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left( k_2 r \frac{dT_2}{dr} \right) = 0, \quad T_2(r_2) = T_2, \quad T_2(r_3) = t_s \\ & T_1(r_2) = T_2(r_2) \end{aligned} \right. \quad (3)$$

$$\text{Join}[\text{sys}, \{T_1[R_1] == t_0, T_1[R_2] == T_2[R_2], T_2[R_2] == t_s, T_1[R_2] == T_2[R_2]\}]$$

Символьный вид решения уравнений в компьютерных кодах системы Mathematica с учетом граничных условий представлен ниже:

```
solTemperature = DSolve[Join[sys, {T1[R1] == t0, T1[R2] == T2[R2], T2[R2] == t_s, T1[R2] == T2[R2]}, S, r] // Flatten // Simplify
```

$$\left\{ \begin{aligned} & T_1(r) = \frac{t_0}{r} + \frac{R_1^2}{r} \log\left(\frac{r}{R_1}\right) \\ & T_2(r) = \frac{t_s}{r} + \frac{R_2^2}{r} \log\left(\frac{r}{R_2}\right) \end{aligned} \right.$$

(5)

В результате расчетов построен график распределения температур в стенке отечественной обсадной трубы диаметром 244,5 × 10 мм кондуктора и в околоствольном горном скелете представлен ниже.



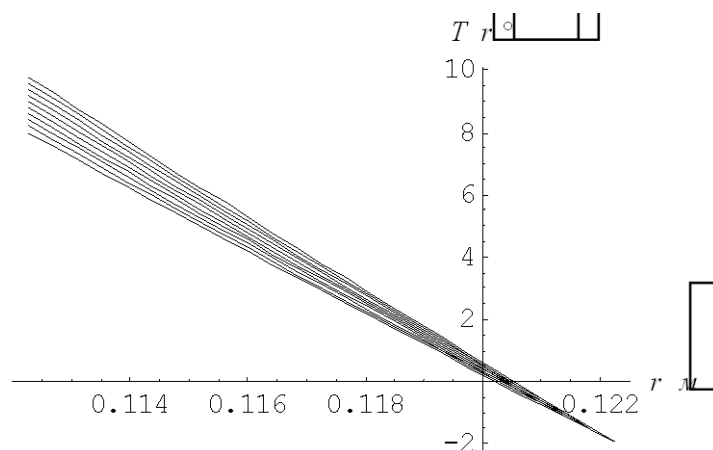


Рис. 1. График распределения температуры в стенке обсадной трубы и в горном скелете в случае отсутствия теплообмена на стенке скважины.

По результатам расчетов радиальных и кольцевых напряжений в обсадной трубе и в горной породе, вызванные изменением температурного поля, построены соответственно совмещенные графики указанных напряжений в отечественной обсадной трубе кондуктора диаметром  $244,5 \times 10$  мм при температуре жидкости в ней  $+10$  °С и в горном скелете при температуре окружающей скважину породы, равной  $-1,93$  °С.

Выполнены модельные решения для отечественной обсадной трубы кондуктора диаметром 244,5 мм с толщиной стенки 10 мм, входящей в конструкцию скважин на N-ом месторождении, расположенном на острове Колгуев в Баренцевом море, которые представлены на рисунках 2 и 3.

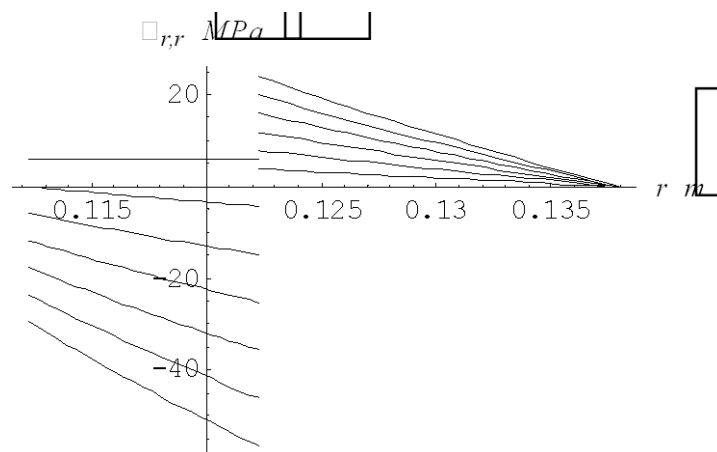


Рис. 2. Совмещенный график радиальных напряжений

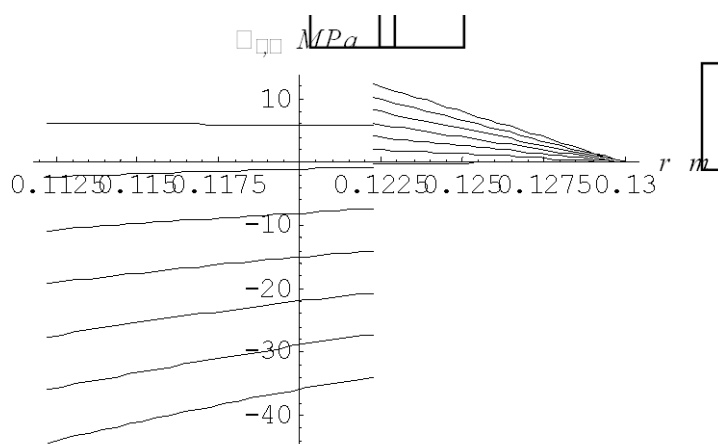


Рис. 3. Совмещенный график кольцевых напряжений

Как видно из графиков, радиальные напряжения максимальны на внутренней поверхности стенки отечественной обсадной трубы кондуктора. Они изменяются от сжимающих до растягивающих, а окружные напряжения являются знакопеременными, которые при изменении температур приводят к потере устойчивости трубы.

Окружные напряжения в горной породе являются растягивающими, т.е. разрывными по своей физической сути, приводящими к разрушению горных пород.

Таким образом, полученные решения для напряженно-деформированного состояния в отечественной обсадной трубе диаметром 244,5 мм, спущенной в ММП, и в горном скелете вследствие разности температурных градиентов жидкости внутри колонны и пород в заколонном пространстве приводят как к разрушению горных пород в окрестности ствола скважины, так и к потере несущей способности кондуктора.

### Литература

1. Тимошенко С.П. Курс теории упругости. "Наукова думка", Киев, 1972. – 510 с.
2. Антипов В.И., Нагаев В.Б., Седых А.Д. Физические процессы нефтегазового производства: учеб.пособ. для вузов: в 3 т. – М.: Недра, 1998. – Т.1. – 372 с.
3. Булатов А.И. Макаренко П.П., Будников Ю.М. Теория и практика закачивания скважин: в 5 т. – М.: Недра, 1988. – Т. 4. – 496 с.
4. Кудряшов Б.Б., Яковлев А.М. Бурение скважин в мерзлых породах. – М.: Недра, 1983. – 286 с.
5. Тимошенко С.П. Курс теории упругости. – Киев: Наукова думка, 1972. – 501 с.
6. Медведский Р.И. Строительство и эксплуатация скважин на нефть и аз в вечномерзлых породах. – М.: Недра, 1987. – 230 с.
7. Carman A.P. Resistnce of tube to collapse. Bulletin of Illinois University, 1906, vol.3, N 17, pp.1-26.

8. Stewart R.T. Collapsing pressure of bessemer steel lapwelled tubes, three to ten inches in diameter. Transactions of the American Society of Mechanical Engineers, 1906, vol.27, N 1115, pp.730-821.

9. Гонтарев Д.П., Джамалова Э.Б., Янгазитов М.Н. Термоупругие задачи устойчивости обсадных колонн в многолетнемерзлых породах: научно-технический журнал Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2009, № 8 - 42-46 с.

10. Папуша А.Н., Казунин Д.В. Физические процессы шельфовых нефтегазовых технологий и производств. – М.: Ижевск, 2012 - 499

## САМОАДАПТИРУЮЩАЯСЯ СИСТЕМА РАЗДЕЛЕНИЯ ПОПУТНОГО ГАЗА.

**Федосеев П. О.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра механики сплошных сред и морского нефтегазового дела)

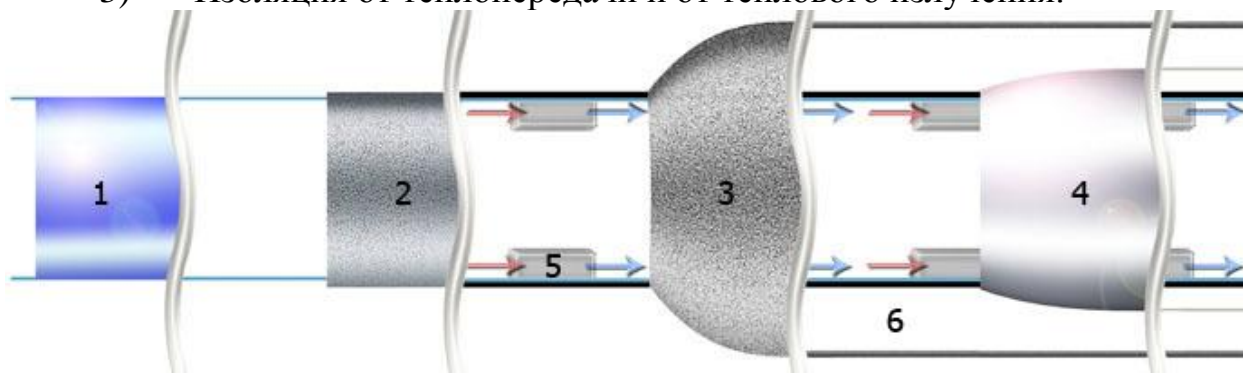
Crude oil occurs naturally as a mixture of various hydrocarbons and impurities. The refining process splits this mixture into other, more valuable mixtures such as natural gas, gasoline and chemical feedstocks, none of which are pure substances, but each of which must be separated from the raw crude. In both these cases a series of separations is necessary to obtain the desired end products.

Система относится к низкотемпературной конденсации и ректификации. И является потоковым низкотемпературным способом разделения газовой смеси.

Низкотемпературная конденсация проявляется в охлаждении газа до температур необходимой степени конденсации газовой фазы. Ректификация проявляется в потоковой диффузии разделения компонентов. Система использует одновременно оба способа извлечения компонентов. Основной закон, который использует установка - закон сохранения энергии.

Система изоляции установки включает следующие объекты:

- 1) Изоляция от окисления.
- 2) Изоляция от перепадов давления.
- 3) Изоляция от теплопередачи и от теплового излучения.



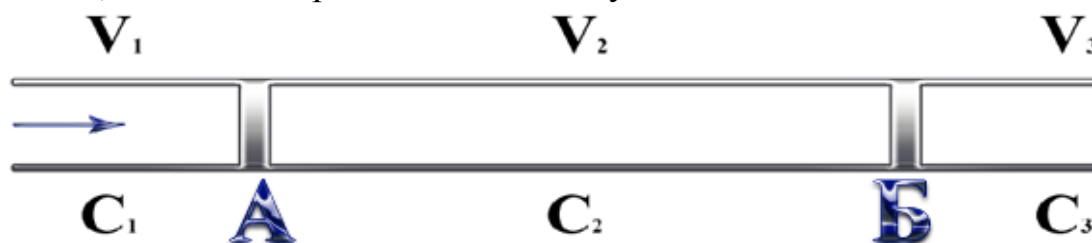
- 1) Высокомолекулярный полиэтилен.
- 2) Криогенная сталь.
- 3) Криогенная сталь.
- 4) Сталь с обмоткой алюминиевой фольгой с нанесенным на неё золотом.
- 5) Радиатор.
- 6) Вакуум.

В качестве регуляторов скорости потока внутри установки служат серии проточных двигателей, для поддержания одинакового давления

внутри системы. Принцип их действия основан на увеличении или уменьшении скорости потока при изменении состава смеси.

При данном способе возможны 3 случая:

- 1) Концентрация смеси газов увеличивается.
- 2) Концентрация смеси газов не изменяется.
- 3) Концентрация смеси газов уменьшается.



### 1) Концентрация смеси газов увеличивается. $C_1 < C_2$

При прохождении через 1-й двигатель смесь с содержанием веществ  $C_1$  изменит свой состав на  $C_2$ . Для компенсации давления скорость двигателя идет на увеличение скорости потока (Двигатель Б). Скорость  $V_1$  будет меньше скорости  $V_2$ . Двигатель А работает медленнее двигателя Б.

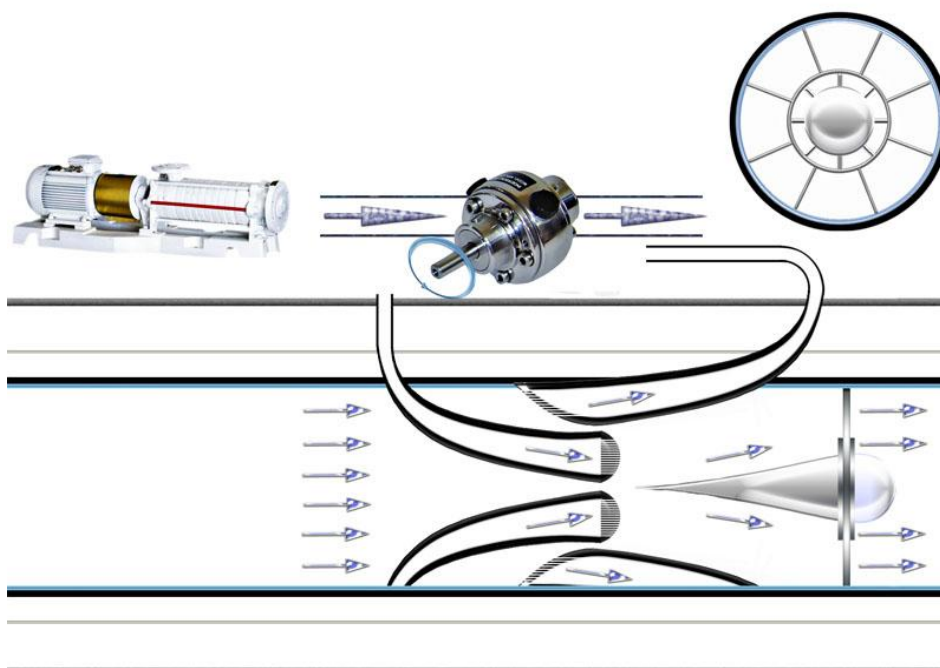
### 2) Концентрация смеси газов не изменяется.

Тут оба двигателя работают синхронно.

### 3) Концентрация смеси газов уменьшается. $C_1 > C_2$

В этом случае двигатель Б начинает работать медленнее двигателя А. И тем самым мы сохраняем одинаковое давление внутри системы.

Все двигатели работают синхронно и управляются с помощью ЦП (центрального процессора). Компьютер постоянно проводит анализ – давления и температуры, выбирая оптимальный режим работы для системы.



Процессы протекающие внутри установки:

- 1) Хладагент испаряется – вызывая увеличение объёма смеси газов.
- 2) Газ сконденсируется – вызывая уменьшение объёма смеси газов.
- 3) Температура снижается - вызывая уменьшение объёма смеси газов.
- 4) Более легкие (низкокипящие) молекулы будут обгонять более тяжелые – диффузия.
- 5) Летучесть (фугитивность) – компонентов меняется.
- б) А также конвекция и д.р.

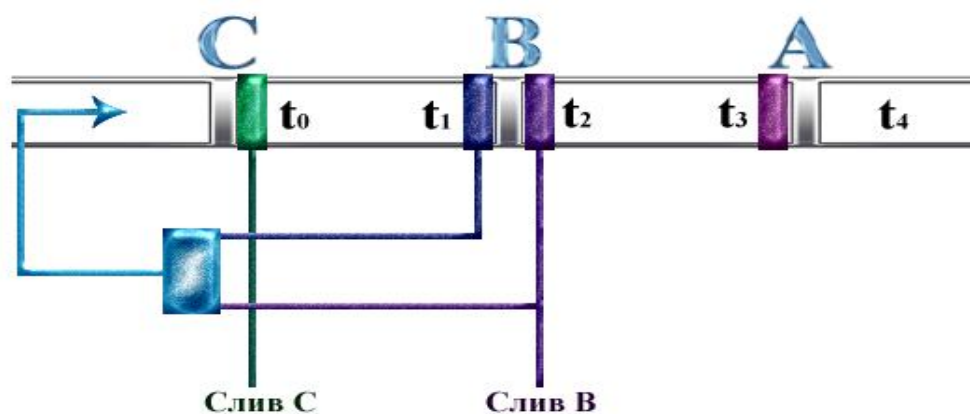
В ходе исследования проблемы было доказано, что давление – ухудшает разделение веществ. По сути, если рассматривать систему не относительно какого либо компонента, то давление играет положительную роль. Но если рассмотреть её молекулярно, то видно, что при увеличении давления нам, в последующем, придётся приложить лишнюю работу для разделения компонентов. Поэтому использование избыточного, нормального или недостаточного давления определяется степенью извлечения компонентов и зависит от экономической эффективности.

Основной принцип системы – это самоадаптация под любой «газ» независимо от его состава. Система определяет не только скорость потока внутри системы, но и количество энергии, которое необходимо из неё вывести. И как итог получение фракций, которые будут извлекаться исключительно при их температурах «кипения».

**Пример («попутный газ»):** точка кипения пропана -41.2 град, все насыщенные пары которые ушли дальше по системе и были извлечены при более низких температурах, будут отправлены в криорефрижератор на замкнутом цикле – где будут охлаждены до необходимой температуры и отправлены обратно в систему для охлаждения более ранних стадий процесса. А так же к ним добавляется необходимое количество жидкого этана. Аналогично этан и метан.

Извлечение компонентов происходит на пропускной мембране. В данной секции необходимо извлечь только те капли перешедшего в жидкость газа, которые можем извлечь – остальные, которые уйдут дальше по системе – будут полезны в дальнейшем, так как они пойдут на охлаждение более ранних стадий процесса.

Условный состав: газ А (легкий газ), газ В (средний тяжести газ), газ С (тяжелый газ).



Для извлечения компонента  $C_0$  в проточной системе распыляют смесь жидких газов  $C_{t1}$ ,  $B_{t2}$  и растворенный в них газ  $A$  ( $A_{t1}$ ,  $A_{t2}$ ), до температуры конденсации компонента  $C_0$ .

Аналогично, для извлечения компонента  $B_{t2}$  в проточной системе распыляют смесь жидких газов  $A$  ( $A_{t3}$ ,  $A_{t4}$ ) и  $B$  ( $B_{t3}$ ,  $B_{t4}$ ), включая остатки  $C$  ( $C_{t3}$ ,  $C_{t4}$ ), до температуры конденсации компонента  $B_{t2}$ .

Для извлечения компонента  $A_{t4}$  в проточной системе распыляют смесь жидких газов  $A_{t4}$  и остатки  $B_{t4}$  и  $C_{t4}$ , до температуры конденсации компонента  $A_{t4}$  с использованием давления на последней стадии. Возможен вариант введения в систему более легкого компонента с последующей его циркуляцией по системе.

Извлеченные таким образом газы будут иметь состав:

$C$  – чистый компонент с растворёнными в нем газами  $A$  и  $B$

$B$  – с примесями компонента  $C$  и с растворенным в нём газом  $A$ .

$A$  – с примесями компонентов  $B$  и  $C$ .

В промежуточных стадиях перед точками кипения компонентов  $A$  и  $B$  – происходит доизвлечение предыдущего компонента. Компонент  $C_{t1}$  до извлекается перед точкой кипения компонента  $B$ . Компонент  $C_{t3}+B_{t3}$  доизвлекается перед точкой кипения компонента  $A$ .

**Распыляемый газ – хладагент имеет состав:**

**Жидкий газ  $B_{t2}$  и  $C_{t1}$  и растворенный в них газ  $A$  ( $A_{t1}$ ,  $A_{t2}$ ).**

Состав хладагента определяется максимальным содержанием в нём компонента  $C_{t1}$  и необходимым содержанием компонента  $B$  с последующим их до охлаждением до более низких температур.

Обозначение	Фаза	Температура	К-во
$C_{t1}$	Жидкость	$T_1$	Мах
$A_{t1}$	Растворенный газ	$T_1$	Мах
$B_{t2}$	Жидкость	$T_2$	Необходимое
$A_{t2}$	Растворенный газ	$T_2$	Необходимое

**Жидкий газ  $A$  ( $A_{t3}$ ,  $A_{t4}$ ) и  $B$  ( $B_{t3}$ ,  $B_{t4}$ ), включая следы  $C$  ( $C_{t3}$ ,  $C_{t4}$ )**

Состав хладагента определяется максимальным содержанием в нём компонента  $B_{t3}$  и необходимым содержанием компонента  $A_{t4}$ . С последующим их до охлаждением до более низких температур.

Обозначение	Фаза	Температура	К-во
$C_{t3}$	Жидкость	T3	Мах
$B_{t3}$	Жидкость	T3	Мах
$A_{t3}$	Растворенный газ	T3	Мах
$C_{t4}$	Жидкость	T4	Необходимое
$B_{t4}$	Жидкость	T4	Необходимое
$A_{t4}$	Жидкость	T4	Необходимое



## **SEDIMENTARY SOILS DEFORMATION MODE OF ARCTIC SHELF BY OFFSHORE GRAVITY BASE PLATFORM INSTALLATION**

**Papusha A, Gontarev D** (*Murmansk, Murmansk State Technical University, Continuum Mechanics and Offshore Oil and Gas Engineering Department*)

The comparison of computations of soil deformation mode by offshore gravity base platform installation performed using COMSOL Mutliphysics and Abaqus are presented in this paper.

### **Introduction.**

Demand of oil and gas increase requires development of new oil and gas fields, that leads to investigation of them on the sea and ocean shelf. Unfortunately due to severe ice conditions it is impossible to adapt the reach world experience of using floating production storage and offloading vessels (FPSO) to development of Arctic Offshore oil and gas fields. For this reason the actuality of is of development of new justified methods of design and construction of gravity-based structures (GBS) in application to severe conditions of the arctic shelf is obvious.

The topicality of this work is specified by letter by Federal Autonomous Institutions "Glavgosekspertiza" No. 24-10-3/1281 dd. the 28th of June 2004 "About quality increase of calculation validations of design decision of structural unit". According the letter it is recommended to carry out computational analysis of modern complicated structural units using at least two certificated software complexes.

### **1 The problem definition.**

By working out of oil deposit Prirazlomnoye use of a gravitational platform is supposed. In the conditions of increased requirements of safety the estimation of stability of a platform on a sea-bottom becomes the important engineering problem.

For an estimation of stability platform « Prirazlomnaya » on a sea-bottom it has been developed two 2D penetration schemes consisting of model of the basis of a platform and an anisotropic solid-state element, simulating the sated file soils, composing a sea-bottom. Basic difference of schemes consists that in the first penetration scheme the weight of the top structure has been replaced by action of uniform pressure, in the second scheme

That fact has been taken into consideration, that the weight of the top structure is distributed non-uniformly on the area of the basis of a platform.

Aforementioned penetration schemes used in COMSOL Multiphysics is presented in Figure 1.

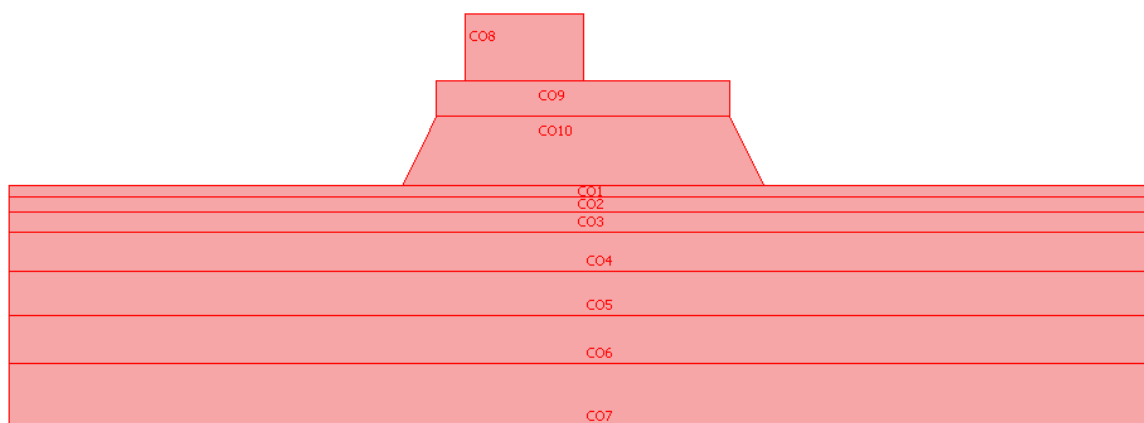


Figure 1 – aforementioned penetration schemes used in COMSOL Multiphysics

The areas CO1-CO7 simulate the soils, composing a sea-bottom, and the areas CO8-CO10 simulate the platform on figures, shown above.

Aforementioned penetration schemes used in Abaqus is presented in Figure 2.

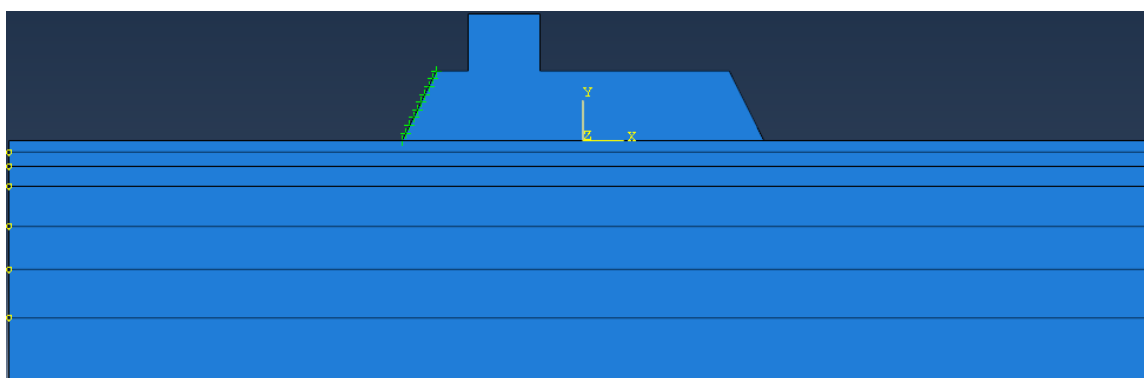


Figure 2 – aforementioned penetration schemes used in Abaqus

Characteristics of soils composing a sea-bottom are presented in Table 1.

Table 1 – Characteristics of soils composing a sea-bottom.

Layer number	The ground composing a layer	Capacity of a layer, m	Elasticity modulus, MPa	Poisson's ratio	Bulk modulus MPa	Porosity	Density, kg/m <sup>3</sup>	Permeability, m <sup>2</sup>
1	Pulverescent sand	4	75,0	0,31	65,8	0.42	2730	1,73e-10
2	Plastic sandy loam	5	25	0,35	27,8	0.43	2710	1,73e-11
3	Very soft loamy	7	5	0,39	7,4	0.49	2740	1,73e-13

	soil							
4	Very soft clay	14	3,5	0,39	5,3	0.56	2770	1,73e-15
5	Flowable loamy soil	15	9,5	0,31	8,3	0.45	2720	1,73e-14
6	Plastic sandy loam	17	22,8	0,33	22,4	0.45	2720	1,73e-12
7	Very soft loam	22	6,5	0,39	9,8	0.39	2750	1,73e-11

The sizes of a platform have been accepted by the real agree to the data which are available in the literature [3]. The sizes of a soil file got out according to a rule described above proceeding from the sizes of a platform.

Practical experience of numerical simulations [1], shows to achieve a good result it is necessary to assume the size of soil file approximately in two times bigger than platform size.

Proper weight of platform and ice action were taken as external loads.

For the solution of the given problem the method of finite elements described in [4] and realized in program complex COMSOL Multiphysics has been chosen.

Mathematical model of water-saturated soil was developed by M. Biot [2].

## **2 Features of compatible deformation of system "foundation platform - the soil basis".**

It is obvious, that one of the central problems of maintenance of reliable and safe work platform is the problem of designing and erection of a reliable design of the base block. The base block should provide durability and stability (on shift and overturning) platforms at all natural influences, including extreme cases.

Features of compatible of base blocks GBS and the bases basically are defined by two factors - character of the soil basis (geological and geomorphologic characteristics of a platform, physic and mechanical properties composing it soils, modes of undercurrents and dynamics of deposits) and a design of the basic block. Abundantly clear, that the design of the basic block depends in the direct image on a kind of the soil basis.

For reliable work of system «platform foundation - the soil basis» basic blocks of gravitational designs, as a rule, should have the considerable area of foundation. Feature of work of a platform is existence of considerable horizontal loadings: ice, wind and wave, and also making seismic loadings. Vertical loadings for which account gravitational platforms are kept on the basis, - construction weight, a ballast, weight of the equipment and in some cases weight of the extracted oil.

Additional feature of interaction platform with the basis is considerable eccentricity appendices equally effective loadings concerning the basis centre. In

some cases eccentricity it is so considerable, that which leads to essential non-uniformity of distribution of loadings on contact of the base block to the basis, and in some cases it is so considerable, that can lead to "separation" on a part of contact of the base block and the soil basis.

Such situation can cause considerable horizontal moving and non-uniform deposits which can lead to a reemergence and impossibility of the further normal operation of a platform. Considerable eccentricity leads also to essential non-uniformity of distribution of loadings on contact of the base block to the basis. Non-uniformity of distribution of contact pressure often also is connected with heterogeneity of the basis, discontinuity flaw surfaces of contact of a construction with a ground, defects of preparation of the basis under a platform, etc.

At penetration the basic block in the basis there are forces of interaction of lateral surfaces of the base, and also special devices (walls, edges, etc.) with a ground which are necessary for considering at calculations of stability of platforms and durability of a design of the base. In the elementary case these forces can be considered within the limits of usual representations about active and passive pressure of a ground.

If the sea-bottom basis is combined weak грунтами with low deformation and прочностными characteristics, resort to the device of the pile basis.

According to operating standard documents and existing practice of domestic designing of hydraulic engineering constructions for system calculations "a hydraulic engineering construction - the basis" is spent a schematization of the basis with allocation of engineering-geological elements and penetration soil elements.

Thus, according to noted features of interaction of base blocks GBS with грунтами a sea-bottom, at designing of platforms by calculations should be provided:

- stability of a construction under schemes of flat shift (on contact of the base to a ground or on a weak layer in the basis) and deep shift;
- non-admission the "separation" phenomena at big эксцентриситете equally effective loadings concerning the area centre of solid bearing;
- Stability at the big displacement and lists as a result of dynamic of soil thinning;
- prevention of washouts of a surface of a sea-bottom at a platform a sea current or waves at small depths of placing platform.

Besides, great value for maintenance of reliability and safety platform authentic estimations have a deposit, lists and horizontal moving of the basic block as in many cases of a working condition of the process equipment and pipelines appear defining and impose rigid restrictions on the specified sizes [1].

**3 Results of numerical simulation of GBS "Prirazlomanya" and sea bottom interaction.**

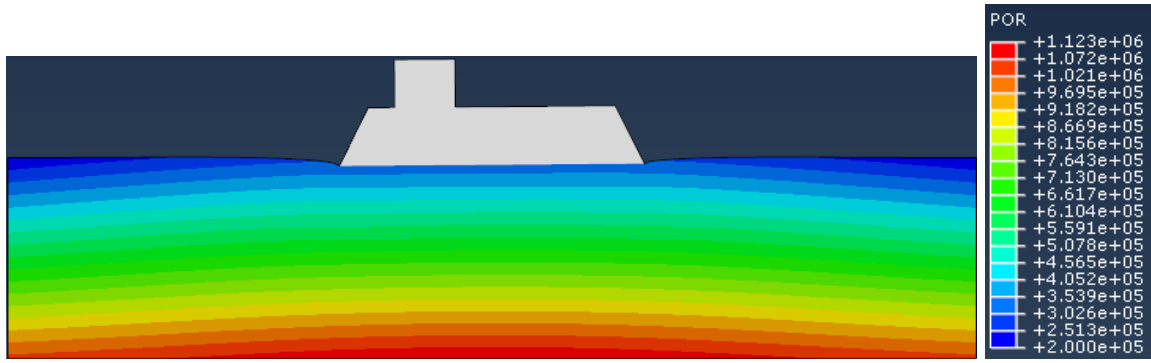


Figure 3 – Pore pressure plot calculated using Abaqus.

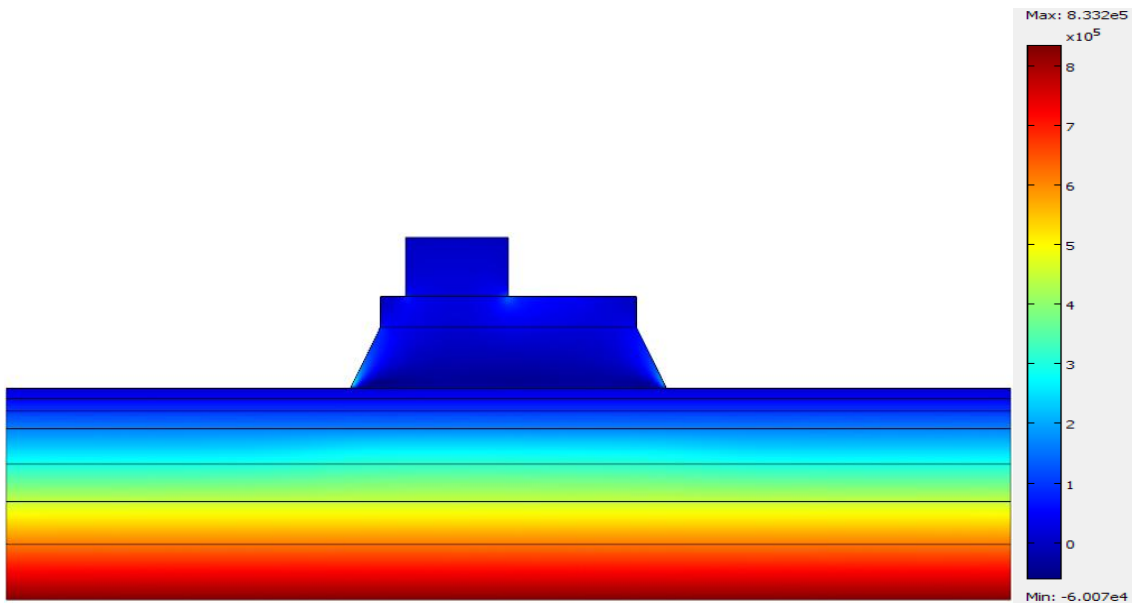


Figure 4 – Pore pressure plot calculated using COMSOL Multiphysics.

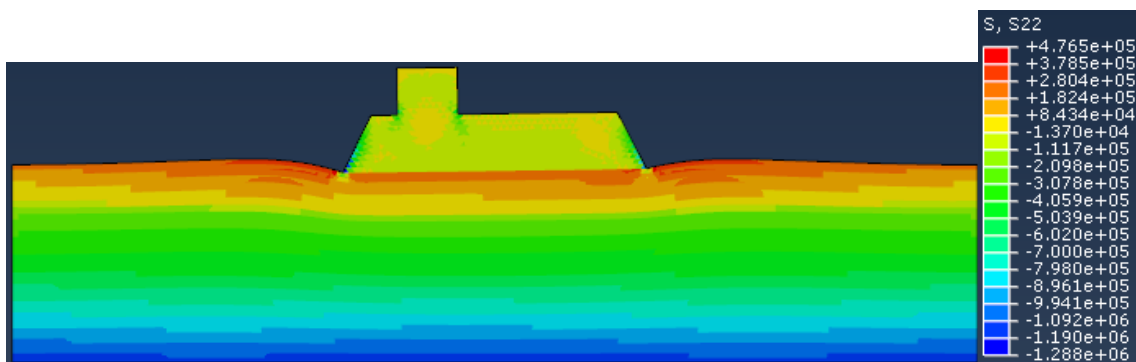


Figure 5 – Vertical stress plot calculated using Abaqus.

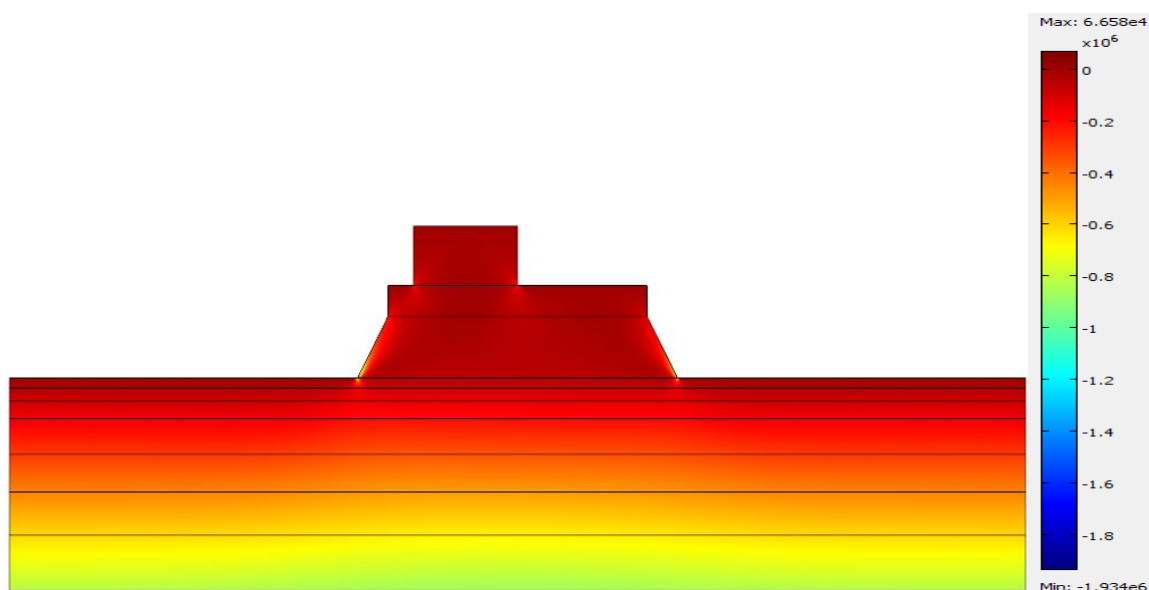


Figure 6 – Vertical stress plot calculated using COMSOL Multiphysics.

### **The conclusion.**

As shown on figures 3 - 6 the results computed using different software complexes provide different results of the same calculations. The main reason of different results is different input dates: Abaqus requires definition of initial pore pressure and initial geostatic stresses, but COMSOL Multiphysics ignores initial geostatic stresses and takes only pore pressure as initial condition. Also it can be connected with numerical algorithms used each particular software product.

The results of this paper show that it is necessary to carry out calculations using two (or even more) independent software products designing such technically complicated structural units as offshore gravity based structures.

### **Reference.**

1. Andresen L., Jostad H.P., Andersen K.H., Skau K. Finite Element Analyses in Offshore Foundation Design - The 12th International Conference of International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics (IACMAG).
2. Biot M. A. , 1941. General theory of three-dimensional consolidation. J. Appl. Phys. 12, 155–164.
3. <http://www.sevmash.ru/rus/production/sea-tech/hutton.html>
4. Zienkiewicz O. C ., Taylor R. L. The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics, 6ed - Publisher "Elsivier", 2005 - 648 pp

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ В СЛОИСТОЙ СРЕДЕ ОКОЛОСКВАЖИННОГО ПРОСТРАНСТВА ПО СЕЙСМИЧЕСКИМ ДАННЫМ.

Рожков А. С. (г. Мурманск, МГТУ, Кафедра: ВМ и ПО ЭВМ)

The problem of definition of density in layers of the geological environment is considered. In beds it is known either speed or an impedance (acoustic rigidity).

Одной из важнейших и труднейших задач геофизики Земли является задача определения объемной плотности геологической среды. Этот доклад посвящается определению плотности в слоистой среде околоскважинного пространства, при помощи сейсморазведочных данных. Этой задаче посвящено множество работ. Хорошая библиография по этой теме приводится, например, в монографии [1].

Итак, пусть дана слоистая геологическая среда, а также имеется одна скважина. В слоях этой среды известны скорости  $V_i(x)$  или акустические жесткости  $C_i(x)$ , где  $i$  - номер слоя. Скорости или акустические жесткости являются функциями от горизонтальной координаты  $x$ . Кроме этого известны плотности  $\rho_{oi}$  в каждом  $i$ -м слое в скважине.

Из волнового уравнения, вытекает связь между плотностью и скоростью как продольных, так и поперечных волн в виде

$$V=(K/\rho)^{1/2}$$

где  $K$  - эффективный упругий параметр,  $\rho$  - плотность,  $V$ -скорость либо продольных, либо поперечных волн, в зависимости от значения  $K$  (Шерифф Р., Гелдарт Л. 1987). Это уравнение упрощено, так как  $K$  также зависит от плотности. Параметры  $K$  и  $\rho$  взаимосвязаны и эта связь зависит от литологии, пористости, свойств поровых флюидов, давления, глубины, цементации, степени уплотнения и т. д. Данные Гарднера и др. (Gardner G. H. F., Gardner L. W., Gregory A. R. 1974) соответствуют зависимости

$$\rho=aV^{1/4}$$

где  $\rho$  выражено в г/см<sup>3</sup>,  $V$  - в м/с при  $a=0,31$  и в фут/с при  $a=0,23$ . Соль ангидрит и уголь не подчиняются этой зависимости.

Для основных литотипов пород (песчаники, глины, известняки и доломиты) многочисленными исследованиями, в том числе в работах (Гогоненков Г.Н., Захаров Е.Т., Эльманович С.С. 1980, Tal-Virsky В. В., Табаков А. А. 1983, Гогоненков, 1987) также установлена степенная зависимость, но более общего вида

$$V=m\rho^k \tag{1}$$

где  $m$  и  $k$  константы подлежащие определению, а также выяснено, что некоторые породы не подчиняются этой зависимости (соль, гипс, ангидрит, уголь). Можно считать, что и для пород, не подчиняющихся этой зависимости, при относительно небольших изменениях плотности, зависимость между  $\rho$  и  $V$  может быть аппроксимирована функцией вида  $V=m\rho^k$ .

В этом докладе также, скорость  $V$  и плотность  $\rho$  связываются равенством (1) где  $m$  и  $k$  константы подлежащие определению. Рассмотрим произвольный слой. Пусть в нем выполнено равенство (1). Пусть  $\rho(x)$  имеет в точках  $x$  этого слоя производную  $\rho'(x)$ . И пусть, например, в слое известна акустическая жесткость  $C(x)$ . Скорость связана с акустической жесткостью в каждой точке  $x$  слоя зависимостью

$$C(x)=V(x)\rho(x)$$

Тогда если выполняется (2), то

$$C(x)=m\rho(x)^{k+1} \quad (2)$$

$$\text{и } C'(x) = m(k+1)\rho'(x)\rho(x)^k;$$

$$\frac{C(x)}{C'(x)} = \frac{m\rho(x)^{k+1}}{m(k+1)\rho'(x)\rho(x)^k} = \frac{\rho(x)}{\rho'(x)(k+1)}.$$

Пусть, в некотором слое, плотность  $\rho(x)$  - линейная на некотором отрезке  $[x_n, x_k]$  функция, то есть  $\rho(x)=ax + \rho_0$ , где  $a$  и  $\rho_0$  неизвестные константы.

Тогда в силу того, что  $\rho(x)=ax + \rho_0$  акустическая жесткость и ее производная примут вид:

$$C(x)=m(ax + \rho_0)^{k+1}; \quad C'(x) = ma(k+1)(ax + \rho_0)^k$$

Откуда  $\frac{C(x)}{C'(x)} = \frac{m(ax+\rho_0)^{k+1}}{ma(k+1)(ax+\rho_0)^k} = \frac{(ax+\rho_0)}{a(k+1)} = \frac{1}{k+1} (x + \frac{\rho_0}{a})$ . Пусть  $x_1$  и  $x_2$  два различных числа принадлежащих отрезку  $[x_n, x_k]$ . Тогда из последнего равенства следует, что

$$\frac{C(x_2)}{C'(x_2)} - \frac{C(x_1)}{C'(x_1)} = \frac{1}{k+1} (x_2 + \frac{\rho_0}{a}) - \frac{1}{k+1} (x_1 + \frac{\rho_0}{a}) = \frac{1}{k+1} (x_2 - x_1)$$

Умножив, последнее равенство на  $k+1$  и разделив его на выражение  $\frac{C(x_2)}{C'(x_2)} - \frac{C(x_1)}{C'(x_1)}$ , получим  $k+1 = \frac{x_2 - x_1}{\frac{C(x_2)}{C'(x_2)} - \frac{C(x_1)}{C'(x_1)}}$ , откуда следует, что

$$k = \frac{x_2 - x_1}{\frac{C(x_2)}{C'(x_2)} - \frac{C(x_1)}{C'(x_1)}} - 1 \quad (3)$$

Из этой формулы следует, что для определения параметра  $k$  содержащегося в формуле (2), при условии, что  $\rho(x)$  - линейная на отрезке  $[x_n, x_k]$  функция, необходимо знать только функцию  $C(x)$  и ее производную в двух разных точках отрезка  $[x_n, x_k]$  и что для всех таких пар точек это выражение остается неизменным и равным  $k$ .

Аналогично приведенному здесь рассуждению находится параметр  $k$ , если известна скорость, а не акустическая жесткость.

Рассмотрим равенство (2)



$$C(x) = m\rho(x)^{k+1}$$

Нам известна, по условию, плотность слоя в скважине. Пусть координата по оси ОХ в скважине равна  $x_0$ . Тогда

$$C(x_0) = m\rho(x_0)^{k+1} \quad (4)$$

Разделив равенство (2) на равенство (4) получим равенство

$$\frac{C(x)}{C(x_0)} = \frac{\rho(x)^{k+1}}{\rho(x_0)^{k+1}}$$

Откуда

$$\rho(x)^{k+1} = \frac{\rho(x_0)^{k+1} C(x)}{C(x_0)}$$

Поэтому

$$\rho(x) = \rho(x_0) \left( \frac{C(x)}{C(x_0)} \right)^{\frac{1}{k+1}} \quad (5)$$

Здесь  $\rho(x_0)$ ,  $C(x)$ ,  $C(x_0)$  заданы в условии задачи. Параметр  $k$  найден по формуле (3). Таким образом, по формуле (7) можно вычислить плотность как функцию от координаты  $x$ , при заданных условиях, в каждом из слоев.

Нетрудно убедиться, что если  $\rho(x)$  – нелинейная на отрезке  $[x_n, x_k]$  функция, то параметр  $k$ , вычисленный по формуле (4), не будет одинаковым и чем более  $\rho(x)$  отличается от линейной функции, тем более отличаются значения параметра  $k$ , вычисленные для различных пар точек отрезка  $[x_n, x_k]$ . Пусть начало рассматриваемого слоя имеет координату  $x_n$ , а конец  $x_k$ . Возьмем произвольный отрезок принадлежащий отрезку  $[x_n, x_k]$ . Рассчитаем на нем по формуле (4) для всевозможных различных пар точек, принадлежащих ему, параметр  $k$ . Чем более линейно ведет себя функция  $\rho(x)$  на этом отрезке, тем меньше будет разброс значений параметра  $k$ . Разброс значений этого параметра характеризуется дисперсией этого параметра. Поэтому рассчитаем дисперсию этого параметра на этом отрезке. Аналогично поступим со всеми другими отрезками, которые принадлежат отрезку  $[x_n, x_k]$ . Рассчитав для каждого из них дисперсию параметра  $k$ , выберем такой отрезок, у которого будет самая минимальная дисперсия. Это значит, что мы найдем такой участок рассматриваемого слоя, на котором функция  $\rho(x)$ , ведет себя наиболее линейно. Тогда за параметр  $k$  для всего отрезка можно принять математическое ожидание всех значений  $k$ , вычисленных на этом отрезке. Конечно, необходимо выбрать минимальную длину рассмотренных нами отрезков, а также на каждом отрезке выбирать не все возможные пары различных точек, а такие точки, расстояние которых друг от друга было бы не меньше определенной величины.

### Литература

1. Р. Шерифф, Л. Гелдарт. Сейсморазведка. Обработка и интерпретация данных. том 2 М., Мир, с. 230 - 233, 1987.

# **Химия**

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ 2,4,-ДИФЕНИЛ-3,4,4а,5,6,10b – ГЕКСАГИДРО-2Н-БЕНЗО[h] СЕЛЕНОХРОМЕНА, И ФЕНИЛ (3-ФЕНИЛ- 4,5-ДИГИДРОНАФТО [1,2,-b]СЕЛЕНОФЕН -2 ИЛ ]МЕТАНОНА

Хайруллина В. Р.<sup>1</sup>, Ишмухаметова А. Р.<sup>1</sup>, Герчиков А. Я.<sup>1</sup>, Хадиятуллина Р. Т.<sup>1</sup>, Древки Я. Б.<sup>2</sup>, Древки Б. И.<sup>2</sup> (<sup>1</sup> г. Уфа, Башкирский государственный университет, химический факультет, кафедра физической химии и химической экологии, <sup>2</sup> Саратов, Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова, факультет ветеринарной медицины и биотехнологии, кафедра: биотехнологи и химии)

The antioxidant properties of 2,4-diphenyl-3,4,4a,5,6,10b-hexahydro-2H-benzo[h]selenochromene and phenyl (3-phenyl-4,5-dihydronaphto [1,2-b]-selenophene-2yl) methanone have been studied. Antioxidant activity of the examples is characterized by a rate constant of inhibition  $fk_7$ .

### Введение

В настоящее время внимание исследователей привлекают селенсодержащие органические соединения. как потенциальные лекарственные средства с выраженной антимикробной активностью [1-3]. Важным компонентом фармакологических свойств этих соединений является их антиокислительная активность (АОА). Однако, информация об этих свойствах селенхроменов в литературе практически отсутствует. Однако, перспективы разработки органических производных селена в качестве потенциальных лекарственных препаратов требуют детального исследования их антиокислительных свойств. В связи с этим целью настоящей работы было определение количественных характеристик эффективности антиокислительного действия 2, 4,-дифенил-3,4,4а,5,6,10b-гексагидро-2Н-бензо[h] селенохромена (I) и фенил(3-фенил-4,5-дигидронафто[1,2-b]селенофен-2-ил] метанона (II).

### Методика эксперимента

На рис. 1 изображены структурные формулы исследуемых соединений. Исследуемые образцы охарактеризованы методом элементного анализа и спектрами ЯМР <sup>1</sup>H. Известно, что степень чистоты исследуемых образцов составляет не менее 95% [4-5].

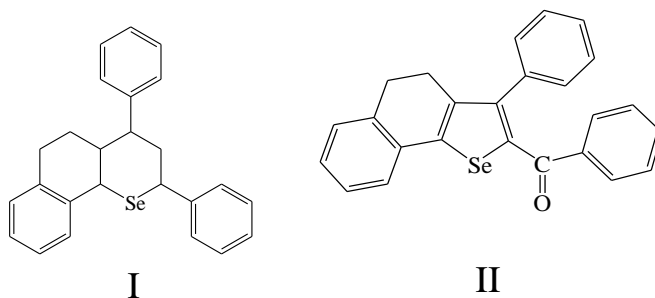


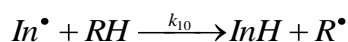
Рис. 1. Структурные формулы исследуемых соединений.

АОА соединений I-II изучали с помощью универсальной манометрической дифференциальной установки по скорости поглощению кислорода воздуха в окисляющемся 1,4-диоксане при 348 К (инициатор – азодиизобутиронитрил, скорость иницирования  $W_i = 1 \cdot 10^{-7}$  моль/л·с). Эффективность ингибирующего действия исследуемых веществ оценивали по степени снижения начальной скорости поглощения кислорода, численное значение которой рассчитывали на начальном участке кинетической кривой поглощения кислорода с использованием ПК методом наименьших квадратов. 1,4-диоксан предварительно очищали по стандартной методике [6].

АОА исследуемых веществ характеризовали эффективной константой скорости ингибирования  $fk_7$ , где  $f$  – стехиометрический коэффициент ингибирования (АО), который отражает число радикалов, погибающих на одной молекуле АО в актах обрыва цепи [1, 7].

### Результаты и их обсуждение

Установлено, что зависимость скорости ингибированного окисления 1,4-диоксана от концентрации исследуемых соединений имеет экстремальный характер (рис. 2). При концентрациях соединений I и II выше  $5.0 \cdot 10^{-5}$  моль/л для образца I и  $1.8 \cdot 10^{-5}$  моль/л для образца II скорость ингибированного окисления 1,4-диоксана в их присутствии в их присутствии возрастает. Вероятно, при повышении концентрации выше указанных значений становится существенной реакция переноса цепи окисления на ингибитор [1]:



Для определения величины  $fk_7$ , экспериментальные результаты трансформировали в координатах уравнения (1) [13-14]:

$$F = \frac{W_0^0}{W_0} - \frac{W_0}{W_0^0} = fk_{In} [AO] \sqrt{2k_6 W_i} \quad (1)$$

где  $w_0^0$  и  $w_0$  – начальные скорости поглощения кислорода при окислении 1,4-диоксана в отсутствие и в присутствие АО соответственно;  $[AO]$  – концентрация добавки АО;  $k_7$  и  $2k_6$  – константы скорости обрыва цепи окисления на АО и квадратичного обрыва цепи на пероксильных радикалах субстрата соответственно [1, 7].

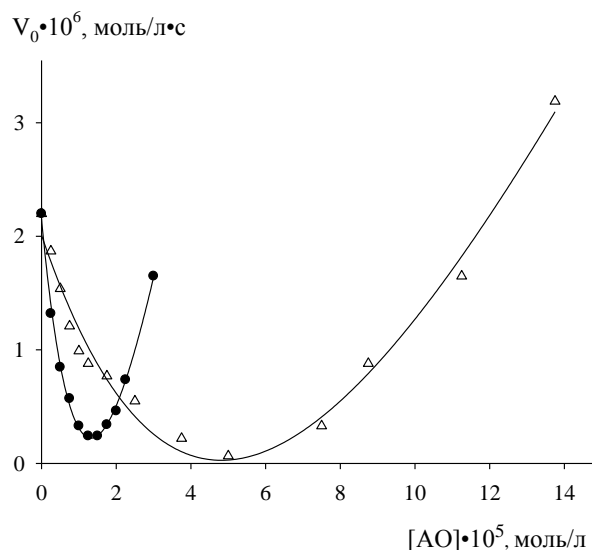


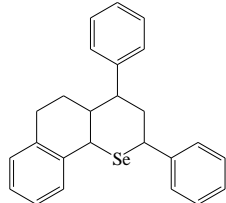
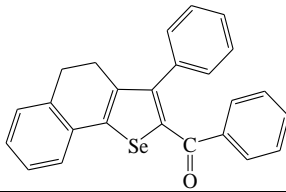
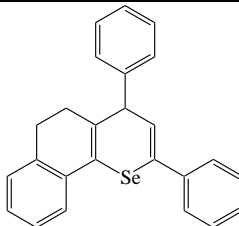
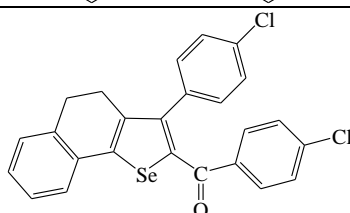
Рис.2. Зависимость скорости поглощения кислорода при окислении 1,4-диоксана от начальной концентрации образцов I-II;  $T=348\text{ K}$ ,  $W_i=1 \cdot 10^{-7}$  моль/л•с.

В результате обработки экспериментальных данных в координатах уравнения (1) определены величины  $fk_7$ , численные значения которых представлены в табл. 1. При расчете этих величин использовали известное из литературных данных значение константы скорости квадратичного обрыва цепи  $2k_6=6,67 \cdot 10^7$  л/моль•с [1].

Сравнительный анализ данных табл. 1 позволяет заключить, что 2,4,-дифенил-3,4,4а,5,6,10b-гексагидро-2H-бензо [h] селенохромен (I) и фенил(3-фенил-4,5-дигидронафто[1,2-b]селенофен-2-ил]метанон (II) являются эффективными акцепторами пероксильных радикалов 1,4-диоксана. Соединение II по АОА значительно превосходит изученные нами ранее АО III и IV; соединение I по эффективности ингибирующего действия сопоставимо с АО III и на порядок превосходит АО IV. Как видно из результатов экспериментов, представленных в табл. 1, замещение фенильных фрагментов на парахлорфенильные в производных 4,5-дигидронафто[1,2-b]селенофен-2-ил]метанона (АО II, АО IV) существенно снижает АОА соединений, что, вероятно, обусловлено отрицательным индуктивным эффектом атома хлора. Вместе с тем, при анализе АОА АО I и II необходимо учитывать инверсию их антиокислительных свойств, которая четко проявляется выше определенной концентрации этих веществ. Детальное изучение природы данного явления является целью дальнейших наших исследований.

**Таблица 1.**

**Количественные характеристики антиокислительного действия  
производных селенохромена**

Шифр антиоксиданта	Структурная формула антиоксиданта	$fk_7 \cdot 10^{-5}$ , л/моль·с
I		$4.0 \pm 0.5$
II		$12.0 \pm 2.0$
III		$1.6 \pm 0.2$ [8]
IV		$0.60 \pm 0.05$ [8]

### Литература

1. Denisov E.T., Afanas'ev I.B. // Oxidation and antioxidants in organic chemistry and biology. Boca Raton: Taylor and Francis, 2005. 982 P.
2. Klayman D.L., Gunther W.H. (eds.) Organic Selenium compounds: their chemistry and biology. New York: Wiley-interci., 1973. 1188 P.
3. В.В., Ковальский В.В. Биологическое значение селена. Москва: Наука, 1974. 298С.
4. Древки Я.Б., Федотова О.В. // ХГС. 2006. №10. С.1586.
5. Федотова О.В., Древки Я.Б. // Известия вузов Сер. Химия и химическая технология. Т. 50. № 6. 2007. С. 90.
6. Гордон А, Форд Р. Спутник химика. М.: Мир, 1976. 541 с
7. Денисов Е.Т. Константы скорости гомолитических жидкофазных реакций. М.: Наука, 1971. 712 С.
8. Хайруллина В.Р., Герчиков А.Я., Ильина Е.А., Древки Я.Б., Исаева А. Ю., Древки Б.И. // Кинетика и катализ. 2013. Т. 54. №1. с. 16–19.

## ПОИСК ЭФФЕКТИВНЫХ ИНГИБИТОРОВ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ 5-ЛИПОКСИГЕНАЗЫ СРЕДИ ПРОИЗВОДНЫХ 2-(3-МЕТИЛФЕНИЛ) ПРОПАНОВОЙ КИСЛОТЫ

Таипов И. А., Хайруллина В. Р., Герчиков А. Я., Васильев М. Н., Трынкина В. С. (г.Уфа, Башкирский государственный университет, химический факультет, кафедра физической химии и химической экологии)

An in silico approach with using AutoDock 4.2 was adopted to identify potential 5-lipoxygenase inhibitors through molecular docking studies. They showed better binding energy than the known inhibitor ketoprofen to 308y. Thus, structure-based drug discovery approach was successfully employed to identify some promising prodrugs for the treatment of pain and inflammation.

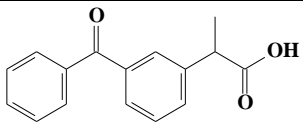
### Введение

Целью данной работы является поиск новых ингибиторов 5-ЛОГ человека как потенциальных противовоспалительных и противоаллергических препаратов с использованием метода молекулярного докинга.

### Экспериментальная часть

В качестве потенциальных лигандов 5-ЛОГ изучены производные дифенилметанона, 2-фенилпропановой кислоты, карбоксиэтилпроизводные бензойной кислоты. Структурные формулы этих соединений представлены в табл. 1. Структуры тестируемых соединений получены в результате молекулярного дизайна действующего вещества НПВЛС «Кетопрофен» с использованием структурных фрагментов, характерных для высоко- и среднеэффективных ингибиторов 5-ЛОГ.

Таблица 1.

 (Д.В. «кетопрофен»)	S1	S2	S3
S4	S5	S6	S7
S8	S9		

Структуры лигандов были построены в программе MarvinSketch версии 5.3.6 [2] и оптимизированы методом молекулярной механики при наложении силового поля AMBER-99SB в программе UCSF Chimera [3]. В качестве модели молекулы фермента 5-ЛОГ выбрана молекула из PDB [4] с кодом 3o8y, представляющая собой модифицированную макромолекулу 5-ЛОГ человека.

Молекулярный докинг проводили с помощью программы Autodock 4.2 [5] в цепь А молекулы 3o8y. Подготовку структур лигандов и белка проводили в программе AutoDockTools. Первоначально все молекулы воды были удалены из структуры белка. Файлы рецептора и лигандов были конвертированы в формат PDBQT-файла с добавлением недостающих атомов водорода и парциальных атомных зарядов, рассчитанных по методу Гастайгера. Активный центр макромолекулы, предназначенный для позиционирования лигандов, помещали в трехмерный бокс размером  $50 \times 50 \times 50$  шагов с разметкой решетки  $0.375 \text{ \AA}$ , рассчитанный в программе AutoDockTools [5]. За центр бокса принимали положение известного лиганда - арахидоновой кислоты, представляющей собой субстрат для 5-ЛОГ. На основе информации о парциальных атомных зарядах всех типов атомов для каждой пары атомов, водящих в комплекс «макромолекула-лиганд», выполнен предварительный расчет сетевых карт (grid maps). В дальнейшем с использованием программы AutoDock на основе информации о парциальных энергиях взаимодействиях между парами атомов лиганда и фермента методом докинга определяли оптимальное положение всех лигандов а активном центре, ограниченном размерами бокса, а также рассчитывали полную энергию взаимодействия для всех комплексов макромолекула-лиганд. В докинге молекула белка была жесткой, в то время как молекулы лигандов были подвижными. Угол внутреннего вращения вокруг всех одинарных связей в лигандах составлял  $30^\circ$ , перемещение молекул лигандов как целого в пространстве проводили также с углом  $30^\circ$  относительно исходных конформаций. Докинг проводился с использованием Ламарковского генетического алгоритма с параметрами по умолчанию, за исключением: “Number of GA runs”, значение которого было выбрано 20. Оценку качества позиционирования характеризовали величиной RMSD, представляющей собой среднеквадратичное отклонение положения лиганда после докинга от его нативного положения в белке. Решения докинга кластеризовали на основе величины  $\text{RMSD} = 2.0 \text{ \AA}$ . Оценка эффективности связывания лигандов с белком проводилась по полуэмпирической оценочной функции AutoDock, силовое поле которой параметризовано с использованием большого числа протеин-лигандных комплексов с известными константами связывания  $K_i$ .

#### Результаты и их обсуждение

В настоящей работе проведено моделирование структур и свободных энергий образования комплексов 5-ЛОГ с их ингибиторами методом



молекулярного докинга для предсказания селективности антагонистов лейкотриеновых рецепторов. Установлена применимость метода молекулярного докинга к моделированию структур и свободных энергий образования комплексов 5-ЛОГ с их ингибиторами для предсказания профилей активности потенциальных ингибиторов данного фермента. В качестве исходных данных для моделирования были использованы 9 соединений, полученных в результате молекулярного дизайна действующего вещества НПВЛС «Кетопрофен» (2-(3-бензоилфенил) пропановая кислота) на базе структурных признаков, характерных для высоко- и среднеэффективных ингибиторов 5-ЛОГ. Моделирование представляло собой расчет геометрии комплекса белка с предполагаемым ингибитором с помощью генетического алгоритма, реализованного в программе AutoDock 4.2. С помощью молекулярного докинга найдены 9 потенциально высокоэффективных ингибиторов 5-ЛОГ, характеризующихся высокой афинностью с активным центром данной макромолекулы и меньшей энергией связывания по сравнению с исходной молекулой. Результаты докинга этих соединений, а также тестовой молекулы – арахидоновой кислоты – в активный центр макромолекулы 3o8y представлены в табл. 2. Кроме того были предсказаны трехмерные структуры комплексов 5-ЛОГ с данными лигандами.

Таблица 2.  
Энергия и константа связывания потенциальных ингибиторов 5-ЛОГ и тестового соединения арахидоновой кислоты в активный центр молекулы 3o8y.

Структура соединения	Свободная энергия связывания, ккал/моль	Константа ингибирования, мкмоль/л	Число в кластере, всего 20 решений	Аминокислотные фрагменты, участвующие в образовании H связей
(Д.В. «кетопрофен»)	-7.6	2.8	3	ALA424
Арахидоновая кислота	-7.3	4	9	-
S1	-8.12	1.11	15	HIS372
S2	-7.23	5.05	13	HIS372
S3	-7.46	3.38	3	HIS367, HIS372
S4	-7.75	2.1	11	ASN425
S5	-9.1	0.21	5	HIS600, HIS372
S6	-7.56	2.86	6	TYR181, ALA424
S7	-9.41	0.12	4	LEU420, HIS372
S8	-8.87	0.32	7	HIS372
S9	-7.44	3.53	6	HIS372

Характерной особенностью подобных комплексов является образование лигандом одной или более водородных связей с аминокислотами 5-ЛОГ, входящими ее в активный центр. Определяющую роль при ориентации ингибиторов 5-ЛОГ в активном центре играет наличие полярной области, образованной негемовым ионом железа в степени окисления 2+, координационно-вязанным с тремя полярными гистидиновыми фрагментами HIS 372, HIS 550, HIS 367, аспарагина ASN 554, молекулой воды и ближайшей COO-группой изолейцина ILE 673. В частности, HIS 372 образует водородные связи с карбоксильными и амино группами большинства изученных нами лигандов, табл. 2.

При этом, визуальный анализ полученных комплексов «макромолекула-лиганд» позволяет заключить, что сайты связывания структур S1-S9 сходны с сайтом связывания Д.В. «кетопрофен, что свидетельствует о схожести механизма ингибирования ими каталитической активности 5-ЛОГ.

Таким образом, результаты докинг-решений для структур S1- S9 представляют собой 6-дентантные координационные соединения, в которых центральным ионом является ион железа II, а молекула воды замещена молекулами этих лигандов. Все остальные координационно связанные фрагменты сохраняются. На основании данных табл. 2 можно заключить, что соединения S1- S9 перспективны для синтеза и дальнейших доклинических испытаний в качестве потенциально эффективных ингибиторов 5-ЛОГ.

#### Литература

1. Lohse M.J. // Trends Pharmacol. Sci, 1998. – V. 19. – P. 198.
2. <https://www.chemaxon.com/>
3. <http://www.cgl.ucsf.edu/chimera/>
4. <http://www.rcsb.org/>
5. <http://autodock.scripps.edu/>

**МЕТОД АДДИТИВНОСТИ ПО СВЯЗЯМ ДЛЯ ДЕФОРМАЦИОННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ВЕЩЕСТВА**

**Зиновьева А. Б., Путинцев Н. М.** (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра химии)

A method based on the assumption of additivity of interatomic bond polarizations was suggested for the determination of the characteristics of the deformation molar polarization of substances taking into account the temperature of substances and hybridization of atoms in  $C_xH_y$  and  $C_xH_yO_z$  molecules.

Существующие в настоящее время методы аддитивности деформационной поляризации вещества [1-5] основаны на использовании формулы Клаузиуса – Моссотти, которая является первым приближением, справедлива только для разреженных газов и не учитывает зависимость поляризации от температуры. Поэтому существующие методы аддитивности и определенные на их основе молярные деформационные поляризации химических связей принципиально не верны.

В данной работе предложен альтернативный метод аддитивности по связям для деформационной молярной поляризации вещества.

Преимущества предложенного метода:

- в основе метода лежат оригинальные соотношения теории поляризации, полученные в ранее опубликованной работе [6];
- молярные поляризации межатомных связей рассчитываются и, следовательно, переносятся из одного вещества в другое при одной и той же температуре ( $T=293,15$  К), что позволяет учесть энергетическое состояние вещества;
- молярные деформационные поляризации межатомных связей молекул рассчитаны с учетом гибридизации атомов, входящих в состав молекулы, что частично учитывает зависимость молярных деформационных составляющих поляризации от ближнего окружения связей.

В таблице 1 приведены молярные деформационные поляризации некоторых связей. Межатомные связи при 20 °С обозначены буквенными символами  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n, Y_1, \dots$  и т. д.

Таблица 1 – Поляризация  $P_{\text{М деф}}^{\text{полн}}$  межатомных связей при 20°C ( $\times 10^6$  м<sup>3</sup>/моль)

Связь	Обозначение	Связь	Обозначение
$P_{\text{М деф}}^{\text{полн}} (C_{\text{sp}}^3 - \text{H})$	$x_1=4,185$	$P_{\text{М деф}}^{\text{полн}} (C_{\text{ar}} - C_{\text{sp}}^2)$	$y_5=19,603$
$P_{\text{М деф}}^{\text{полн}} (C_{\text{sp}}^2 - \text{H})$	$x_2=4,849$	$P_{\text{М деф}}^{\text{полн}} (C_{\text{sp}}^2 = C_{\text{sp}}^2)$	$y_6=18,486$
$P_{\text{М деф}}^{\text{полн}} (C_{\text{ar}} - \text{H})$	$x_3=2,333$	$P_{\text{М деф}}^{\text{полн}} (C_{\text{sp}}^2 - C_{\text{sp}}^2)$	$y_7=23,255$
$P_{\text{М деф}}^{\text{полн}} (O_{\text{sp}}^3 - \text{H})$	$x_4=20,274$	$P_{\text{М деф}}^{\text{полн}} (C_{\text{sp}}^3 - O_{\text{sp}}^3)$	$z_1=10,953$
$P_{\text{М деф}}^{\text{полн}} (C_{\text{sp}}^3 - C_{\text{sp}}^3)$	$y_1=13,248$	$P_{\text{М деф}}^{\text{полн}} (C_{\text{sp}2} = O_{\text{sp}2})$	$z_2=15,506$
$P_{\text{М деф}}^{\text{полн}} (C_{\text{sp}}^3 - C_{\text{sp}}^2)$	$y_2=10,793$	$P_{\text{М деф}}^{\text{полн}} (C_{\text{sp}}^2 - O_{\text{sp}}^3)$	$z_3=16,569$
$P_{\text{М деф}}^{\text{полн}} (C_{\text{ar}} - C_{\text{ar}})$	$y_3=16,681$	$P_{\text{М деф}}^{\text{полн}} (C_{\text{ar}} - O_{\text{sp}}^3)$	$z_4=25,752$
$P_{\text{М деф}}^{\text{полн}} (C_{\text{ar}} - C_{\text{sp}}^3)$	$y_4=11,039$	$P_{\text{М деф}}^{\text{полн}} (C_{\text{sp}} = \text{O})$	$z_5=14,080$

Для расчета значений молярных деформационных поляризаций  $P_{\text{М деф}}^{20 \text{ полн}}$  межатомных связей молярная деформационная поляризация различных веществ при 20 °С представлена в виде суммы молярных деформационных поляризаций межатомных связей молекул с учетом гибридизации атомов (таблица 2). Необходимые для расчетов значения молярных деформационных поляризаций исходных веществ рассчитаны теоретически (вода, метанол, муравьиная кислота и др.) или определены по имеющимся экспериментальным данным о диэлектрической проницаемости и молярном объеме вещества.

 Таблица 2 – Уравнения для  $P_{\text{М деф}}^{20 \text{ полн}}$  и значения  $\epsilon_{\infty}$  (или  $\epsilon_s$ ) при 20 °С ( $P_{\text{М деф}}^{20 \text{ полн}} \times 10^6$ , м<sup>3</sup>/моль)

Молекула	$\epsilon_{\infty}^{20}$	Уравнение	$P_{\text{М деф}}^{20 \text{ полн}}$
H <sub>2</sub> O	3,247	$P_{\text{М деф}}^{20 \text{ полн}} = 2x_4$	40,549
CO <sub>2</sub>	1,496	$P_{\text{М деф}}^{20 \text{ полн}} = 2z_5$	28,160
CH <sub>4</sub> O	2,082	$P_{\text{М деф}}^{20 \text{ полн}} = 3x_1 + z_1 + x_4$	43,782
CH <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2,516	$P_{\text{М деф}}^{20 \text{ полн}} = z_2 + x_2 + z_3 + x_4$	57,156

$C_2H_4O$	1,7718	$P_{M\text{ деф}}^{20\text{ полн}} = 3x_1 + y_2 + z_2 + x_2$	43,703
$C_3H_6O$	1,8460	$P_{M\text{ деф}}^{20\text{ полн}} = 6x_1 + 2y_2 + z_2$	62,202
$C_4H_8O_2$ (1,4-диоксан)	2,2176	$P_{M\text{ деф}}^{20\text{ полн}} = 8x_1 + 2y_1 + 4z_1$	103,789
$C_6H_{14}$ (2,3-диметилбутан)	1,9584	$P_{M\text{ деф}}^{20\text{ полн}} = 14x_1 + 5y_1$	124,829

1. Из выражений [6]

$$P_M = \varepsilon_s - 1 V_0 = \frac{N_A}{\varepsilon_0} \left[ \frac{p^2}{kT} L x_F \right], \quad (1)$$

$$N_A \alpha_{\text{деф}}^{\text{полн}} FL x_F = 2U_{\text{вз}}, \quad (2)$$

$$L x_F = \frac{2U_{\text{вз}}}{2U_{\text{вз}} + RT}, \quad (3)$$

$$\alpha_{\text{деф}}^{\text{полн}} = \frac{pL x_F}{F}, \quad (4)$$

$$P_{M\text{ деф}}^{\text{полн}} = \varepsilon_{\text{деф}} - 1 V_0 = \frac{N_A}{\varepsilon_0} \alpha_{\text{деф}}^{\text{полн}}, \quad (5)$$

$$P_{M\text{ деф}}^{\text{полн}} X = \sum_1^{n_i} Y_{M\text{ деф св}} \quad (6)$$

и

$$P_{M\text{ деф}}^{\text{полн}} = 2P_{M\text{ деф}}^{\text{полн}} (O_{\text{sp}^3} - H) = 2x_4$$

по экспериментальным данным о  $\varepsilon_s$ ,  $V_0$  и  $U_{\text{вз}}$  воды находим  $x_4$ .

2. Из экспериментальных данных о  $\varepsilon_s$  ( $\varepsilon_s = \varepsilon_\infty$ ) и  $V_0$  двуокиси углерода находим  $z_5 = P_{M\text{ деф}}^{\text{полн}} CO_2 / 2 = 14,080 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 / \text{ моль}$

3. По данным о  $\varepsilon_\infty$  и  $V_0$  метанола, 1,4-диоксана и 2,3-диметилбутана и величине  $x_4$  находим  $x_1$ ,  $y_1$  и  $z_1$ . Для этого составляется и решается система из трех уравнений:

$$P_{M\text{ деф}}^{\text{полн}} = 3x_1 + z_1 + x_4; P_{M\text{ деф}}^{\text{полн}} = 8x_1 + 2y_1 + 4z_1; P_{M\text{ деф}}^{\text{полн}} = 14x_1 + 5y_1.$$

4. Аналогично находим деформационные молярные поляризации других связей.

В таблице 3 дано сравнение значений молярных деформационных поляризаций  $P_{M\text{ деф}}^{20\text{ полн}}$ , найденных по методу аддитивности и из выражения (5), а расчетные значения  $\varepsilon_\infty^{20}$  сравниваются со справочными значениями, полученными разными способами. Из таблицы 3 видно, что расчетные значения  $\varepsilon_\infty^{20}$  практически совпадают со справочными значениями  $\varepsilon_\infty^{20}$  молекулярных систем различной степени полярности.

Таблица 3 – Сравнение величин  $P_{M\text{ деф}}^{20\text{ полн}}$  (в  $\text{м}^3/\text{моль}$ ) и  $\varepsilon_{\infty}^{20}$ 

Вещество	$P_{M\text{ деф}}^{20\text{ полн}} \times 10^6$	
	Метод аддитивности	$P_{M\text{ деф}}^{20\text{ полн}} = (\varepsilon_{\infty}^{20} - 1)V_0$
n-Ксилол	$P_{M\text{ деф}}^{20\text{ полн}} = 6y_3 + 4x_3 + 2y_4 + 6x_1 = 156,606; \varepsilon_{\infty}^{20} = 2,270$	$P_{M\text{ деф}}^{20\text{ полн}} = 156,606; \varepsilon_{\infty}^{20} = \varepsilon_s^{20} = 2,27$
Толуол	$P_{M\text{ деф}}^{20\text{ полн}} = 6y_3 + 5x_3 + y_4 + 3x_1 = 135,345; \varepsilon_{\infty}^{20} = 2,273$	$P_{M\text{ деф}}^{20\text{ полн}} = 134,569; \varepsilon_{\infty}^{20} = 2,266;$
n-Цимол	$P_{M\text{ деф}}^{20\text{ полн}} = 6y_3 + 4x_3 + 2y_4 + 2y_1 + 10x_1 = 199,842; \varepsilon_{\infty}^{20} = 2,276$	$P_{M\text{ деф}}^{20\text{ полн}} = 194,674; \varepsilon_{\infty}^{20} = \varepsilon_s^{20} = 2,243$
Этилбензол	$P_{M\text{ деф}}^{20\text{ полн}} = 6y_3 + 5x_3 + y_4 + y_1 + 5x_1 = 156,963; \varepsilon_{\infty}^{20} = 2,282$	$P_{M\text{ деф}}^{20\text{ полн}} = 154,296; \varepsilon_{\infty}^{20} = 2,260;$
Бензофенон	$P_{M\text{ деф}}^{20\text{ полн}} = 12y_3 + 10x_3 + 2y_5 + z_2 = 278,214; \varepsilon_{\infty}^{20} = 2,750$	$\varepsilon_{\infty}^{20} \approx 2,69; \varepsilon_s^{60} = 10,91$

Результаты расчета  $\varepsilon_{\text{деф}}$ , полученные по разрабатываемому методу аддитивности деформационной поляризации, практически совпадают с величинами  $\varepsilon_{\infty}$  различных по природе молекулярных систем, определенными из эксперимента с использованием дисперсионных соотношений (Дебая, Коула – Коула, Дэвидсона – Коула и т.д.). Следовательно, практическая значимость разрабатываемого нами метода аддитивности заключается не только в возможности определения структурных и энергетических характеристик молекул и вещества, но и в проверке правильности выбора параметров дисперсионных соотношений.

### Литература

1. Левин В. В. // Физика и физикохимия жидкостей. Вып. 1. М.: Изд-во МГУ, 1972. С. 176.
2. Левин В. В., Верещагина Л. Н. К системе деформационных поляризаций химических связей. М., 1976. 13 с. – Деп. в ВИНТИ 22.06.76, № 2872 – 76.
3. Любимов, Ю. А. Методы нахождения деформационной поляризации жидкостей и расчета высокочастотной диэлектрической

постоянной / Ю. А. Любимов, О. А. Набоков. – М., 1984. – 47 с. – Деп. ВИНТИ 13. 12. 84, №271-84.

4. Любимов, Ю. А. Диэлектрическая проницаемость на «бесконечно большой частоте» / Ю. А. Любимов // Журн. физ. химии. – 2006. – Т. 80, № 12. – С. 2278-2286.

5. Boyer-Donzelot, M. Increments de polarization de la liaison carbone-azote / M. Boyer-Donzelot // Compt. Rend. Ac. Sci. – 1970, № 18 –pp. 1481-1483.

6. Путинцев Н.М., Путинцев Д.Н. Классическая теория поляризации молекулярных систем. –М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 176 с.

## ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКА ЖЕЛЕЗА ИЗ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Ракитина Е. Ю. (*г. Анапты, ИХТРЭМС КНЦ РАН*)

Production of Fe and titanium oxides precursor with a help of direct reduction of titaniferous magnetite has been developed. As a result, were having got ferrous powder with concentration of Fe up to 98% and intermediate titanium oxides up to 85%.

Возрастающий дефицит строительных и технических материалов требует поиска и освоения новых сырьевых ресурсов. Одним из наиболее доступных и эффективных источников сырья являются горнопромышленные отходы, запасы которых имеются повсеместно и исчисляются десятками миллионов тонн. Однако до настоящего времени они не находят достаточного применения. Уровень их использования у нас не превышает в стране 10 - 15% от общего объема отходов. Связано это с необходимостью решения ряда организационных, технико-экономических и технологических задач. В настоящее время предприятия и организации все больше заинтересованы в увеличении объемов утилизации отходов. С каждым годом проблема утилизации отходов становится все актуальнее, а огромнейшие залежи неиспользуемых промышленных отходов наносят губительный ущерб природе и всему живому на Земле [1].

С целью создания и расширения рынка для высокотемпературных теплоизолирующих материалов нами разрабатывается технология бездоменного получения железа прямым восстановлением железосодержащего сырья. Температура металлургического процесса снижается при этом с 1700°C до 900 - 1300°C, что существенно уменьшает энергозатраты и выброс CO<sub>2</sub> в атмосферу.

Существующие природные источники титанового сырья: ильменит, титаномагнетит – являются одновременно и потенциальными источниками загрязнений. Традиционные технологии выделения титановых продуктов (сернокислотная технология) встречают трудности по утилизации многотоннажных железосодержащих отходов. Организация переработки титанового сырья как комплексного титано-железистого, ориентированного на получение товарного железа и титанового концентрата, принципиально меняет ситуацию.

Передельный чугун, получаемый в доменном процессе, загрязнен фосфором, серой и другими примесями, поступающими из исходного сырья и кокса, поэтому требуются дополнительные затраты на их удаление. К тому же, дальнейшее развитие доменного производства сдерживается ограничениями в добыче коксующихся углей и получении кокса. С целью преодоления этих трудностей были разработаны



бездоменные процессы прямого восстановления железных руд, концентратов и железосодержащих отходов (DRI-Direct Reduction Iron).

Нами разработана патенточистая технология карботермического и газового восстановления железосодержащих концентратов с получением порошка металлического железа [2]. Технология существенно расширяет сырьевую базу по железу, другим элементам, особенно, по такому важному стратегическому материалу как титан. Параллельно разрабатываются технологии, позволяющие с высокой эффективностью газифицировать твердые углеродсодержащие продукты с получением энергонасыщенного восстановительного газа. Соединение этих двух разработок позволяет создать установку, объединяющую в едином цикле восстановление природных оксидов железа с генерированием энергонасыщенного газа для энергетики. При этом существенно снижаются требования к химическому составу газовой компоненты. Первичный энергоноситель: некоксуемый уголь, торф, отходы древесины и т.д.

В России и за рубежом создан большой научный задел по разработке базовой технологии комплексной переработки бедного титанового сырья, в частности, титаномагнетитовых руд [3].

Разрабатываемый нами подход состоит в:

- быстром переводе системы в состояние эффективного протекания окислительно-восстановительных реакций;
- изучении окислительно-восстановительных процессов в системах, содержащих природные оксиды железа на микро- и наноуровне путем их визуализации и микронзондирования;
- проведении восстановительных процессов до состояния, необходимого и достаточного для выделения в самостоятельные фазы целевых компонентов: железа и полезных оксидов (титана, магния, алюминия, ванадия и др.);
- сопряжении окислительно-восстановительных процессов с генерированием восстановительного газа;
- максимальном использовании энергетических возможностей всего технологического цикла и реализации его энергетического потенциала в производстве электроэнергии для собственного и внешнего потребления.

Для наблюдения за превращениями исходных подсистем в процессах переработки железосодержащего сырья в высококачественный порошок железа нами используются приемы технологической минералогии с привлечением как оптической микроскопии с визуализацией исходных и полученных структур с разрешением 1 мкм, так и сканирующей микроскопии с микронзондовым химическим анализом с разрешением до 100 нм. Это позволяет фиксировать стартовые движения подсистем на

микро- и наноуровне и сопровождать протекающие превращения до требуемой степени преобразования микрофаз.

В существующей практике обогащенный концентрат окомковывают для предварительного восстановительного обжига, а полученные металлизированные окатыши плавят с получением ванадийсодержащего чугуна и титановых шлаков, которые подвергают дальнейшей переработке.

Настоящая разработка направлена на уменьшение энерго- и трудозатрат при подготовке спека к разделению на металлическую и оксидную фазы, восстановление железосодержащей компоненты, измельчение спека и разделении компонентов спека на металлическое железо и оксидную фазу с сохранением высокого качества целевого продукта – порошка металлического железа.

Нами введена подготовка шихты путем совместного помола компонентов, чем обеспечивается равномерное распределение компонентов шихты и частичная механоактивация компонентов. Измельчение спека проводили до среднего размера зерен железа  $\approx 0,2$  мм, что обеспечило наиболее эффективный процесс раскрытия зерен железосодержащего компонента.

Ниже  $900^\circ\text{C}$  наблюдалось неполное восстановление железа до металла. Выше  $1300^\circ\text{C}$  наблюдалась слишком активная ликвация и захват шариками  $\text{Fe}_{\text{мет}}$  трудно отделимых примесных включений. Измельчение спека после карботермического восстановления вели до средней крупности, соответствующей крупности частиц  $\text{Fe}_{\text{мет}}$  так, чтобы практически не оставалось сростков железа с невосстановленной оксидной фазой. Это возможно, во-первых, вследствие большей хрупкости оксидной фазы по сравнению с пластичным железом, а во-вторых, вследствие разупрочнения оксидной фазы под действием щелочного агента.

Методами технологической минералогии изучены процессы восстановления в природном зерне титаномагнетита (Рис. 1) с последующим пространственным разделением образующихся фаз и их консолидацией до макроразмеров.

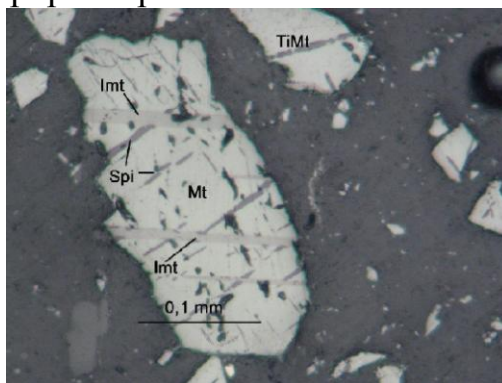


Рис.1 – Исходное зерно титаномагнетита

Из титаномагнетитового концентрата ОАО «Апатит» получен порошок железа с содержанием  $Fe_{мет}$  98% (Рис. 2), из которого выплавлен слиток с содержанием  $Fe_{мет}$  99.9%.

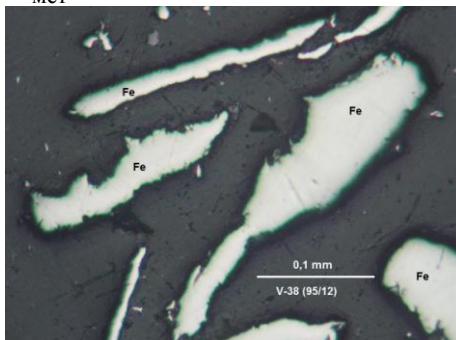


Рис. 2 - Порошок железа

Параллельно получен порошок титанооксидного концентрата с содержанием  $TiO_2$  85% - прекурсор для лакокрасочной продукции и металлического титана (Рис. 3).

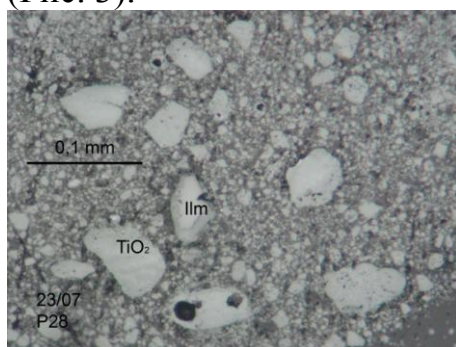


Рис. 3 – Титанооксидный концентрат

Из железорудного концентрата Ковдорского ГОКа получен порошок железа с содержанием  $Fe_{мет}$  96.7%, из которого выплавлен слиток с содержанием 99.8%  $Fe_{мет}$ .

Из исходной руды дробильно-обогащительной фабрики ОАО «Олкон», г. Оленегорск получен порошок железа с содержанием  $Fe_{мет}$  80%, из железорудного концентрата получен порошок железа с содержанием  $Fe_{мет}$  92%.

### Литература

1. Макаров В.Н. Горнопромышленные отходы как сырье для производства строительных материалов. – Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1992. - С. 5.
2. Пат. РФ № 2385962, МПК С 22 В 5/00. Способ переработки железотитанового концентрата / Гришин Н.Н., Касиков А.Г., Ракитина Е.Ю., Нерадовский Ю.Н.; заявитель ООО «Кольский инновационный центр», патентообладатель Учреждение Российской академии наук ИХТРЭМС КНЦ РАН - № 2008134927/02; заявл. 26.08.2008 г.; опубл. 10.04.2010 г. Бюл. № 10.
3. Федосеев С.В. Стратегия воспроизводства минерально-сырьевой базы титановой промышленности. – Санкт - Петербург: Изд-во «Нестор», 2001. - 210 с.

## **КИНЕТИКА ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА РЫБНОГО БЕЛОКСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ**

**Кучина Ю. А., Широнина А. Ю., Деркач С. Р., Коновалова И. Н.**  
(г. Мурманск, МГТУ, кафедра химии)

### **Аннотация**

Изучено влияние способа внесения ферментного препарата на кинетические характеристики (максимальную скорость реакции и константу скорости) ферментативного гидролиза рыбного белоксодержащего сырья.

Рациональное использование морских биоресурсов является важным направлением современных научных исследований. Образующиеся в больших количествах отходы рыбоперерабатывающей промышленности могут служить источником белков, богатых незаменимыми аминокислотами. Решения в этой области связаны с созданием комплексных малоотходных технологий глубокой переработки гидробионтов. Одной из таких технологий является изготовление белковых гидролизатов. В зависимости от области использования к белковым гидролизатам предъявляют разные требования, зависящие в первую очередь от степени гидролиза [1, 2]. Ферментативный белковый гидролизат – это продукт, расщепления белковых макромолекул на аминокислоты и низшие пептиды под действием ферментных препаратов. Для выбора оптимальных условий получения белковых гидролизатов необходимо знать кинетические закономерности ферментализации, что позволит количественно оценить этот процесс и определить его эффективность.

Целью данной работы является изучение влияния способа внесения ферментного препарата на кинетические характеристики (максимальную скорость реакции и константу скорости) ферментативного гидролиза рыбного белоксодержащего сырья.

### **Объекты и методы исследования**

В качестве белоксодержащего сырья использовали мороженую рыбу (путассу) с низкой товарной ценностью (содержание общего азота 15,5 % масс.) и отходы переработки трески (содержание общего азота 16,1 % масс.). Сырье измельчали на волчке и смешивали с водой в соотношении 1:1. Ферментализацию проводили под действием ферментного препарата панкреатина (производства США “ICN Biochemicals”), концентрация ферментного препарата - 6 г на 1 кг сырья. При проведении гидролиза ферментный препарат (ФП) вводили в исходную реакционную смесь двумя способами: 1 способ – ФП вводили двумя равными порциями в начале ферментализации и через 30 минут от начала процесса и 2 способ – весь ФП вводили в начале ферментализации.

Кинетические параметры процесса (максимальную скорость реакции и константу скорости) изучали по изменению концентрации аминного азота в реакционной среде в процессе гидролиза. Ферментализ белоксодержащего сырья проводили при температуре  $48 \pm 2$  °С и  $pH = 7,6 \pm 0,1$  в течение 2,5 часов, отбирая пробы через определенные промежутки времени от начала ферментализа. Количество аминного азота определяли методом формольного титрования, объем пробы составлял  $1 \text{ см}^3$ . Для удаления примесей и негидролизованых белков отобранную пробу предварительно центрифугировали в течение 20 минут при скорости 8 тыс. об./мин на центрифуге ОПн-8.

Для описания кинетических закономерностей ферментативного гидролиза была использована общепринятая модель [3]. В соответствии с этой моделью реакция ферментализа состоит из «быстрой» и «медленной» стадий. Реакционная система рассматривается как сумма независимо реагирующих белковых макромолекул, скорость распада каждой из которых определяется её кинетическими характеристиками. Скорость гидролиза пептидных связей, обладающих одинаковой реакционной способностью, определяют по уравнению:

$$\ln V_t = \ln (C_{aa} / t) = \ln V_{\max} - kt ,$$

где  $V_t$  – скорость гидролиза,  $V_{\max}$  – максимальная скорость гидролиза,

$k$  – константа скорости протекания процесса гидролиза пептидных связей,  $t$  – время гидролиза.

Скорость гидролиза ( $V_t$ ) выражается отношением текущей концентрации азота аминогрупп аминокислот и низших пептидов (концентрация аминного азота) к моменту времени  $t$  ( $C_{aa} / t$ ). Согласно этой модели, реакция ферментативного гидролиза белоксодержащего сырья может быть описана кинетическим уравнением первого порядка, т.к. один из реагентов (вода) находится в избытке и его концентрация практически не меняется в ходе реакции.

#### **Экспериментальная часть**

На рисунках 1 и 2 представлены кинетические кривые изменения концентрации аминного азота в процессе ферментализа отходов трески и путассу при различных способах введения ферментного препарата.

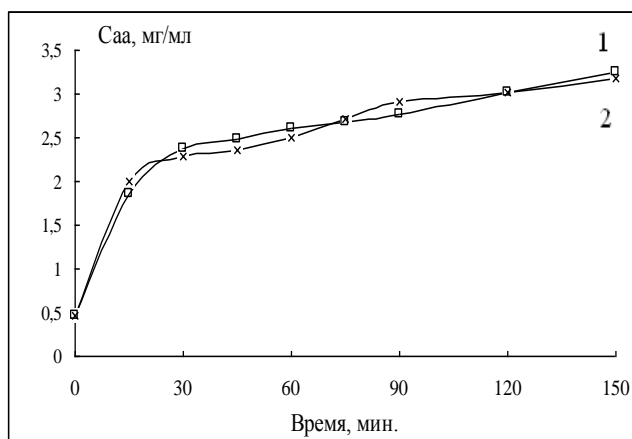
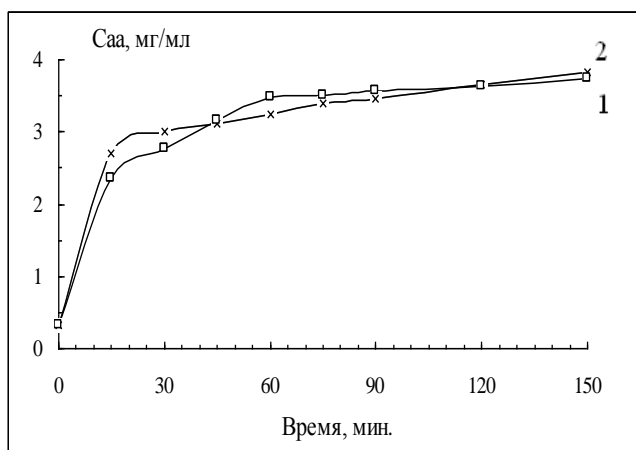


Рис. 1. Кинетические кривые ферментализации отходов трески под действием панкреатина. 1 – I способ; 2 – II способ.  
 Рис. 2. Кинетические кривые ферментализации путассу под действием панкреатина. 1 – I способ; 2 – II способ.

Анализ кинетических кривых гидролиза белоксодержащего сырья под действием ферментного препарата показал, что реакция может быть описана кинетическим уравнением первого порядка [3, 4]. Кинетические кривые ферментализации, построенные в координатах  $\ln(C_{aa}/t) = f(t)$  приведены на рис. 3. Эти кривые можно аппроксимировать в виде ломаной линии с двумя прямолинейными участками, которые условно характеризуют «быструю» и «медленную» стадии процесса. На «быстрой» стадии ферментализации за короткий промежуток времени (30 минут) наблюдается наибольшее увеличение концентрации аминного азота в реакционной среде. На «медленной» стадии увеличение аминного азота незначительно (рис. 1, 2). Построение кинетических кривых в координатах  $\ln(C_{aa}/t) = f(t)$  позволяет определить максимальную скорость ( $V_{max}$ ) методом нулевой экстраполяции на ось ординат и константу скорости ферментативного гидролиза ( $k$ ) на «быстрой» и «медленной» стадиях.

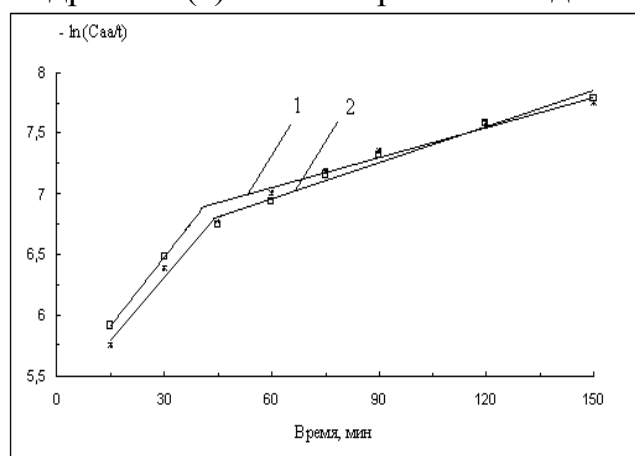


Рис. 3. Графическое определение максимальных скоростей и констант скоростей процесса гидролиза трески под действием панкреатина. 1 – I способ; 2 – II способ.

Результаты расчета максимальной скорости и константы скорости ферментализа белоксодержащего сырья представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Кинетические характеристики гидролиза белоксодержащего сырья под действием ферментного препарата панкреатина

Кинетическая характеристика	Способ введения ферментного препарата			
	отходы трески / панкреатин		путассу / панкреатин	
	I способ	II способ	I способ	II способ
	«Быстрая» стадия			
$V_{\max} \times 10^3, \text{ г л}^{-1} \text{ с}^{-1}$	4,8	5,1	3,8	3,9
$k \times 10^4, \text{ с}^{-1}$	6,6	6,1	5,7	6,0
	«Медленная» стадия			
$V_{\max} \times 10^3, \text{ г л}^{-1} \text{ с}^{-1}$	1,7	1,4	1,1	1,1
$k \times 10^4, \text{ с}^{-1}$	1,7	1,4	1,3	1,3

Анализ результатов, представленных в таблице 1, показал, что способ внесения ферментного препарата панкреатина не оказывает существенного влияния на кинетические характеристики ферментализа. Значение максимальной скорости ферментативного гидролиза на «быстрой» стадии в 3 – 3,5 раза больше, чем на «медленной» стадии. Константа скорости ферментализа на «быстрой» стадии в 4 – 5,5 раз больше чем на «медленной» стадии. Из данных таблицы следует, что кинетические характеристики процесса ферментализа зависят от вида белоксодержащего сырья. Максимальная скорость гидролиза трески на «быстрой» и «медленной» стадиях в 1,3 – 1,4 раза выше, чем при гидролизе путассу. Константа скорости реакции ферментализа трески на «медленной» стадии в 1,3 – 1,5 раз больше чем для путассу.

### Литература

1. Неклюдов, А. Д. Свойства и применение белковых гидролизатов / А. Д. Неклюдов, А. Н. Иванкин, А. В. Бердугина // Прикладная биохимия и микробиология. - 2000.- Т. 36.- №5. - С. 525-534.
2. Телишевская, Л. Я. Белковые гидролизаты : получение, состав, применение / Л. Я. Телишевская ; под ред. А. Н. Панина. – М. : Аграр. наука, 2000. – 295 с.
3. Кинетические характеристики ферментативного гидролиза сложных белковых субстратов для получения питательных сред / А. Д. Неклюдов, А. В. Бердугина, А. Н. Иванкин, Б.С. Карпо // Прикладная биохимия и микробиология. - 2002. - Т. 38.- № 4. - С. 381-388.
4. Основы химической кинетики и катализа. Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Байрамов.- М.: Издательский центр «Академия», 2003.- 256 с.

## ЩЕЛОЧНОЕ ДЕАЦЕТИЛИРОВАНИЕ ХИТИНА И ХИТОЗАНА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ДЕАЦЕТИЛИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ.

Сагайдачный В. А., Новиков В. Ю.\*, Долгопятова Н. В., Коновалова И. Н., Кучина Ю. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра химии,\* Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича(ПИНРО))

### Аннотация

Деацетилирование хитина в щелочной среде является основным способом получения хитозана. В работе обсуждены факторы, оказывающие влияние на скорость реакции деацетилирования хитина, рассмотрены основные методы, применяемые для определения степени деацетилирования.

Хитин, как представитель природных полисахаридов, состоит из элементарных звеньев – мономеров углеводов. В идеальном случае он является гомополимером повторяющихся звеньев N-ацетил-D-глюкозамина. От целлюлозы его отличает наличие у второго углеродного атома вместо гидроксильной группы ацетамидной функциональной группы. Хитозан является аминополисахаридом, полученным при удалении ацетильной группы (деацетилировании) в хитине в результате обработки его в жестких условиях раствором щелочи.

Наиболее распространено деацетилирование хитина с целью получения хитозана растворами щелочей 30 - 50% концентраций. Внимание ученых и практиков уделяется особенностям кинетики реакции деацетилирования, которая затрудняет получение полностью деацетилированного продукта.

Существующие теории о природе замедления скорости деацетилирования хитина/хитозана и недостижимости 100 % деацетилирования этих полисахаридов в гетерогенных условиях сводятся к следующим предположениям:

- существование реакции ацетилирования, обратной деацетилированию [1];
- гидратация молекул хитина и NaOH.

Авторы работы [2] предполагают образование гидратов NaOH, которые являются менее активными в реакции деацетилирования хитина по сравнению с негидратированными молекулами щелочи. Они объясняют остановку реакции деацетилирования равновесием между ацетилированной и деацетилированной формами хитина, которое сдвигается в сторону ацетилированной формы при накоплении в растворе ацетат – ионов.



Результаты изучения кинетики деацетилирования хитина краба, приведенные на рис. 1, свидетельствуют о том, что ацетат натрия не оказывает влияния на скорость реакции деацетилирования хитина.

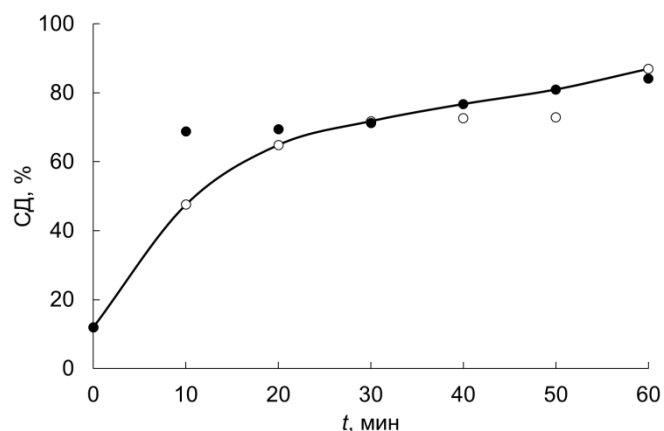


Рис. 1 – Кинетические кривые деацетилирования хитина при  $98 \pm 1$  °С  
 (○) – в 50 % растворе NaOH;  
 (●) – в 50 % растворе NaOH, содержащем 5 % ацетата натрия.

Обратная реакция ацетилирования в 50 % растворе NaOH, скорее всего, не имеет места.

Более состоятельным, по нашему мнению, является предположение о сольватации молекул хитина и NaOH с образованием сольватных комплексов. На наш взгляд, на скорость реакции деацетилирования оказывает влияние образование сольватированных структур в результате взаимодействия макромолекул полисахаридов и низкомолекулярного электролита с растворителем.

В работе [3] для объяснения особенностей процесса деацетилирования было сделано предположение об образовании комплексов хитина и хитозана с отрицательно заряженными гидроксил-ионами, которые экранируют реакционноспособные центры полисахарида, препятствуя полному деацетилированию хитина. Было показано, что влажные образцы хитина с высокой кристалличностью подвергаются деацетилированию с меньшей скоростью, чем сухие [4]. Наименьшая скорость деацетилирования наблюдалась при обработке влажных аморфных образцов хитина. Мы сделали вывод о том, что в воде происходит гидратация молекул хитина, а в растворе щелочи дополнительно происходит сольватация макромолекул гидроксил-ионами. Оба эти процесса приводят к образованию сольватной оболочки вокруг макромолекул полисахарида, затрудняющей реакцию деацетилирования. Процесс деацетилирования в данном случае может быть описан двумя параллельными реакциями псевдопервого порядка, одна из которых заключается в деацетилировании, а другая – в образовании комплекса хитина с гидроксил – ионами и молекулами воды.

Поскольку степень деацетилирования является важной характеристикой хитина и хитозана, определяющей их свойства и области применения, остановимся на наиболее распространенных способах ее измерения.

Степень деацетилирования (СД) может быть определена ИК-спектроскопией [5, 6], титрованием [7], пиролизом с газо-жидкостной хроматографией [8], по первой производной ультрафиолетовой спектрофотометрии, спектроскопией ядерного магнитного резонанса [9, 10], методом кругового дихроизма [11], ферментативным гидролизом [12] и элементным анализом.

Наиболее доступными из перечисленных методов являются методы ИК-спектроскопии, потенциометрического титрования, кислотного гидролиза и элементного анализа. Каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки. Так, например, методом потенциометрического титрования можно определять СД только растворимых образцов хитозана; для определения степени деацетилирования методом ИК-спектроскопии необходимы стандартные образцы с известной СД.

Степень деацетилирования хитина и хитозана методом инфракрасной спектроскопии определяют в таблетках КВг или пленках. Для приготовления таблеток используют смесь измельченного образца и КВг в массовом соотношении, необходимом для качественного получения спектра. Образец предварительно высушивают до постоянной массы при 100 °С, а КВг перекристаллизовывают из водного раствора и прокаливают при 600 °С.

В данной работе спектры поглощения в ИК-области записывали на инфракрасном спектрофотометре IR-420 (Shimadzu, Япония) в диапазоне частот от 4000 до 400 см<sup>-1</sup>.

Для работы использовали крабовый хитин, из которого получали образцы для определения продуктов гидролиза (прежде всего глюкозамина) методом инфракрасной спектроскопии. Гидролиз хитина проводили в 0,1 н КОН при температуре 40 °С, в течение 15 и 50 минут.

Были подобраны условия для определения степени деацетилирования хитина и хитозана методом инфракрасной спектроскопии в таблетках на основе хлорида калия и продуктов гидролиза хитина. Способ подготовки образцов для определения степени деацетилирования хитина/хитозана заключался в следующем. Проводили гидролиз образцов хитина раствором гидроксида калия с последующей нейтрализацией гидролизата хлороводородной кислотой. Таким образом, получали раствор, содержащий продукты гидролиза хитина и соль - хлорид калия. Содержащийся в растворе хлорид калия (KCl), можно использовать в качестве матрицы для приготовления таблетки, используемой для определения степени деацетилирования образцов хитина

методом инфракрасной спектроскопии. Важным преимуществом этого метода по сравнению с методом приготовления таблеток образцов хитина с бромидом калия (KBr) является то, что смесь гидролизованного хитина с KCl, полученная после выпаривания гидролизата и сушки, является гомогенной. Далее непосредственно из этой смеси формируется таблетка для определения степени деацетилирования. Полученная смесь чувствительна к влаге воздуха, поэтому после сушки анализируемые образцы необходимо хранить в эксикаторе. Получаемые из этой смеси таблетки были однородными и по внешнему виду аналогичны таблеткам, приготовленным из KBr.

Сравнительный анализ спектра образца, полученного после щелочного гидролиза хитина, в таблетках на основе KCl показал полную идентичность со спектром глюкозамина, полученным в таблетках из KBr. В этих спектрах на частоте 3350 см<sup>-1</sup> присутствует характерный пик глюкозамина. Использование хлорида калия в качестве матрицы вместо бромида калия позволяет регистрировать и идентифицировать все продукты, образующиеся в процессе гидролиза хитина.

#### Литература

1. Percot A., Chaussard G., Sorlier P., et al. Overall consideration on the evolution of the study of chitosan properties // *Advances in Chitin Science*. Vol. VII / Ed. by I. Boucher, K. Jamieson, A. Retnakaran. – Montreal, 2004. – P. 1-6.
2. Новиков, В.Ю. Химический гидролиз хитина и хитозана / В.Ю. Новиков // *Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана: Матер. Седьмой Междунар. конф. (Санкт-Петербург – Репино 15-18 сент. 2003г.)*. - М.: Изд-во ВНИРО, 2003.- С. 38-42.
3. Ottoy M. H., Varum K. M., Smidsrod O. Compositional heterogeneity of heterogeneously deacetylatedchitosans // *Carbohydr.Polym.* – 1996. – V. 29, N 1. – P. 17-24.
4. Чеботок, Е.Н. Влияние кристалличности хитина и хитозана на кинетику щелочного деацетилирования / Е.Н. Чеботок, В.Ю. Новиков, И.Н.Коновалова // *ЖПХ*.- 2007.- Т.80, № 10.- С. 1724-1729.
5. Domszy, J.G. Evaluation of infra-red-spectroscopic-techniques for analysing chitosan/ J. G. Domszy, G. A. F. Roberts // *Makromol. Chem.* - 1985. - V. 186, № 8. - P. 1671-1677.
6. Moore, J. K. / J. K. Moore, G. A. F. Roberts // *Int. J. Biol. macromoi.* – 1980. - № 2. - P. 115-116.
7. Broussignac, P. / P. Broussignac // *Chun. Ind. GenieChim.* – 1968. - № 99. – P. 1241-1247.
8. Lai, G. S. / G. S. Lai, R. Hayes, J. Anal // *Appl. Pyrolysis.* – 1984. - № 6. – P. 183-193.
9. Determination of the degree of N-acetylation and the distribution of N-acetyl groups in partially N-deacetylated chitins (chitosans) by high-field

n.m.r. spectroscopy / K. M. Varum, M. W. Anthonsen, H. Grasdalen, O. Smidsrod // Carbohydrate Research. – 1991. – Vol. 211. – P. 17-23.

10. Saito, H. / H. Saito, R. Tabeta, K. Ogawa // Progr. Biotechnol. – 1987. - № 3. – P. 267-280.

11. Domard, A. / A. Domard // Biol. Macromoi. – 1987. - № 9. – P. 333-336.

12. Nanjo, F. / F. Nanjo, R. Katsumi, K. Sakai // Anal. Biochem. – 1991. - № 193. – P. 164-167.

## ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ $\text{FeCl}_3 - \text{Na}_2\text{SO}_3 - (\text{H}^+/\text{OH}^-) - \text{H}_2\text{O}$ МЕТОДОМ UV/VIS-СПЕКТРОСКОПИИ

Васёха М. В., Теслюк Д. А., Кондратюк Ю. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра химии)

**Abstract:** The molar ratio of complexing and ligands in the complex depends on the concentration and pH. Complex of  $[\text{Fe}(\text{SO}_3)_3]^{3-}$  is dominant at a pH of 2.5 to 3.25- and it is the compound of  $[\text{Fe}(\text{SO}_3)_2]^-$  at pH from 3.5 to 4. It was found that  $[\text{Fe}(\text{SO}_3)]^+$  prevails in less acidic conditions.

Ранее были изучены железо-сульфитные системы  $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{SO}_4) - \text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{H}_2\text{O}$  и  $\text{FeCl}_2 - \text{NaSO}_3 - (\text{H}_2\text{SO}_4/\text{NaOH}) - \text{H}_2\text{O}$  с целью создания физико-химических основ сульфитной конверсии железистого кека - отхода медно-никелевого производства. Было установлено оптимальное молярное отношение реагирующих компонентов, а также выделены и изучены твердые фазы - феррисульфиты натрия [1, 2].

Не достаточно изученным оставался процесс комплексообразования, протекающий в водном растворе между ионами железа(III) и сульфит-ионами. Поэтому представлялось необходимым исследовать взаимодействия в жидкой фазе системы  $\text{FeCl}_3 - \text{Na}_2\text{SO}_3 - (\text{H}^+/\text{OH}^-) - \text{H}_2\text{O}$ . Данный вопрос комплексно не изучался, в литературе имеются лишь фрагментарные, не позволяющие точно определить механизм процесса, протекающего в растворе, установить влияние конкурирующих реакций.

В сообщениях индийских авторов [3,4] говорится об образовании гидросульфитного  $[\text{FeHSO}_3]^{2+}$  и пиросульфитного  $[\text{FeS}_2\text{O}_5]^+$  комплексов в кислой среде. В работе [5] указывается, что железо образует сульфитный комплекс состава  $[\text{Fe}(\text{SO}_3)_3]^{3-}$  при этом отсутствуют сведения об условиях, при которых комплекс синтезирован и изучен. В публикации [6] исследователи сообщают об образовании в кислых растворах комплекса состава  $[\text{Fe}(\text{SO}_3)_2]^{2-}$  и механизмах его самоокисления с образованием сульфата и дитионата. Венгерские исследователи [7] свидетельствуют об образовании октаэдрического моноядерного комплекса  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5\text{HSO}_3]^{2+}$ , который получается из иона гексаакважелеза(III) путем замены в координационной сфере одной молекулы воды на гидросульфит-ион, а также двухъядерного  $[\text{Fe}_2(\mu\text{-SO}_3)(\mu\text{-OH})(\text{H}_2\text{O})_8]^{3+}$ .

Такой разброс результатов, вероятно, связан с различными условиями синтеза сульфитных комплексов. Для систематизации данных проведено исследование системы  $\text{FeCl}_3 - \text{Na}_2\text{SO}_3 - (\text{H}^+/\text{OH}^-) - \text{H}_2\text{O}$  в допустимом диапазоне концентраций и pH.

При составлении системы  $\text{FeCl}_3 - \text{Na}_2\text{SO}_3 - (\text{H}^+/\text{OH}^-) - \text{H}_2\text{O}$  в качестве  $\text{Fe}^{3+}$ -компонента использован раствор хлорида железа(III). Сульфит натрия вводился в виде раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  соответствующей концентрации, значение pH регулировали добавлением ацетатного буферного раствора, ионную силу устанавливали в каждом разрезе при помощи 1 М раствора

хлористого калия. В качестве раствора сравнения выступал раствор сульфита натрия с соответствующими концентрацией, рН и ионной силой. Спектры снимали со свежеприготовленных растворов на приборе T70 UV/VIS Spectrometer в диапазоне длин волн 190 - 1100 нм. Нахождение максимума светопоглощения одной или нескольких спектральных форм - комплексных соединений в каждой точке системы проводили путем вычитания спектра хлорида железа(III) из спектра раствора, содержащего такое же количество  $\text{FeCl}_3$  вместе с сульфитом.

Система включает 5 разрезов, каждый из которых соответствует концентрации  $\text{Fe}^{3+}$ : 0,001, 0,005, 0,01, 0,05, 0,1 моль/л. В каждом концентрационном диапазоне значение рН было 2,5; 3,0; 3,25; 3,5; 3,75; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0. Для каждой величины рН готовилось 8 растворов с мольным отношением  $\text{FeCl}_2/\text{Na}_2\text{SO}_3$  1/1, 1/2, 1/2,5, 1/3, 1/3,5, 1/4, 1/5, 1/6. В итоге на каждом концентрационном разрезе было взято 72 точки. Лишь на разрезе с концентрацией  $\text{Fe}^{3+}$  0,1 моль/л удалось снять 8 точек при рН 2,5, т.к. при больших значениях рН начинается формирование осадков. Всего было снято 296 спектров. Параллельно для каждой точки разреза с определенным значением рН снимался спектр раствора  $\text{FeCl}_3$ .

Обработка данных осуществлялась с помощью программ UVWin 5.0 Software и MSExcel. Состав и устойчивость комплексов определяли методом молярных отношений.

Установлено, что молярные отношения комплексообразователя и лигандов в составе комплекса находятся в зависимости от концентрации и рН среды. При рН от 2,5 до 3,25 преобладает комплекс состава  $[\text{Fe}(\text{SO}_3)_3]^{3-}$ . От 3,5 до 4 образуется соединение состава  $[\text{Fe}(\text{SO}_3)_2]^-$ , а в менее кислой среде  $[\text{Fe}(\text{SO}_3)]^+$ .

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 12-08-31411 мол\_а).

### Литература

1. Мотов Д.Л., Васёха М.В // Журн. неорган. химии. – 2004. – Т.49, №10. – С. 1742.
2. Мотов Д.Л., Васёха М.В. //Журн. неорган. химии, 2009, Т.54. № 10, С. 1751-1754.
3. Banerjee, M. Ferric-bisulphite ions in aqueous medium / M. Banerjee, R. S. Konar // Indian J. Chem. – 1983. – V. 22a. - P. 97-98.
4. Banerjee, M. Initiating free radical in the aqueous & emulsion polymerization of vinyl monomers, initiated by ferric/bisulfite or ferric/metabisulfite redox sistem / M. Banerjee, R. S. Konar // Indian J. Chem. – 1980. – V. 19 A. - P. 792-793.
5. El-Wakil, A. M. Quantum chemical interpretation of the photoinitiated autoxidation of sulphite catalysed by ferric ions / A. M. Ell-

Wakil, M. S. Soliman, A. B. Farag // Z. Naturforsch. – 1983. - V. 38b. - P. 858-860.

6. Pollard, F. H. Chromatographic studies on the oxidation of sulphurous acid by ferric iron in aqueous acid solution / F. H. Pollard, P. Hanson, G. Nickless // Journal of Chromatography -1961. – V. 5 A. – P. 68-73.

7. Gábor Lente and István Fábrián Kinetics and mechanism of the oxidation of sulfur(IV) by iron(III) at metal ion excess J. Chem. Soc., Dalton Trans., 2002, 778–784

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОРОДА С ПОМОЩЬЮ ДАЧТИКА, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕГО НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ ПРИНЦИПЕ

Никитина Л. В., Колоколова Е. В., Михайлова А. М. (г. Саратов, СГТУ, кафедра химии)

Work is devoted creation of the sensor control sensitive to hydrogen, used as fuel in hydrogen power. The similar supervising device behind the given gas is necessary both at a stage of its reception, and at a stage of its storage and transportation. Doubtless interest in respect of creation of such supervising device is represented by the materials possessing conductivity on ions of hydrogen.

В данной работе исследовалась возможность создания и использования датчиков на газ водород с использованием твердого протонного электролита. В основу создания электрохимических датчиков положено использование электрохимической ячейки, включающей чувствительный (рабочий) электрод; электролит в полимерной матрице и электрод сравнения. Регистрирующий электрический сигнал можно получить при функционировании измерительной ячейки в потенциометрическом режиме за счет протекания электрохимической реакции на границе трех фаз с участием молекул детектируемого газа – диэлектрика, ионного проводника – электролита и электронного проводника рабочего электрода.

В качестве твердого электролита (ионного проводника) использовали полимерный композит с сульфосалициловой кислотой (ССК).

Для выяснения строения полимерных композитов было проведено ИК спектроскопическое исследование. Снятие ИКС проводилось на Фурье спектрометре INFRA LUM FT 801 в диапазоне  $500-4000\text{см}^{-1}$ . В области валентных колебаний  $\nu\text{OH}$  имеется интенсивная сложная полоса  $3118-3405\text{см}^{-1}$ , обусловленная перекрыванием полос  $\nu\text{CN}$  ароматического кольца  $\nu\text{OH}$  карбоксила кислоты и  $\nu\text{OH}$  кристаллизационной воды, все это свидетельствует об имеющихся сильных водородных связях, согласно механизму переноса протонов теории Гротгуса. Таким образом, по наличию полос поглощения, соответствующих колебаниям ОН-групп, входящих, в том числе и в состав кристаллизационной воды можно сделать предположение о достаточно высокой электропроводности полученных образцов, что и подтверждается и другими методами исследования.

Измерение электропроводности полимерных протонпроводящих пленок ( $\text{H}^+$  - пленок) проводили методом импедансной спектроскопии в диапазоне 100 Гц – 990 кГц в электрохимической ячейке  $\text{Ti}/\text{H}^+$  - пленка /  $\text{Ti}$  при 298 К и относительной влажности  $\text{H}=52\%$ .



Как показывает эксперимент, электропроводность композитов с ССК имеет порядок -  $10^{-3} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ .

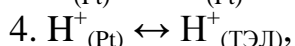
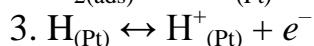
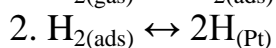
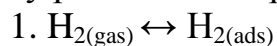
Измерение электронной составляющей проводимости проводилось в постоянном токе по методу Хебба-Вагнера в электрохимической ячейке с обратимым электродом при анодной поляризации титанового электрода. Электронная составляющая проводимости при 298 К лежит в пределах  $10^{-8} - 10^{-9} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ . Следовательно, вклад электронной составляющей в общую электропроводность пренебрежимо мал.

Количество воды, содержащееся в полученных пленках, возрастает с повышением влажности окружающей среды. Зависимость влагосодержания от относительной влажности определяли весовым методом. Различную степень гидратации пленок создавали путем выдержки образцов над насыщенными водными растворами солей с заданной упругостью пара до достижения равновесия при комнатной температуре.

В изученном интервале влажности окружающей среды пленки обладают высокой ионной проводимостью. По мере увеличения влажности проводимость растет, однако порядок электропроводности остается неизменным.

Выбор материала рабочего электрода, также как и электрода сравнения, определяется требованием стабильности и быстрого установления потенциала при изменении концентрации измеряемой компоненты в газовой фазе. Оба эти требования выполняются при достижении минимальной поляризуемости, т. е. максимального тока обмена реакции его окисления – восстановления.

Выбранная в качестве рабочего электрода платиновая сетка, обладает высокой адсорбционной способностью по отношению к водороду. В первом приближении процессы, протекающие на электроде можно представить в виде совокупности последовательных стадий, таких как адсорбция – десорбция водорода из газовой фазы (1), атомизация молекулярного водорода на поверхности Pt-электрода (2), окисление водорода на поверхности Pt-электрода (3), протонный перенос через границу раздела электрод/твердый электролит (4):



где gas – газовая фаза, ads – адсорбированное состояние, Pt – поверхность платинового электрода, ТЭЛ – твердый электролит, обладающий протонной проводимостью.

В зависимости, от условий лимитирующей может быть та или иная стадия или их совокупность.

Характер поляризационных кривых электроокисления водорода на границе раздела платиновый электрод/полимерный электролит (рис. 1) свидетельствует о смешанной диффузионно-кинетической природе токов. И как показано в работе [1], отсутствие токов на I,E – кривой предельного тока диффузии даже при достаточно больших поляризациях электрода свидетельствует о неопределенности диффузионного барьера на границе электрод/пленка полимерного электролита.

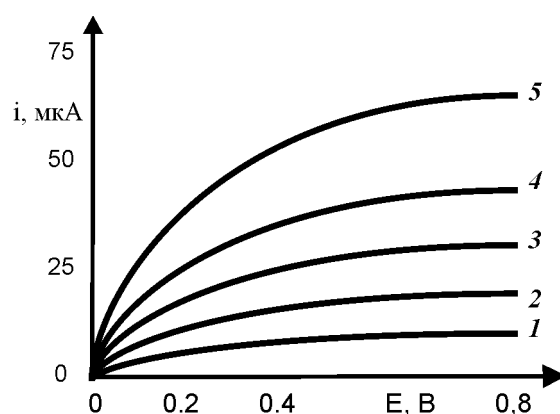


Рис. 1. Поляризационные кривые, полученные при различной концентрации водорода: 1 - 0,001 об.%, 2 - 0,01; 3 – 0,1; 4 – 1,0; 5 – 10.

Газовые датчики готовили путем последовательного прессования в корпус из текстолита или фторопласта слоя твердого электролита с протонной проводимостью по протону и двух электродов: электрода сравнения (Ni-сетка) и рабочего Pt-электрода.

Результаты измерения зависимости изменения ЭДС ( $\Delta E$ ) от концентрации исследуемого газа с использованием выше описанной электрохимической ячейки в воздушной среде представлены в виде калибровочной кривой на рис. 2. Для снятия калибровочной кривой использовались тестированные смеси водорода с воздухом. Регенерация электрохимической ячейки проводилась путем продувки воздухом с помощью компрессора в течение 5 - 10 мин.

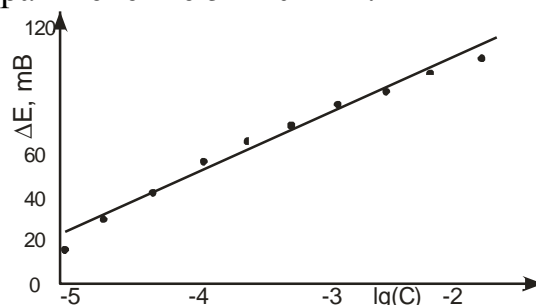


Рис.2. Зависимости изменения ЭДС ( $\Delta E$ ) от lg концентрации водорода при 298 К.

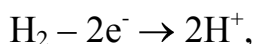
Концентрационная зависимость изменения ЭДС в полулогарифмическом масштабе имеет линейный характер во всем

исследованном диапазоне концентраций водорода (рис. 2), что указывает на ее нернстовский характер:

$$\Delta E = \Delta E^0 + (RT/nF) \cdot \lg(C_2/C_1),$$

где  $\Delta E^0 = (E_{Pt}^0 - E_{Ni}^0)$  – стандартная ЭДС электрохимического датчика;  $C_1$  – равновесная концентрация протонов на границе раздела электрод/ТЭЛ;  $C_2$  – концентрация  $H^+$  при подаче газообразного водорода на поверхность рабочего электрода.

Угловым коэффициентом  $RT/nF$  этой зависимости, который в соответствии с потенциалобразующей реакцией



протекающей с участием двух электронов, при нернстовском механизме работы датчика, должен быть равен 29 мВ. Однако, как видно, из рисунка 2, его величина составляет 32 мВ, что превышает ее расчетное значение. По-видимому, это обусловлено NEMCA эффектом, природа которого, согласно работе [2] для ряда газовых электродов заключается в том, что при наличии потока заряженных ионов, проходящих через электролит, происходит изменение работы выхода электрона из этого электрода в вакуум и, следовательно, происходит изменение каталитических свойств по поверхности электрода.

Была определена температурная зависимость измеряемой собственной ЭДС сенсора (прямая 1) и его чувствительности (прямая 2). Результаты данных измерений представлены на рис 3.

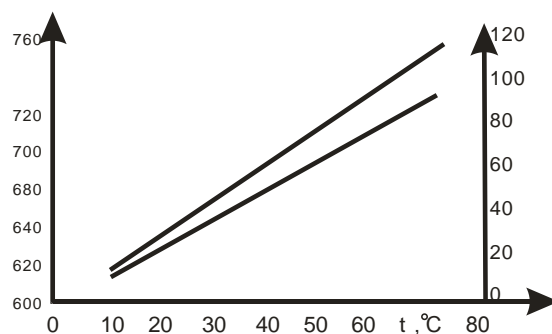


Рис. 3. Зависимость ЭДС сенсора (1) и его чувствительности (2) от температуры.

Совокупность наблюдений показывает, что генерация тока в исследуемых системах происходит в узкой области вблизи трехфазной границы платина/ТЭЛ-мембрана/газ. Изучена температурная зависимость скорости электродного процесса и определена его энергия активации. Установлено, что до +0,8В (потенциал разложения электролита) энергия активации не зависит от перенапряжения, но превышает энергию активации чисто диффузионных процессов. Высказано предположение о тормозящем влиянии адсорбции органической компоненты мембраны на процесс ионизации водорода.

Установлено, что сигнал, выдаваемый электрохимической ячейкой, слабо зависит от влажности подаваемого газа вследствие низких величин токов, протекающих при его формировании.

Данные эксперимента подтверждают, что данную электрохимическую систему можно рассматривать как сенсор на водород.

#### **Литература**

1. Жутаева Г. В. //Электрохимия. 1993. Т. 29., №12. С.1514-1520.
2. Vayenas C. G.// Phys. Chem. 1988. V. 92, P.5083

## ХИТИН В ГРУНТЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

**Порцель М. Н. \*, Новиков В. Ю.\*\***, Рысакова К. С.\*\*, Лыжов И. И.\*\*  
(г. Мурманск, \*кафедра химии, Мурманский государственный технический университет, г. Мурманск, \*\* Полярный Научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (ПИНРО))

The soil of Barents Sea was studied to clarify its role in the formation of chitin deposits in marine sediments. Amount of chitin in marine sediments was estimated using different methods.

Природный полисахарид хитин входит в состав панцирей ракообразных. аккумулируется на морском дне в результате гибели или линьки различных ракообразных. Низкая скорость биологического разложения хитина позволяет поддерживать равновесную концентрацию хитина в морском грунте.

### Материалы и методы

Образцы морских отложений собирали в Баренцевом море на песчаных и илистых участках грунта различных глубин.

Для определения количества хитина в грунте образцы высушивали до постоянной массы, затем подвергали кислотному гидролизу в следующих условиях: соотношение навеска-соляная кислота составляло 1:10, концентрация соляной кислоты 12 моль/дм<sup>3</sup>,  $t^0=90$  °С, продолжительность – 60 минут. Полученный раствор нейтрализовали 1 н раствором NaOH, осадок отфильтровывали. Затем раствор обесцвечивали с помощью активированного угля и снова фильтровали через бумажный фильтр.

Концентрацию восстанавливающих сахаров определяли методом с использованием гексацианоферрата калия [1]. Концентрацию D(+)-глюкозамина определяли по методу Эльсона-Моргана [2], концентрацию N-ацетил-D-глюкозамина определяли методом, основанным на образовании комплекса с п-диметиламинобензальдегидом [3].

### Результаты и обсуждение

В ходе гидролиза в концентрированной соляной кислоте хитин разрушается до мономерных звеньев: D-глюкозамина и N-ацетил-D-глюкозамина. По концентрации этих сахаров в полученном после гидролиза растворе можно судить о количестве хитина в исходной пробе.

При использовании различных методик определения количества хитина в грунте были получены результаты, представленные на рисунке 1.

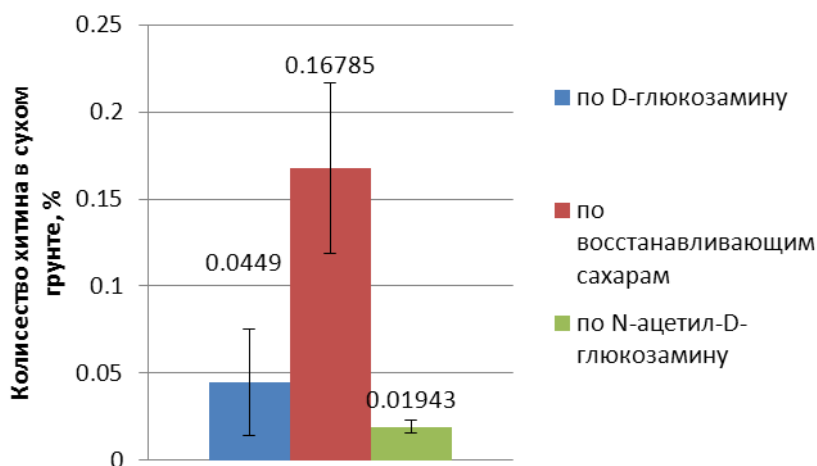


Рис. 1 – Среднее содержание хитина в грунте в зависимости от выбранного способа расчета

Значения концентрации, полученные на основе данных по содержанию восстанавливающих сахаров, значительно превышают остальные расчетные концентрации. Это может быть обусловлено тем, что методика с гексацианоферратом калия учитывает все восстанавливающие сахара, содержащиеся в гидролизате, а не только D-глюкозамин и N-ацетил-D-глюкозамин. В свою очередь, расчетные значения, которые были получены по данным концентрации N-ацетил-D-глюкозамина, меньше соответствующих значений по D-глюкозамину. Это можно объяснить тем, что в процессе гидролиза хитина до мономеров происходит частичное деацетилирование звеньев.

Была изучена биодеструкция хитина на литорали Кольского залива. По гравиметрическим данным был произведен расчет скорости деструкции. Скорость деструкции образцов хитина (% от сухой массы в сутки) составила 0,196, период полураспада - 254 сут, а панциря краба – 0,967% с периодом полураспада – 52 сут. Панцирь разрушается быстрее, что обусловлено растворением минеральной и белковой части. Следует отметить высокую интенсивность гидродинамических процессов в районе литорали, что может обуславливать высокую скорость вымывания из панциря солей кальция и магния, а так же водорастворимой фракции белков. В процессе получения хитина из панциря была удалена минеральная и белковая составляющие, поэтому изменение его массы не столь значительно.

### Выводы

Для количественной оценки содержания хитина в грунте по содержанию мономеров необходимо использовать те методики, которые позволяют определять концентрацию D-глюкозамина.

Несмотря на постоянный приток хитина, морские отложения содержат относительно небольшое количество данного полисахарида, следовательно, в грунте наблюдается быстрое расщепление хитина

морскими микроорганизмами, которое обеспечивает круговорот хитина и его производных в морской среде.

Доля хитина в морском грунте мала, и составляет не более 0,16 % на сухой вес, что свидетельствует о высокой скорости биотрансформации отложений хитина в морской среде.

#### **Литература**

1. Imoto, T. A simple activity measurement of lisozyme / T. Imoto, K. Yagishita // *Agricultural and Biological Chemistry*. – 1971. – Vol. 35, № 7. – P. 1154-1156
2. Rondle C. J. M., Morgan W. T. J. The Determination of glucosamine and galactosamine // *Biochem J*. – 1955. – V. 61, N 4. – P. 586-589
3. Reissig, J. L. A modified colorimetric method for the estimation of N-acetylamino sugars / J. L. Reissig, J. L. Strominger, L. F. Leloir // *The Journal of Biological Chemistry*. – 1955. – Vol. 217, № 2. – P. 959-966
4. Studelska D. R., Giljum K., McDowell L. M., Zhang L. Quantification of glycosaminoglycans by reversed-phase HPLC separation of fluorescent isoindole derivatives // *Glycobiology*. – 2006. – V. 16, N 1. – P. 65-72

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОЛИЧЕСТВЕННОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ГЕКСАТИОГИПОДИФОСФАТА ОЛОВА (II)

**Рыбина И. Н., Терещенко А. В** (г. Ростов-на-Дону, ЮФУ, кафедра аналитической химии)

Possibilities of quantitative decomposition by solutions of various solvents ditin (II) hexathiohypodiphosphate for the purpose of its further quantitative analysis are investigated. It is established that the best solvent is alkaline solution of hydrogen peroxide. Features of the gravimetric elemental analysis of the received solution are discussed.

Гексатиогиподифосфат олова (II)  $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$  (ТФО) обладает рекордно высокими стабильными во времени пьезоэлектрическими характеристиками и пироэлектрическими свойствами, сравнительно высокой температурой фазового перехода, а также термической и химической устойчивостью [1]. Тонкие пленки (~ 10 мкм) на основе  $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$  обладают столь же устойчивыми сегнетоэлектрическими и пьезоэлектрическими характеристиками, что и монокристаллы [2]. Керамика и композиционные материалы на основе ТФО могут использоваться в гидроакустических устройствах [3, 4]. Поскольку физические свойства сегнетоэлектрических материалов в значительной степени зависят от их состава, то необходим контроль содержания основных компонентов и примесей гексатиогиподифосфата олова (II) (ТФО), что делает актуальной задачу аналитического контроля основных компонентов (олова, фосфора и серы) данного соединения.

Одновременное присутствие в молекуле гексатиогиподифосфата олова (II) (ТФО) катиона тяжелого металла (олова) и фосфора в анионной форме делает задачу переведения в раствор данного соединения с целью дальнейшего его элементного анализа весьма сложной. Поэтому цель настоящей работы состояла в исследовании возможностей количественного переведения гексатиогиподифосфата олова (II) в раствор.

Так как известно, что минералы, содержащие фосфор (V), обычно растворяют в концентрированной соляной кислоте, а содержащие серу - в азотной [5, 6], были предприняты попытки разложения ТФО различными минеральными кислотами и их смесями.

Растворением ТФО в концентрированной соляной кислоте на холоду полностью перевести пробу в раствор не удалось. Олово частично переходило в раствор в виде Sn (II), которое окислялось кислородом воздуха до Sn (IV), что было подтверждено качественными реакциями с молибденовой жидкостью и пикриновой кислотой. Сера частично улетучивалась в виде сероводорода (качественная реакция с нитратом



серебра). Растворение в соляной кислоте при нагревании протекало аналогично, но с большей скоростью.

При растворении ТФО в концентрированной азотной кислоте на холоду наблюдалось выделение бурых паров, мелкодисперсной аморфной серы, а также незначительное выделение сероводорода. При длительном кипячении удалось окислить аморфную серу до сульфат-иона. Олово и фосфор также окислялись до высших степеней окисления.

В царской водке растворение происходило активнее, но полностью перевести пробу в раствор не удавалось. Олово, фосфор и сера окислялись до высших степеней окисления, что было установлено соответствующими качественными реакциями.

Более успешно протекало разложение ТФО в растворах концентрированной щелочи и пероксида водорода при нагревании. Полное растворение образца около 0,1 г происходило в течение 15-20 минут. Качественными реакциями предварительно было установлено, что олово и фосфор в процессе такой пробоподготовки окислялись пероксидом водорода до высших степеней окисления. Сульфидная сера частично окислялась до оксида серы (IV) и улетучивалась в процессе пробоподготовки (реакция с нитропрусситом), а частично до сульфат-иона.

Для количественной характеристики процесса растворения ТФО в щелочном растворе пероксида водорода в полученном растворе гравиметрически последовательно определяли содержание олова в виде метаоловянной кислоты, фосфора в виде пирофосфата магния и серы в виде сульфата бария [5, 7, 8].

Поскольку метаоловянная кислота могла содержать примеси фосфата натрия [9], который образуется при разложении пробы ТФО, то в этом случае весовым методом определялась сумма оксидов олова (IV) и фосфора (V). Для того, чтобы учесть частично захваченный осадком оловянной кислоты фосфат-ион, олово (IV) отгонялось в виде летучего тетраиодида. Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1 Содержание олова, фосфора и серы в ТФО

$\omega(\text{Sn}), \%$	$\omega(\text{P}), \%$			$\omega(\text{S}), \%$
	из фильтрата	соосаждено	общее содерж.	
50,3	1,4	11,7	13,1	28,9
50,3	1,1	10,7	11,8	28,3
49,8	2,4	9,3	11,7	27,9
50,5	0,8	11,6	12,4	28,2
51,1	1,3	11,0	12,2	28,3
50,4	12,2			28,3
$S=0,47$   $\delta=0,58$	$S=0,62$	$\delta=0,08$		$S=0,36$   $\delta=0,45$
$(50,4 \pm 0,6)$	$(12,23 \pm 0,08)$			$(28,3 \pm 0,5)$
$\omega(\text{Sn})_{\text{теор.}}=48,3\%$	$\omega(\text{P})_{\text{теор.}}=12,6\%$			$\omega(\text{S})_{\text{теор.}}=39,1\%$

Результаты гравиметрического определения олова, фосфора и серы в ТФО, показывают следующее:

- Значительная часть фосфора (10,9 %) соосаждается вместе с оловянной кислотой и только 1,4 % остается после соосаждения в растворе.
- Потери серы составляют около 11 % (примерно одна треть). Предположительно сера теряется в процессе пробоподготовки с использованием перекиси водорода за счет улетучивания в виде оксида серы (IV) [10].
- Олово содержится в анализируемом образце в количествах, превышающих теоретическое содержание в чистом ТФО (на 1,9 %). С одной стороны, завышенные по олову результаты могут быть связаны с нестехиометрией анализируемого образца, а с другой стороны, – с систематическими погрешностями многостадийного гравиметрического анализа.

### Литература

1. [1] Рыбина, И.Н. Синтез  $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$  / И.Н. Рыбина, Т.Г. Лупейко, С.Н. Свирская, А.А. Нестеров // Неорган. материалы, 2010. Т.46. - № 11. - С.1368-1369.
2. [2] Sandzhiev, D. N. Dielectric Properties of Thin Ferroelectric  $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$  Films Deposited by Thermal Evaporation / D. N. Sandzhiev, K. G. Abdulvakhidov, V. Yu. Shonov // Technical Physics, 2009. - V. 54. - No. 11. P. 1622–1625.
3. [3] Maior, M.M. Piezoelectric properties of  $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$  Ceramics/ M.M. Maior, I.P. Prits, V.T Vrabel, Yu.M. Vysochanskii, A.A. Kikineshi // Ferroelectrics. Letters section. – 2006. – V. 33. - № 3-4. – P. 31–38.
4. [4] Maior, M.M. Piezoelectric Composite with High Hydrostatic Piezoelectric Sensitivity / M.M. Maior, I.P. Prits, Yu.M. Vysochanskii // Ferroelectrics. – 2002. – V. 266. – P. 247–257.
5. [5] Спиваковский, В.Б. Аналитическая химия олова / В.Б. Спиваковский. – М.: Наука, 1975. – 250 с.
6. [6] Берль–Лунге Химико-технические методы исследования / Берль–Лунге – Изд. перераб. и доп. – Л.: ГОНТИ; М.: НКТП, 1938. – Т.2. – Ч.2. – Вып. 2. – С. 425.
7. [7] Бусев, А.И. Аналитическая химия серы / А.И. Бусев, Л.Н. Симонова – М: Наука, 1975. – 272с.
8. [8] Аналитическая химия фосфора / А.А. Федоров, Ф.В. Черняховская, А.С. Вернидуб и др.; Под ред. Ю.С. Ляликова. – М.: Наука, 1974. – 220с.
9. [9] Бабко, А.К. Количественный анализ / Бабко А.К., Пятницкий И.В. – М.: Высшая школа, 1962. – 509 с.
10. [10] Prouzet, E. Oxygen substitution of the hexathiodiphosphate(IV) ion in aqueous solution / E, Prouzet, M. Fukutani, B. Mohamed, P. Janvier // J. Chem. Soc., Dalton Trans. – 1999. – P.635–637.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ВОДАХ**

*Дячук О.А. (г. Саратов, СГТУ имени Гагарина Ю.А., кафедра экологии)*

Petrochemicals pollution is dangerous factor of anthropogenous influence on environment. One of the most sensitive method is the fluorescent method. Possibility of application for petrochemicals analysis the method based on fluorescence of sorbate by a solid matrix is investigated.

Загрязнение нефтепродуктами является широко распространенным и крайне опасным фактором антропогенного воздействия на окружающую среду. Содержание нефтепродуктов является одним из показателей, характеризующих качество вод. Для питьевых вод предельно допустимая концентрация (ПДК) составляет 0,1 мг/дм<sup>3</sup> [1].

Основными методами количественного химического анализа вод на содержание нефтепродуктов являются газохроматографический, ИК-спектроскопический, гравиметрический и флуориметрический.

Флуориметрический метод определения нефтепродуктов характеризуется простотой аппаратного оформления, высокой чувствительностью и экспрессностью. Флуориметрический метод основан на экстракции нефтепродуктов гексаном, с последующим измерением интенсивности флуоресценции экстракта. Методики определения нефтепродуктов флуориметрическим методом представлены в нормативных документах [2, 3].

Применение твердых сорбентов в качестве матриц для флуоресцентного анализа позволяет снизить пределы обнаружения метода [4].

В качестве матриц для флуоресцентного анализа в представленной работе были применены целлюлозный сорбент и пенополиуретан (ППУ). Предварительные исследования показали, что на целлюлозной матрице аналитический сигнал был сравним с фоновым, что вероятно, связано с низкой эффективностью сорбции неполярных соединений данной гидрофильной матрицей. Поэтому в дальнейшем для экспериментов был выбран ППУ.

В формировании аналитического сигнала нефтепродуктов участвуют в основном только ароматические углеводороды. Данные вещества обладают различными условиями возбуждения и регистрации флуоресценции, поэтому наблюдается изменение спектра флуоресценции экстракта нефтепродуктов в зависимости от длины волны возбуждающего света.

Применение возбуждающего излучения коротковолновой области (270-290 нм) и регистрация флуоресценции в области 300-330 нм позволяет уменьшить зависимость аналитического сигнала от типа нефтепродукта и получить более информативные спектры. В этой

спектральной области аналитический сигнал формируют разнообразные ароматические углеводороды - моно-, би- и некоторые трициклические соединения (рис.1).

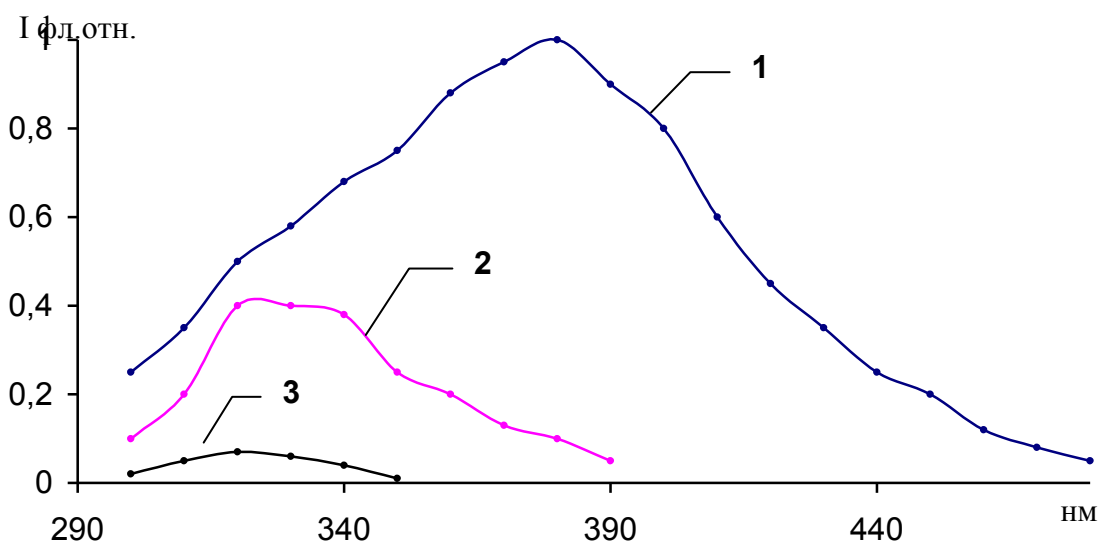


Рис. 1. Спектры флуоресценции нефтепродуктов ( $\lambda$  возбуждения 270 нм):  
 где 1- мазут;  
 2- дизельное топливо;  
 3 - бензин АИ-92

В таб.1 приведены значения относительной интенсивности флуоресценции растворов различных нефтепродуктов на ППУ, полученные при длине волны возбуждения 270 нм, а регистрации - 310 нм.

Таблица 1.  
 Относительная интенсивность флуоресценции различных нефтепродуктов

Наименование нефтепродукта	Относительная интенсивность флуоресценции
Мазут	1
Дизельное топливо	0,57
Бензин АИ-92	0,14

Таким образом, экспериментально подтверждена возможность применения метода флуоресцентного определения нефтепродуктов в водах при использовании ППУ в качестве сорбента и твердой матрицы для регистрации сигнала.

В настоящее время достаточно трудно сделать однозначный выбор в пользу какого-то одного метода анализа содержания нефтепродуктов в водах. Однако во многих случаях оптимальным является

высококчувствительный и экспрессный флуоресцентный метод, позволяющий проводить анализ большого числа образцов.

### **Литература**

1. СанПиН 2.1.4.559-96. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. - М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996.
2. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природной, питьевой и сточной воды флуориметрическим методом на анализаторе жидкости "Флюорат-02". М.:1998.
3. МУК 4.1.068-96. Методические указания по измерению массовой концентрации нефтепродуктов флуориметрическим методом в пробах питьевой воды и воды поверхностных и подземных источников водопользования. М.: Минздрав России, 1997
4. Chen J. and Hurtubise R. J. Solid – Phase microextraction with Whatman IPS paper and direct room-temperature solid-matrix luminescence analysis // Talanta. 1998. V. 45. № 6. P. 1081–1087.

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУЛЬФИТНОГО СИНТЕЗА ПРЕКУРСОРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ ОКСИДА КОБАЛЬТА(II) И НИКЕЛЯ(II).**

**Теслюк Д.А., Васёха М.В., Петрова А.Н.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра химии)

**Abstract:** The speciation diagrams for the Co(II) – H<sub>2</sub>O - system and Ni(II) – H<sub>2</sub>O - system was studied based on literature . The range pH was defined for sulfite precursor of nickel and cobalt powders.

В последние годы в связи с развитием новых материалов большой интерес вызывает технология получения высокодисперсных оксидов цветных металлов. Области их применения связаны с химическими, оптическими, электрическими и магнитными свойствами. Данная работа посвящена теоретическому анализу синтеза сульфитного прекурсора для получения высокодисперсных порошков оксида кобальта(II) и никеля(II). Эти оксиды используются в качестве катализаторов, окислителей "мягкого типа" для реакций, проводимых в органических средах, компонентов в порошковой металлургии, кобальто-ферритных материалов, полупроводников и магнитов, пигментов для керамики и стекол и др.

Образование субмикронных порошков металлов достигается разложением солей, при термоллизе которых возникает инертная или восстановительная атмосфера вследствие выделения таких газов, как водород, монооксид углерода и других газообразных восстановителей [1].

В качестве прекурсоров для получения таких порошков традиционно используют оксалаты, карбонаты, ацетаты и другие соли слабых кислот. Наибольшее влияние на величину удельной поверхности оказывают температура сушки осадка и pH осаждения прекурсора соответствующей соли.

Путем теоретического анализа ионных взаимодействий предполагается установить оптимальные условия синтеза сульфитных прекурсоров оксидов кобальта(II) и никеля(II). Выявление оптимальных условий синтеза позволит получить прекурсор с наименьшими затратами времени и материалов.

При анализе теоретических основ синтеза прекурсора следует учесть влияние концентрации ионов Co<sup>2+</sup> и Ni<sup>2+</sup> pH на осаждение гидроксида металла, а также на формирование различных форм сульфита и гидроксо соединений металла в растворе для избежание конкурирующих реакций комплексообразования.

В водном растворе, не содержащем анионы осадителя, ионы Me<sup>2+</sup> при условии отсутствия конкурирующих реакций комплексообразования и окисления, в момент достижения определенного значения pH осаждаются

в виде  $Me(OH)_2$ . Для нахождения условий начала образования осадка гидроксида кобальта(II) и никеля(II) воспользуемся формулой:

$$[H^+] = \frac{K_w}{\sqrt{\frac{K_s(Me(OH)_2)}{C_{Me}}}} \quad (1)$$

Используя значения ионного произведения воды  $K_w = 10^{-14}$  и произведения растворимости гидроксида кобальта(II) и никеля(II) (таб.1) получен график зависимости  $pH=f(pMe^{2+})$ .

Таблица 1. Произведение растворимости гидроксида никеля(II) и кобальта(II) [2].

Формула	ПР
$Co(OH)_{2\text{син}}$	$6.3 \cdot 10^{-15}$
$Co(OH)_{2\text{розов}}$	$2 \cdot 10^{-15}$
$Ni(OH)_2$	$2 \cdot 10^{-15}$

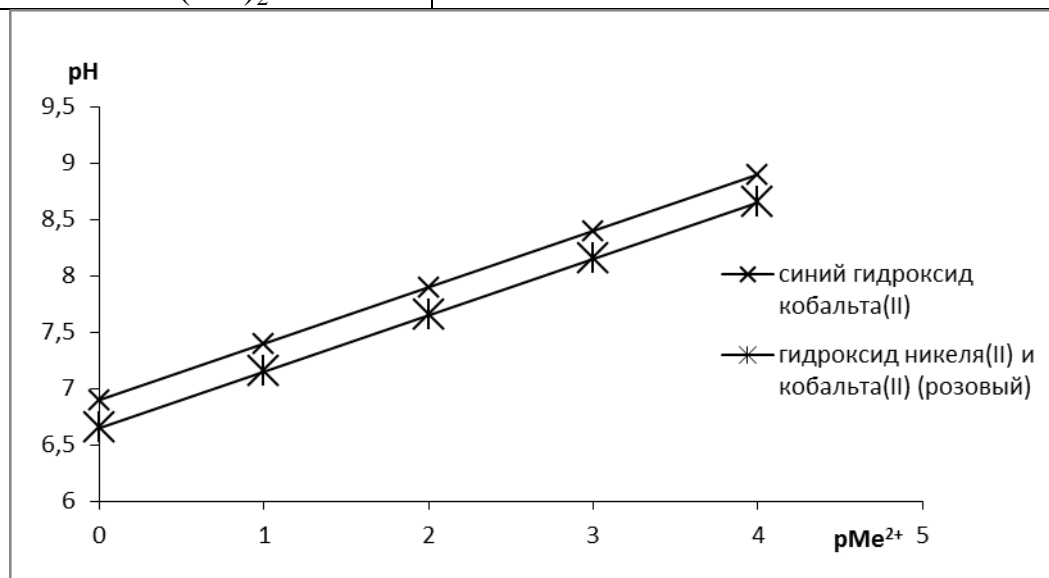


Рис. 1. Влияние концентрации  $Co^{2+}$  и  $Ni^{2+}$  на pH начала образования осадка гидроксида кобальта(II).

Из представленной зависимости вытекает, что с увеличением концентрации ионов  $Me^{2+}$ , pH образования осадка будет смещаться в кислую область, pH начала образования осадков  $Co(OH)_{2\text{роз}}$  и  $Ni(OH)_2$  совпадает, что следует учитывать, при осаждении кобальта из никельсодержащих растворов.

Для расчёта  $pMe^{2+}$  при условии, когда  $pH > pH_{(\text{осаждения})}$  для раствора сульфата кобальта(II) и сульфата никеля(II) с концентрацией 0.1 моль/л воспользуемся равенством:

$$pMe^{2+} = pПР(Me^{2+}(OH)_2) + npH - 14n \quad (2)$$

где  $n$  — основность гидроксида;

$ПР(Me(OH)_2)$  — произведение растворимости гидроксида кобальта(II) и гидроксида никеля(II) [2].

Подставляя данные в уравнение, получаем зависимость  $pMe^{2+}=f(pH)$ :

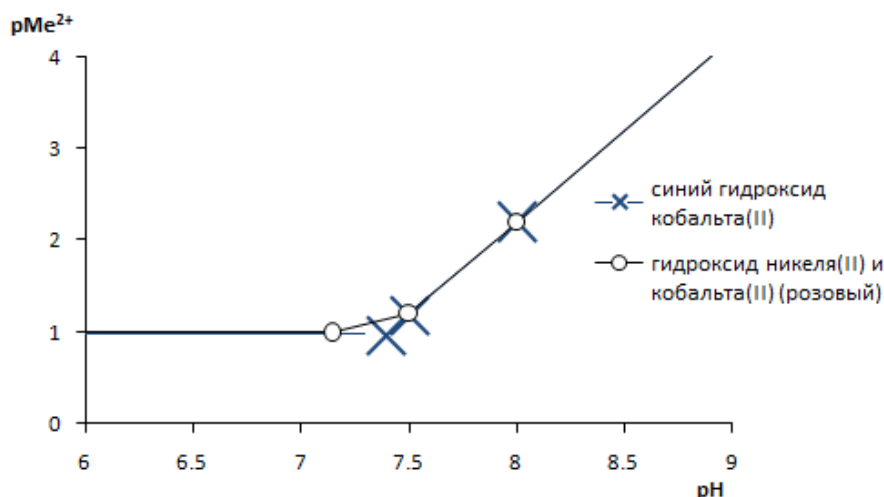
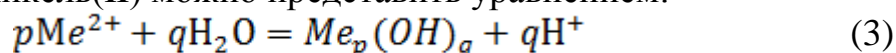


Рис.2. Диаграмма «pMe<sup>2+</sup>– pH» - кривая насыщения для водного раствора Co<sup>2+</sup> и Ni<sup>2+</sup> (0.1 моль/л).

Кобальт(II) и никель(II) в водном растворе существует в виде различных гидросокомплексов. Суммарно процесс гидролиза ионов кобальта(II) и никель(II) можно представить уравнением:



Равновесие между различными гидросокомплексами кобальта(II) и никеля(II) наглядно можно представить при помощи распределительной диаграммы, которая может быть построена использованием данных (таб. 2)

Таблица 2. Константы образования гидросокомплексов кобальта и никеля в воде.

Реакция	log β <sub>pq</sub> <sup>0</sup>					
	Co <sup>2+</sup>			Ni <sup>2+</sup>		
	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[4]
H <sub>2</sub> O = H <sup>+</sup> + OH <sup>-</sup>	14.00		-			
Me <sup>2+</sup> + 2H <sub>2</sub> O = Me(OH) <sub>2</sub> (ТВ) + 2H <sup>+</sup>	14.9	-	-	17,48		
Me <sup>2+</sup> + H <sub>2</sub> O = MeOH <sup>+</sup> + 2H <sup>+</sup>	4.36	4.35	4.3	4,5	4,5	4,14
Me <sup>2+</sup> + 2H <sub>2</sub> O = Me(OH) <sub>2</sub> <sup>0</sup> + 2H <sup>+</sup>	9.20	9.20	8.4	10	10	9
Me <sup>2+</sup> + 3H <sub>2</sub> O = Me(OH) <sub>3</sub> <sup>-</sup> + 3H <sup>+</sup>	10.5	10.50	-	12,30	12,3	12
Me <sup>2+</sup> + 4H <sub>2</sub> O = Me(OH) <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + 4H <sup>+</sup>	9.70	9.70	-	11,04	11,10	<12
2Me <sup>2+</sup> + H <sub>2</sub> O = Me <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> <sup>+</sup> + H <sup>+</sup>	2.80	2.80	2.7	4,2	4,2	3,30
4Me <sup>2+</sup> + 4H <sub>2</sub> O = Me <sub>4</sub> (OH) <sub>4</sub> <sup>+</sup> + 4H <sup>+</sup>	25.5	25.47	25.6	28,10	28,10	28,26

Для построения распределительных диаграмм при различных концентрациях использовали расчетную формулу:



$$\chi_{pq} = \frac{\beta_{pq} \cdot [Me^{2+}]^{p-1} \cdot [OH]^{q-1}}{1 + \sum_{p,q=0}^n \beta_{pq} \cdot [Me^{2+}]^{p-1} \cdot [OH]^{q-1}} \quad (4)$$

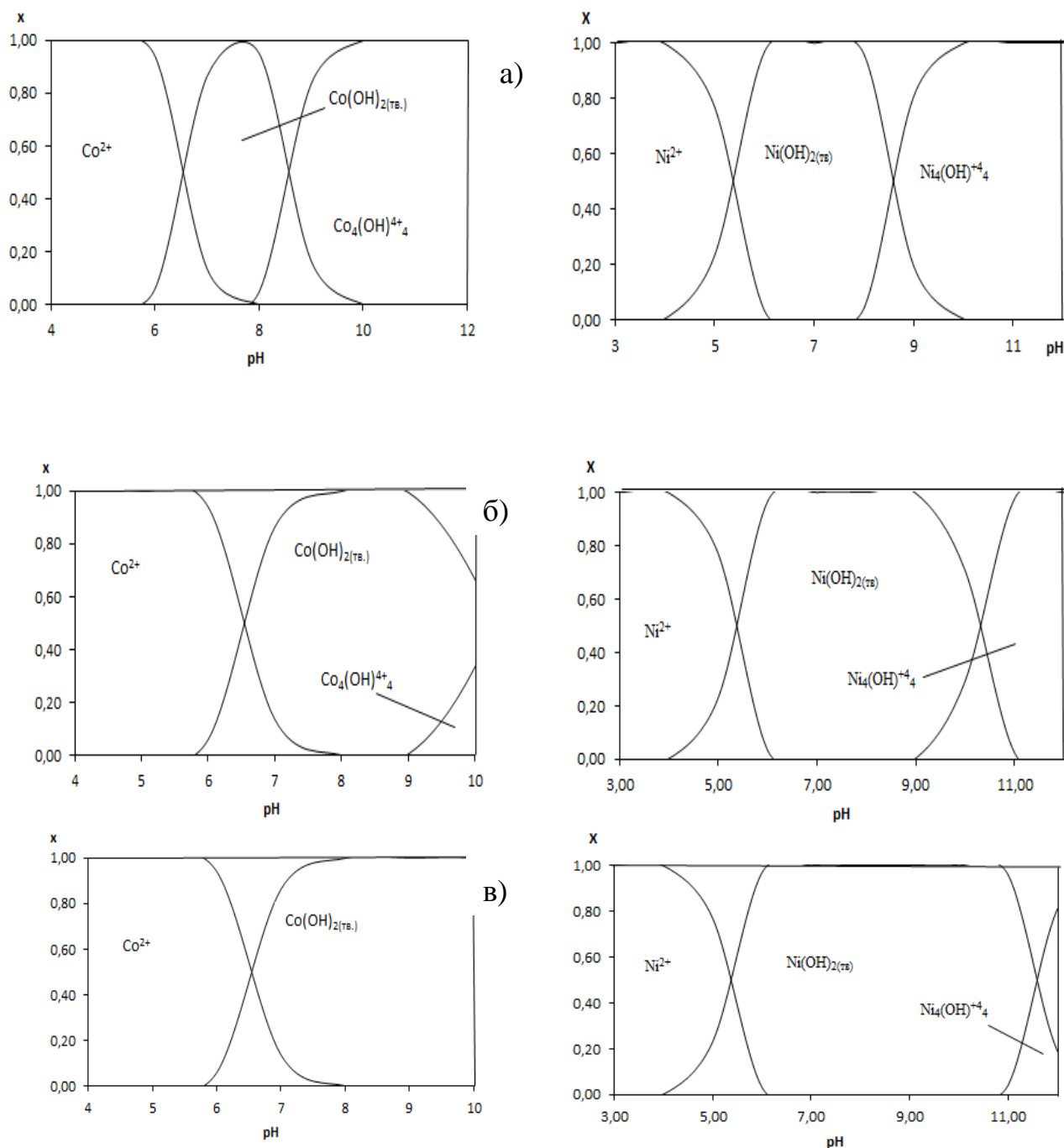
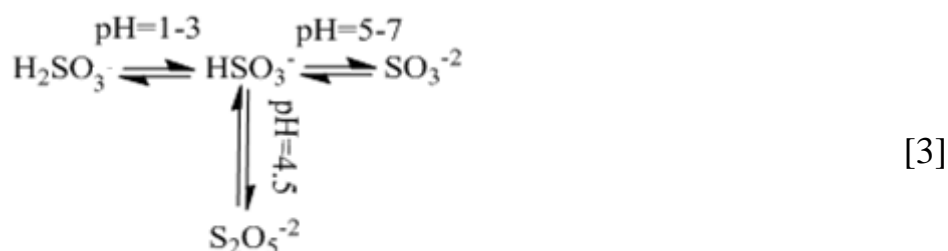


Рис. 4. Распределительные диаграммы гидроксокомплексов кобальта(II) и никеля(II) при различных концентрациях  $Co^{2+}$  и  $Ni^{2+}$ .  
(а - 1 моль/л; б - 0.1 моль/л; в - 0.01 моль/л)

Из построенных распределительных диаграмм следует, что концентрация  $Co^{2+}$  и  $Ni^{2+}$  влияет на качественный состав раствора. При увеличении содержания кобальта(II) и никеля(II) уменьшается область доминирования  $Me(OH)_{2(тв.)}$  за счет возникновения тетраядерных

гидрокомплексов. Область доминирования иона  $Ni^{2+}$ , смещена в более кислую область чем  $Co^{2+}$ .

В водном растворе сульфита в зависимости от pH возможны следующие равновесии:



Димеризация гидросульфита начинается в растворах с общей концентрацией S(IV), выше  $3 \cdot 10^{-2}$ . При содержании серы(IV) 0.1 моль/л степень димеризации может достичь 25% [8].

Из совмещения равновесий для сернистой кислоты с диаграммой « $pMe - pH$ » и распределительной диаграммой для гидроксокомплексов кобальта(II) и никеля(II), следует, что для избежания конкурирующих реакций комплексообразования и образования пиросульфита кобальта(II) и никеля, преждевременного осаждения  $Me(OH)_2$  прекурсоры следует осаждать из разбавленных растворов при значении pH 5-3.

Упоминание о растворимости сульфита кобальта(II) и никеля(II) удалось найти только в одном источнике [9]. Константа равновесия данного процесса находится из формул:

$$K = \frac{a_{MeSO_3} a_{H^+}}{a_{Me^{2+}} a_{HSO_3^-}} \quad (5)$$

$$K = \frac{K_{1,HSO_3^-}}{K_{S,MeSO_3}^0} \quad (6)$$

где  $K_{1,}$  - константа диссоциации сернистой кислоты по первой ступени  $6,8 \cdot 10^{-8}$ ;

$K_{S,MeSO_3}^0$  - произведение растворимости сульфита кобальта(II),  $K_{S,CoSO_3}^0 = 9,56 \cdot 10^{-4}$  и  $K_{S,NiSO_3}^0 = 4,60 \cdot 10^{-4}$  [9].

Поскольку сульфит кобальта(II) и никеля(II) – твёрдое вещество, то  $a_{MeSO_3} = 1$ .

Комбинируя оба уравнения, получаем:

$$a_{Co^{2+}} = \frac{a_{H^+} K_{S,MeSO_3}^0}{a_{HSO_3^-} K_{1,HSO_3^-}} \quad (7)$$

После логарифмирования уравнение принимает вид:

$$\lg a_{\text{Co}^{2+}} = \lg a_{\text{H}^+} + \lg K_S^0(\text{MeSO}_3) - \lg a_{\text{HSO}_3^-} - \lg K_{1, \text{HSO}_3^-} \quad (8)$$

$$\text{pH} = -\lg a_{\text{Me}^{2+}} + \lg K_S^0(\text{CoSO}_3) - \lg a_{\text{HSO}_3^-} - \lg K_{1, \text{HSO}_3^-} \quad (9)$$

Принимая  $a_{\text{Me}^{2+}} = 0,1$  М,  $a_{\text{SO}_3^{2-}} = 0,1$  М, и  $a_{\text{HSO}_3^-} = 0,1$  М, находим численное значение  $\text{pH} = 4.15$  и  $3,83$  для сульфита никеля.

Таким образом, образование осадка сульфита кобальта в децимолярном растворе начнется при  $\text{pH} = 4.15$  а для сульфита никеля при  $\text{pH} = 3,83$ .

**Выводы.**

Из проведенного теоретического анализа следует, что, рабочая область сульфитизации ионов кобальта и никеля одной стороны ограничивается возможностью вступления в конкурирующие процессы гидролиза, приводящего к образованию гидроксидов и гидроксо солей, и, с другой – величиной  $\text{pH}$  начала образования осадка сульфита кобальта(II) и никеля(II). Поэтому во избежание конкурирующих процессов и образования смеси сульфитных солей кобальта(II) и никеля(II) синтез прекурсора следует проводить в диапазоне  $\text{pH}$  4 – 5 в растворах с содержанием кобальта(II) не более  $3 \cdot 10^{-2}$  моль/л, а для раствора сульфита никеля при  $\text{pH} = 3,7-4,4$ .

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 12-08-31411 мол\_а).

### **Литература**

1. Choi, S.H., H. Bin Na, Yong Il Park, K. An, S. Gu Kwon, Y. Jang, M. Park, J. Moon, J. Sung Son, In Chan Song, W. K. Moon, T. Hyeon, Simple and Generalized Synthesis of Oxide-Metal Heterostructured Nanoparticles and their Applications in Multimodal Biomedical Probes // Journ. Amer. Chem. Soc./ – 2008. – Vol. 130. p.153-159
2. Лурье, Ю.Ю. Справочник по аналитической химии 6-ое изд. перераб. и доп.// - М.: Химия. - 1989. - 448 с.
3. Plyasunova, N.V. Critical evaluation of thermodynamics of complex formation of metal ions in aqueous solutions.V hydrolysis and hydroxo-complexes of  $\text{Co}^{2+}$  at 298.15 K/ N.V Plyasunova, Yu Zhang, M. Muhammed// Hydrometallurgy, 48(2) ЖМ – 1998. – p.153-159
4. Пестриков, С.В. Расчетный способ определения условий удаления ионов тяжелых металлов из сточных вод/ С.В. Пестриков, О.Ю. Исаева, Е.Н. Сапожникова, Э.Ф. Легуш, Н.Н. Красногорская, // Успехи современного естествознания. – 2005. – № 1 – С. 27-28
5. Lee, M. S. Estimation of Thermodynamic Properties and Ionic Equilibria of Cobalt Chloride Solution at 298 K / Materials Chemistry / M. S. Lee, Y. J. Oh // Materials Transactions, ЖМ / – 2004 . – Vol. 45, N 4 . – p. 1317-1321

6. Plyasunova, N.V. Critical evaluation of thermodynamics of complex formation of metal ions in aqueous solutions.IV hydrolysis and hydroxo-complexes of  $\text{Ni}^{2+}$  at 298.15 K/ N.V Plyasunova, Yu Zhang, M. Muhammed// Hydrometallurgy 48, / JIM – 1998. – p.43-6
7. Duro, L. Update of a thermodynamic database for radionuclides to assist solubility limits calculation for performance assessment// Technical Report TR-06-17//. - December 2006.
8. Васёха, М. В. Спектрофотометрическое изучение кислых сульфитных растворов/ М. В. Васёха. //Вестник МГТУ. - 2012. – Т.15. – № 3.
9. Маргулис, Е.В. Растворимость сульфитов железа, кобальта и никеля в воде/ Е.В. Маргулис, И.В. Родин, Д.Н. Губиева. // Журнал неорганической химии. - 1981. – Т.26. –Вып.8. – С. 2267-2269

## КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРМЕНТАТИВНЫХ БЕЛКОВЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ

Новиков В. Ю.<sup>1</sup>, Широнова А. Ю.<sup>2</sup>, Кучина Ю. А.<sup>2</sup>, Деркач С. Р.<sup>2, 1</sup>  
(г. Мурманск, <sup>1</sup>Полярный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, <sup>2</sup>Мурманский государственный технический университет, кафедра химии)

### Введение

В настоящее время большой интерес представляет производство ферментативных белковых гидролизатов из отходов переработки гидробионтов. Такие гидролизаты богаты незаменимыми аминокислотами, витаминами и микроэлементами и могут быть использованы в разных сферах деятельности человека (сельское хозяйство, медицина) [1].

Условия получения белковых гидролизатов различного назначения во многом определяются кинетическими закономерностями процесса ферментативного гидролиза.

В литературе достаточно подробно описано влияние различных технологических параметров (температура, рН, концентрация ферментного препарата, продолжительность гидролиза, химический состав белоксодержащего сырья, степень измельчения сырья, гидромодуль и др.) на качество ферментативных гидролизатов [2-4]; в то же время недостаточно сведений о влиянии способа введения ферментного препарата.

Целью данной работы было изучение кинетических характеристик процесса ферментативного гидролиза при разных способах внесения ферментного препарата в реакционную смесь.

### Объекты и методы исследования

Для проведения процесса гидролиза использовали измельченное белоксодержащее сырье (отходы переработки трески). В качестве протеолитического агента использовали ферментный препарат, выделенный из гепатопанкреаса камчатского краба. Гидролиз сырья проводили при следующих условиях: рН = 7,5, t = 50 °С, концентрация ферментного препарата  $C_{фп} = 6$  г/кг сырья.

Ферментный препарат вводили в реакционную смесь двумя способами: однократно в начале процесса гидролиза (традиционный способ получения ферментного препарата) [3] и порционно каждые полчаса в течение 3 часов.

Степень гидролиза (h) определяли отношением аминного азота к общему азоту. ПААГ-электрофорез осуществляли при температуре 15°С, напряжении 600 В, силе тока 50 мА, мощности 30 Вт. Для окрашивания пластин использовали метод Кумасси [6]. Вязкостные свойства гидролизатов изучали методами капиллярной и ротационной вискозиметрии. Аминокислотный анализ и определение содержания

свободных аминокислот в гидролизате выполняли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Содержание сухих веществ в растворе гидролизата определяли рефрактометрическим методом.

### Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 представлены кинетические зависимости концентрации аминного азота в процессе ферментативного гидролиза при различных способах введения ферментного препарата в полулогарифмических координатах. Эти зависимости разбиты на 2 участка, которые соответствуют «быстрой» и «медленной» стадиям ферментативного гидролиза. Скорость гидролиза пептидных связей можно определить по уравнению [5]:

$$V_t = \frac{\tilde{N}_{aa}}{t} = V_{\max} \cdot e^{-kt} \quad (1)$$

где  $V_t$  – скорость гидролиза,  $V_{\max}$  – максимальная скорость гидролиза,  $C_{aa}$  – концентрация аминного азота,  $k$  – константа скорости,  $t$  – время.

Прологарифмировав эту зависимость, получим:

$$\ln V_t = \ln C_{aa} / t \approx \ln V_{\max} - kt \quad (2)$$

Результаты расчета максимальной скорости ( $V_{\max}$ ) и константы скорости ( $k$ ) ферментативного гидролиза на «быстрой» и «медленной» стадиях представлены в таблице 1.

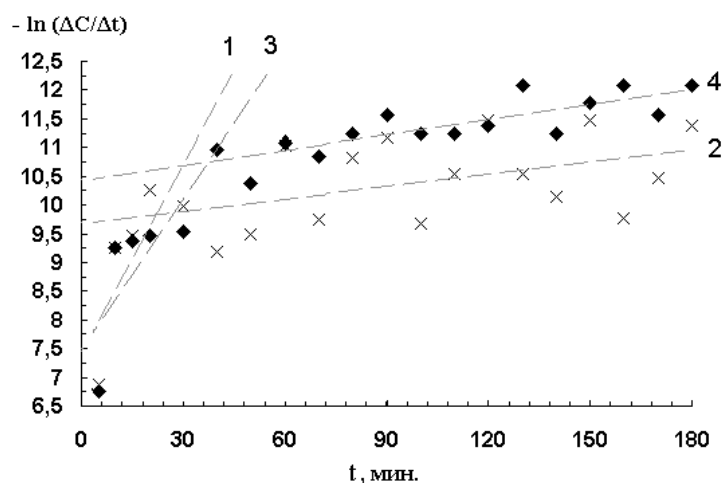


Рис. 1. Зависимость  $\ln(\Delta C_{aa}/\Delta t)$  от времени  $t$ : 1, 2 – порционное внесение ферментного препарата 3, 4 – однократное внесение ферментного препарата («быстрые» и «медленные» стадии соответственно).

Таблица 1  
Кинетические характеристики процесса гидролиза отходов переработки трески под действием ферментного препарата

Кинетическая характеристика	Способ введения ферментного препарата	
	однократное	порционное
	«Быстрая» стадия	
$V_{\max} \times 10^4, \text{ г л}^{-1} \text{ с}^{-1}$	5,54	5,82
$k \times 10^4, \text{ с}^{-1}$	8,74	10,87
	«Медленная» стадия	
$V_{\max} \times 10^4, \text{ г л}^{-1} \text{ с}^{-1}$	0,62	0,29
$k \times 10^4, \text{ с}^{-1}$	0,71	0,87

Анализ результатов исследования показывает, что способ введения ферментного препарата не оказывает существенного влияния на величину кинетических характеристик. Максимальные скорости и константы гидролиза в обоих случаях имеют один порядок, однако при порционном внесении ферментного препарата они все же имеют большее значение:  $V_{\max} = 5,82 \cdot 10^{-4} \text{ г л}^{-1} \text{ с}^{-1}$ ;  $k_1 = 10,87 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$ .

Результаты электрофоретического разделения водорастворимых белковых фракций, входящих в состав гидролизата из отходов трески представлены на рисунке 2.

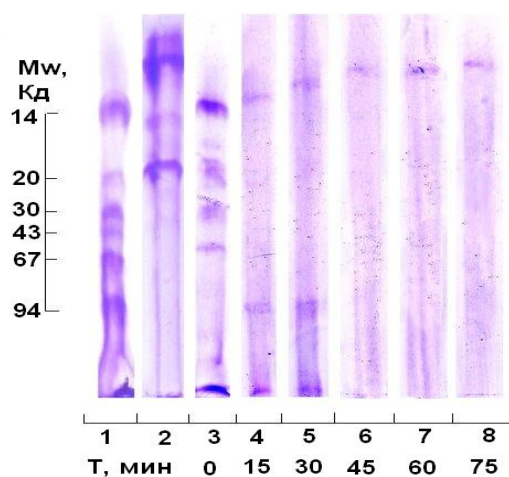


Рис. 2 Электрофореграмма белковых фракций в составе ферментативного белкового гидролизата: 1 – Стандартные маркеры (Pharmacia Biotech); 2 – Ферментный препарат; 3 – комплекс водорастворимых белковых соединений, входящих в состав отходов трески; 4-8 – Гидролизаты, полученные в течение разных промежутков времени (0, 15, 30, 45, 60 и 75 минут)

Ферментный препарат и негидролизованые водорастворимые белковые соединения, входящие в состав тканей трески представляют собой смеси высокомолекулярных белковых фракций, молекулярная масса которых лежит в интервале от 200 до 10 кД и выше.

По мере увеличения продолжительности гидролиза молекулярная масса белковых фракций, содержащихся в образцах, постепенно уменьшается. После 30 минутного гидролиза в пробе еще наблюдается присутствие веществ с молекулярной массой больше 90 кД. Через 45 минут после начала гидролиза такие вещества уже не обнаруживаются (рисунок 2, позиция б). В пробе, полученной путем гидролиза продолжительностью 1 ч, присутствуют вещества с молекулярной массой менее 14 кД. Результаты электрофореза образцов 6 и 8 показывают, что гидролизаты имеют в своем составе низкомолекулярные белковые соединения с молекулярной массой менее 14 кД.

Результаты измерения вязкости ферментативных белковых гидролизатов представлены на рисунке 3.

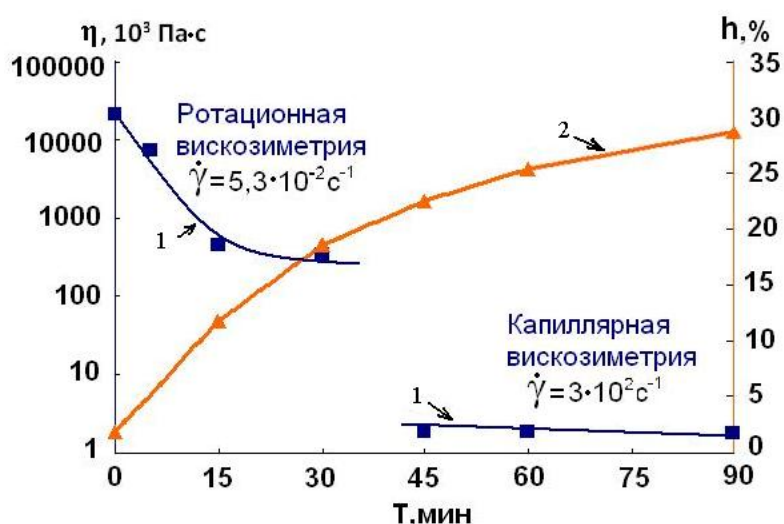


Рис. 3 Изменение вязкости гидролизата (кривая 1) и степени гидролиза (кривая 2) во времени

При увеличении продолжительности гидролиза вязкость гидролизатов в течение первых 15 минут падает почти в 50 раз, а затем плавно уменьшается, достигая практически постоянного значения через 60 минут. Это связано с расщеплением крупных белковых молекул на соединения белковой природы, имеющие более низкую молекулярную массу, что подтверждается пропорциональным увеличением степени гидролиза h.

Результаты ВЭЖХ свидетельствуют о том, что концентрация свободных аминокислот в гидролизатах различается в зависимости от способа внесения ферментного препарата. Так, при однократном внесении



гепатопанкреатина, в полученном гидролизате выше содержание аргинина, лизина, цистеина и глутаминовой кислоты, а при порционном, соответственно, пролина, лейцина, гистидина, серина и изолейцина. Разница в содержании остальных аминокислот незначительна.

Количество свободных аминокислот в гидролизате, полученном при порционном внесении ферментного препарата составляет 57% по сравнению с 30% аминокислот в гидролизате, полученном традиционным способом.

По данным рефрактометрии содержание сухих веществ в гидролизате, полученном при порционном внесении ферментного препарата на 10% выше, что свидетельствует о содержании в гидролизате большего количества водорастворимых фракций.

### **Заключение**

Исследован новый способ внесения ферментного препарата в реакционную смесь при получении ферментативных белковых гидролизатов. Такие гидролизаты отличаются повышенным содержанием сухих веществ и аминокислот, что связано с более эффективным расщеплением высокомолекулярных белковых фракций ферментным препаратом при его порционном внесении по сравнению с традиционным способом. Скорость реакции и константа скорости реакции ферментативного гидролиза при порционном добавлении ферментного препарата выше, чем при однократном. Результаты исследования свидетельствуют о том, что этот способ производства белкового гидролизата является более эффективной по сравнению с традиционным способом получения ферментативных белковых гидролизатов. Данные, полученные в результате исследования, могут быть использованы для совершенствования технологии получения ферментативных белковых гидролизатов.

### **Литература:**

1. Неклюдов, А. Д. Свойства и применение белковых гидролизатов / А. Д. Неклюдов, А. Н. Иванкин, А. В. Бердутина // Прикладная биохимия и микробиология. - 2000.- Т. 36.- №5. - С. 525-534.
2. Мухин, В. А. Ферментативные белковые гидролизаты тканей морских гидробионтов: получение, свойства и практическое использование / В. А. Мухин, В. Ю. Новиков ; Поляр. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. – Мурманск : ПИПРО, 2001. – 97 с.
3. Мухин, В. А. Ферментативный белковый гидролизат из отходов промысла исландского гребешка *Chlamys islandica* / В. А. Мухин, В. Ю. Новиков, Л. С. Рыжикова // Прикладная биохимия и микробиология. - 2001. - Т. 37, №3. - С. 338-343.
4. Кучина, Ю. А. Ферментативный белковый гидролизат из путассу, полученный электрохимическим методом / Ю. А. Кучина, С. Ю. Дубровин, И. Н. Коновалова // Рыб. хоз-во. - 2009. - № 4. - С. 115-116.

5. Кинетические характеристики ферментативного гидролиза сложных белковых субстратов для получения питательных сред / А. Д. Неклюдов, А. В. Бердугина, А. Н. Иванкин, Б.С. Карпо // Прикладная биохимия и микробиология. - 2002. - Т. 38.- № 4. - С. 381-388.

6. Westermeier, R. Electrophoresis in Practice / R. Westermeier пер. на англ. M. Fischer. – New York (USA): VCH Publishers Inc., 1993. – p. 277.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОЛЯНОКИСЛОТНОМУ РАЗЛОЖЕНИЮ НЕФЕЛИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА

**Шуляк Д. В., Майоров Д. В., Кондратенко Т. В.** (*г. Апатиты, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра Российской академии наук*)

The paper discusses the effect of decomposition parameters of nepheline concentrate with hydrochloric acid, including HCl concentration, temperature and time of decomposition, the presence of amorphous silica as a primer, on filtration rate of the resulting pulp.

Одним из самых распространённых реагентов, используемых в процессах водоочистки, являются соли алюминия, способные гидролизироваться в воде с образованием хлопьевидных гидроксидов, которые увлекают с собой более 95% содержащихся в воде механических примесей и бактерий. Наиболее часто в качестве коагулянта для очистки воды используют сульфат алюминия, подавляющую часть которого в России получают из дорогостоящего гидроксида алюминия, производимого на глинозёмных заводах. За рубежом значительное его количество получают на основе кислотного разложения природного алюминийсодержащего сырья – глин, каолинов, бокситов. В нашей стране весьма перспективным источником получения солей алюминия является алюмосиликатный минерал – нефелин, громадные запасы которого расположены на Кольском полуострове. Однако, если серно- и азотнокислотное разложение нефелина изучено достаточно подробно [1, 2], то данные по его солянокислотной переработке в литературе ограничены. Учитывая то, что при солянокислотном разложении нефелинового концентрата (НК) конечным продуктом является хлорид алюминия, который может быть использован как непосредственно в качестве коагулянта, так и переработан известными способами [3] с получением высокоэффективного коагулянта - основного хлорида алюминия, имеющего ряд преимуществ перед традиционно применяемым сульфатом алюминия в процессах очистки воды [4], несомненный интерес представляет разработка технологии получения хлорида алюминия на основе солянокислотной переработки НК.

Как известно, в кислотных технологиях переработки НК одним из ключевых вопросов является нахождение оптимальных условий разложения НК с получением хорошофильтруемых пульп, позволяющих отделить кремнеземсодержащий остаток от алюминийсодержащих растворов. В связи с этим целью работы являлось изучение процесса солянокислотного разложения нефелина для определения влияний параметров разложения НК (концентрация HCl, температура разложения и

пр.) на скорость процесса разделения получаемых пульп и извлечение компонентов нефелинового концентрата в раствор.

В результате исследований, проведенных ранее в Институте химии КНЦ РАН [5], установлено, что одним из важнейших факторов, определяющих структуру и форму образующихся при кислотной обработке кремнеземсодержащих осадков, является режим разложения нефелина, в частности, временной и температурный фактор.

Работы проводились с нефелиновым концентратом состава, масс. %:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 28.59;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 12.64;  $\text{K}_2\text{O}$  – 7.45;  $\text{FeO}$  – 3.43;  $\text{SiO}_2$  – 43.35; прочие – 4.54.

Методика экспериментов заключалась в следующем: 100 г нефелинового концентрата равными порциями в течение определенного времени при перемешивании загружали в термостатированную трехгорлую колбу с расчетным количеством раствора соляной кислоты определенной концентрации, в который предварительно добавляли «затравку» аморфного кремнезема. В качестве затравки использовался высушенный кремнеземсодержащий остаток от предыдущих опытов. По завершении загрузки пульпу дополнительно, для завершения процесса осаждения  $\text{SiO}_2$  из раствора, перемешивали в течение 1 часа, после чего отделяли на вакуум-фильтре солянокислый раствор от кислотонерастворимого остатка, который промывали водой до отсутствия в промывках  $\text{Cl}^-$ -иона (по  $\text{AgNO}_3$ ). В процессе фильтрации и промывки измеряли продолжительность фильтрации и объемы раствора и промывок, которые анализировались на содержание в них  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ;  $\text{HCl}_{\text{общ}}$  и  $\text{HCl}_{\text{своб}}$ .

Скорость фильтрации рассчитывали по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{V_{\phi} \cdot 3600}{\tau_{\phi} \cdot F_{\phi}},$$

где  $V_{\phi}$  – объем фильтрата,  $\text{м}^3$ ;  $\tau_{\phi}$  – время фильтрации, с;  $F_{\phi}$  – площадь фильтра,  $\text{м}^2$ .

В процессе экспериментов варьировали продолжительность загрузки нефелинового концентрата в соляную кислоту от 2-х до 4-х часов, температуру разложения от  $\sim 72.5$  до  $\sim 92.5^{\circ}\text{C}$ , концентрацию  $\text{HCl}$  от 20 до 30%, количество затравки изменяли от 0 до 10 г/100 г нефелинового концентрата.

Полученные данные показали, что при продолжительности загрузки НК в кислоту 2 часа и использовании  $\text{HCl}$  концентрацией менее 20% с температурой  $72.5^{\circ}\text{C}$  получают плохо фильтрующиеся осадки (скорость фильтрации составляет менее  $0.2 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{час})$ ). При увеличении концентрации кислоты до 25% и температуры разложения до  $92.5^{\circ}\text{C}$  скорость фильтрации возрастает, достигая  $0,8 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{час})$ . Вместе с этим

наблюдается преобладающее влияние температуры солянокислотного разложения на скорость фильтрации получаемых пульп. Так, повышение ее с 72.5 до 92.5°C приводит практически к 3-х кратному увеличению скорости фильтрации, тогда как повышение концентрации кислоты с 20 до 25% оказывает не столь заметное действие, приводя к 10-15%-ному увеличению скорости фильтрации.

Увеличение времени загрузки НК в кислоту до 4-х часов приводит практически к 2-кратному повышению скорости фильтрации по сравнению с опытами, проведенными в аналогичных условиях при времени загрузки 2 часа.

Установлено, что увеличение концентрации HCl свыше 25% приводит к резкому снижению скорости фильтрации, обусловленному, видимо, получением насыщенных солевых растворов, приводящее к кристаллизации из них при фильтрации солей, забивающих поры фильтроткани и твердого остатка. Это подтверждается тем, что разбавление получаемых пульп перед фильтрацией до 25-26%-ной концентрации по HCl (в пересчете на начальную концентрацию), приводит к повышению скорости фильтрации. Так, проведение процесса разложения при температуре 92.5°C и использовании 30% HCl с предварительным разбавлением пульпы до 25% по HCl перед фильтрацией, позволяет увеличить скорость разделения пульпы до 0.9 и 1.9 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·час) при загрузке НК 2 и 4 часа соответственно.

Присутствие «затравки» аморфного кремнезема так же оказывает положительное влияние на скорость фильтрации получаемых пульп. Так, введение ее в количестве 10 % от массы НК приводит к увеличению скорости фильтрации в 1.3-1.4 раза во всех интервалах изменений исследованных параметров. Однако дальнейшее повышение ее количества практически не оказывает влияния на фильтруемость солянокислых пульп, что, вероятно, можно объяснить увеличением толщины слоя осадка на фильтре.

На основании полученных данных выбраны условия разложения, при которых достигается наиболее высокая скорость фильтрования и наименьшая влажность фильтр-остатков:

- концентрация кислоты на стадии разложения - 28-30%;
- концентрация пульпы перед фильтрацией (по HCl) - 25-26%;
- температура - 85-95°C
- продолжительность загрузки - 3.0-3.5 часа;
- дополнительное перемешивание - 0.5-1 час;
- расход "затравки" - 10-12% (от массы нефелина).

Скорость фильтрации в этих условиях составляет  $1.6-2.0 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{час}$ . Извлечение компонентов из нефелинового концентрата в раствор, %:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 89-93;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 97-98,5;  $\text{K}_2\text{O}$  – 77-82;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 47-70. Состав продукционных растворов, г/л:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 80-85;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 42-45;  $\text{K}_2\text{O}$  – 19-21;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 3,7-4,2. Влажность кремнеземсодержащих остатков 49-53%.

### Литература

1. Лайнер Ю.А. Комплексная переработка алюминийсодержащего сырья кислотными способами. М.: Наука, 1982. 208 с.
2. В.И.Захаров, В.А.Матвеев, Д.В.Майоров, А.Р.Алишкин. Комплексная переработка нефелинсодержащего сырья кислотными методами / Материалы IV Международной конференции "Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов". Архангельск. 6-10 июня 2010 г. - Архангельск. Изд. ГОУ ВПО "Архангельский гос.техн.университет". 2010. С. 183-186.
3. Образцов В.В., Запольский А.К. Способы получения основных хлоридов алюминия //Химия и технология воды. – 1984. - Т. 6, № 3.-С. 261-267.
4. Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами / Е.Д. Бабенков. – М.: Наука, 1977. – 347 с.
5. Захаров В.И., Калинин В.Т., Матвеев В.А., Майоров Д.В. Химико-технологические основы и разработка новых направлений комплексной переработки и использования щелочных алюмосиликатов. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1995. -182 с.

# **Энергетика и транспорт**

## ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПО ДАВЛЕНИЮ В ЕГО ЦИЛИНДРАХ

Бабошин А. А., Малышев В. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра энергетики и транспорта)

**Аннотация.** В статье представлен современный метод диагностирования автомобильных двигателей по давлению в его цилиндрах, рассмотрена общая идея метода, порядок анализа данных, получаемых при его использовании.

**Abstract.** The article presents a modern method of diagnosing automotive engine pressure in its cylinder, considered the general idea of the method, the procedure of analysis of data obtained with its use.

Современные мотор-тестеры являются незаменимыми приборами при диагностике двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Состав комплектующий мотор-тестеров, а также возможности программного обеспечения постоянно совершенствуются, в т.ч. и с учетом конструкций современных двигателей. В комплектацию современных мотор-тестеров может быть включен датчик давления, рассчитанный на давление до 20÷25 атм [1]. Такой датчик предназначен для измерения компрессии, регистрации давления в цилиндре ДВС при работе на холостом ходу, для определения угла опережения зажигания и др.

Датчик давления, через соответствующий переходник, устанавливается вместо одной из свечи зажигания, при этом высоковольтный провод свечи зажигания заземляется на массу ДВС (топливоподачу в данный цилиндр рекомендуется отключать).

Измерения с использованием датчика давления возможно проводить на трех режимах: 1) регистрация сигнала с датчика при прокрутке двигателя стартером с открытой (или закрытой) дроссельной заслонкой (измерение компрессии); 2) регистрация сигнала с датчика при работа двигателя на режиме холостого хода и 3) при повышенной частоте вращения.

Осциллограмма давления в цилиндре несет большое количество диагностической информации о герметичности камеры сгорания, о работе механизма газораспределения, правильности установки фаз газораспределения, о состоянии систем воздухообеспечения [2, 3].

Осциллограмма давления в цилиндре двигателя при прокрутке ДВС стартером с открытой дроссельной заслонкой (см. рис. 1) несет следующую информацию:

- величину максимального давления, создаваемого в конце такта сжатия (компрессия в цилиндре);



- величину разрежения, создаваемого поршнем в цилиндре в конце такта расширения (см. рис. 1, показано стрелкой). После достижения поршнем верхней мертвой точки (ВМТ) на такте сжатия он движется к нижней мертвой точке (НМТ) и в конце такта расширения (до момента открытия выпускного клапана) создает в цилиндре разрежение; чем больше утечка заряда через неплотности в камере сгорания в процессе сжатия, тем больше величина разрежения, создаваемого в конце такта расширения. Как показали исследования, величина разрежения может быть использована в качестве диагностического параметра, характеризующего герметичность камеры сгорания;

- различия в максимальных давлениях в каждом цикле. В исправном ДВС после 2-3 циклов давление достигает своей наибольшей величины и практически не изменяется в следующих циклах, однако при неисправностях деталей газораспределительного механизма (неплотное прилегание клапанов, «подвисание» клапанов и др.) давление от цикла к циклу может меняться.



Рис. 1. Давление в цилиндре двигателя при проверке компрессии

Осциллограмма давления в цилиндре двигателя при работе на холостом ходу представлена на рис. 2.

1. Время между моментом искрообразования и достижением в цилиндре ВМТ есть действительный угол опережения зажигания (УОЗ). В современных ДВС угол опережения зажигания устанавливается блоком управления. При исправном состоянии ДВС и работе на холостом ходу УОЗ изменяется на  $3\div 4$  град. п.к.в. относительно среднего значения. Колебания УОЗ в больших пределах говорит об имеющихся неисправностях в работе ДВС.

2. Величина давления в конце такта сжатия (см. рис. 2, поз. 3) исправного четырехцилиндрового двигателя, работающего с частотой вращения холостого хода  $850\div 900$  об/мин, составляет от  $4,5\div 6,0$  атм. Меньшие значения давления свидетельствуют о неисправностях механической части цилиндра, большие – о возможном нарушении герметичности впускного коллектора, повышенной нагрузке на двигатель

и др. Величина давления в конце такта сжатия зависит от большого количества факторов, в частности: от степени сжатия двигателя; от герметичности камеры сгорания; от давления во впускном коллекторе; от состояния кулачков газораспределительного вала.

3. После достижения поршнем ВМТ на такте сжатия он движется к НМТ и в конце такта расширения (до момента открытия выпускного клапана) создает в цилиндре разрежение, см. рис. 2, поз. 5. При исправном состоянии ДВС разрежение в цилиндре на такте расширения (см. рис. 2, поз. 5) примерно равно разрежению на такте впуска (см. рис. 2, поз. 9). При нарушении герметичности камеры сгорания цилиндра (износ ЦПГ, прогар или неплотное прилегание клапанов и т.д.) эти давления будут различными.

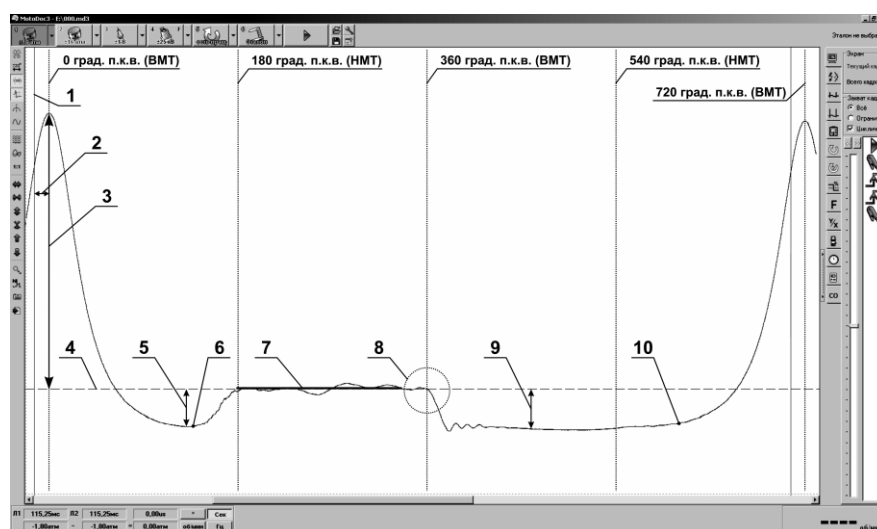


Рис. 2. Давление в цилиндре двигателя при работе на холостом ходу:

за 0 град. п.к.в. принят момент достижения поршнем ВМТ; участок от 0 до 180 град. п.к.в. – рабочий ход; от 180 до 360 град. п.к.в. – такт выпуска отработавших газов; от 360 до 540 град. п.к.в. – такт впуска свежего заряда; от 540 до 720 град. п.к.в. – такт сжатия; 1 – момент искрообразования в данном цилиндре; 2 – угол опережения зажигания; 3 – величина давления сжатия; 4 – линия атмосферного давления; 5 – разрежение, создаваемое поршнем на такте расширения; 6 – момент начала открытия выпускного клапана; 7 – среднее значение давления на такте выпуска; 8 – зона перекрытия клапанов; 9 – величина разрежения в цилиндре на такте впуска; 10 – момент закрытия впускного клапана

4. В конце такта расширения происходит открытие выпускного клапана. У двигателей с искровым зажиганием выпускной клапан открывается за 20÷50 град. п.к.в. до НМТ (у дизелей – за 40÷60 град. п.к.в. до НМТ). Если в цилиндре ДВС происходит процесс сгорания, то в момент открытия выпускного клапана давление в цилиндре больше чем в впускном коллекторе и происходит свободный выпуск отработавших

газов до достижения поршнем НМТ. При отсутствии процесса сгорания, перед открытием выпускного клапана в цилиндре имеет место разрежение (см. рис. 2, поз. 5) и при открытии выпускного клапана газы из выпускного коллектора заполняют цилиндр. Таким образом, момент начала уменьшения разрежения в цилиндре соответствует началу открытия выпускного клапана, см. рис. 2, поз. 6.

5. От 180 и до 360 град. п.к.в. происходит такт выпуска отработавших газов, выпускной клапан открыт, поршень движется от НМТ к ВМТ. Давление на данном участке (см. рис. 2, поз. 7) характеризует сопротивление выпускного тракта. Форма кривой давления у различных ДВС различна. Давление на данном участке находится на уровне атмосферного и не превышает  $0,1 \div 0,2$  атм. Большие величины давления говорят о повышенном сопротивлении выпускного тракта, например, в результате разрушения или оплавления нейтрализатора, повреждения труб системы выпуска, неполного открытия выпускного клапана.

6. При достижении поршнем ВМТ (360 град п.к.в., см. рис. 2) имеет место перекрытие клапанов (см. рис. 2, поз. 8). При движении поршня от ВМТ к НМТ выпускной клапан закрывается, впускной клапан открывается, начинается такт впуска. Данный момент происходит сразу после 360 град. п.к.в. При неправильной установке распределительного вала данный момент значительно отличается от  $360 \div 370$  град. п.к.в., и соответствует другим углам поворота коленчатого вала.

Разрежение на такте впуска при работе двигателей на холостом ходу находится в пределах  $(-0,60) \div (-0,70)$  атм (относительно атмосферного давления), см. рис. 2, поз. 9. При негерметичности впускного коллектора разрежение уменьшается, при повышенном сопротивлении впускного коллектора – возрастает.

7. При достижении НМТ (540 град. п.к.в., см. рис. 2) поршень начинает двигаться к ВМТ на такте сжатия, однако впускной клапан остается открытым. У двигателей с искровым зажиганием впускной клапан закрывается при  $20 \div 50$  град. п.к.в. после НМТ (у дизелей – при  $30 \div 50$  град. п.к.в. после НМТ). Момент начала повышения давления в цилиндре соответствует моменту закрытия впускного клапана (см. рис. 2, поз. 10).

Важно отметить, что определенные по осциллограмме углы открытия выпускного и закрытия впускного клапана определяются косвенно и могут не соответствовать действительным углам открытия и закрытия клапанов.

Можно заключить, что осциллограмма давления в цилиндре ДВС при работе на холостом ходу позволяет определить следующее:

- действительный угол опережения зажигания;
- состояние герметичности камеры сгорания и впускного коллектора;

- состояние газораспределительного механизма, правильность установки распределительного вала относительно коленчатого вала;
- оценить сопротивление выпускного тракта.

### **Литература**

1. Мотор-тестер MotoDoc III [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.quantexlab.ru/products/motodoc/>. – Загл. с экрана, 2012.
2. Анализ осциллограммы давления в цилиндре [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bitrix.quantexlab.ru/information/article.php>. – Загл. с экрана, 2009.
3. График давления в цилиндре [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://injectorservice.com.ua/px\\_sensor.php](http://injectorservice.com.ua/px_sensor.php). – Загл. с экрана, 2008.

## АНАЛИЗ СТАНДАРТНЫХ И ПРЕДЛОЖЕНИЕ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СБЕРЕЖЕНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Кожухова Е. А., Малышев В. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра энергетики и транспорта)

*An analysis of the typical measures to save energy which are often offered in standard programs for energy efficiency is shown in this article. The measures are offered for the consideration the practical implementation of which will give a greater economic impact.)*

Одним из наиболее всеми обсуждаемых вопросов продолжает оставаться вопрос энергосбережения или эффективности использования энергетических ресурсов. Первоочередным мероприятием для решения данного вопроса является проведение энергетического обследования с целью получения действительных показателей по потреблению энергоресурсов и оценке их эффективности. Как известно, завершающий этап энергетического обследования - это составление энергетического паспорта объекта и разработка программы энергосберегающих мероприятий. Как правило, такая программа я представляет собой перечень мероприятий, реализация которых может повысить энергоэффективность объекта. Повсеместно в такой программе предлагаются стандартные мероприятия по энергосбережению. Однако на практике часто встречается ситуации, когда практическая реализация этих стандартных мероприятий имеет и длительный срок окупаемости и низкую эффективность. В связи с этим возникает потребность том, чтобы обратить внимание на комплекс энергосберегающих мероприятий, практическая реализация которых даст больший экономический эффект.

В большинстве разрабатываемых программ по энергосбережению (в том числе и программа МГТУ) для объектов бюджетной сферы в части системы освещения все мероприятия сводятся к замене ламп накаливания на люминесцентные энергосберегающие. Как правило, расчетный срок окупаемости такого мероприятия составляет менее года. Но для реализации на практике и получения экономического эффекта в указанные сроки необходимо как можно скорее закупить новые энергосберегающие лампочки и произвести монтажные работы.

На сегодняшний день, сформировалось мнение, что лучшего мероприятия для экономии электроэнергии на нужды освещения не предложить. Тем не менее, такие мероприятия существуют. К числу таких технических малозатратных мер относятся: во-первых, применение аппаратуры для зонального отключения освещения, однозначно позволяющее снизить потребление электричества. Зачем освещать целое помещение площадью, например, 20-30 м<sup>2</sup> шестью установленными

светильниками с двумя люминесцентными лампами при нахождении в нем двух, а порой и одного человека, что для бюджетных организаций вполне распространенная практика. Очевидно, что стоимость и монтаж нескольких дополнительных разветвительных коробок и выключателей не являются высокочрезвычайными.

Во-вторых, применение комбинированной системы освещения (общее и местное). Такое мероприятие в дополнение к первому, также позволит снизить электропотребление. Затраты на реализацию заключаются исключительно в закупке источников местного освещения, питание которых осуществляется от стационарно установленных розеток.

Немалую долю в экономии электроэнергии на нужды освещения могут составить и организационные мероприятия. Например, своевременная чистка светильников, очистка стекол световых проемов, своевременная замена перегоревших люминесцентных ламп старого образца (с мощностью 20, 40 Вт) на аналогичные нового образца (с мощностью 18, 36 Вт), светопередача которых имеет те же показатели. В период проведения ремонтных работ в помещении следует перекрасить стены в более светлые тона. Кроме того, очень важной является агитационная работа: периодическое проведение собраний и информирование рабочего персонала о важности и необходимости экономии электроэнергии, размещение табличек «Уходя, выключайте свет!».

Если говорить о наиболее эффективных мероприятиях по экономии электроэнергии на нужды освещения, требующих больших затрат, то стоит выделить следующие. Во-первых, применение современной осветительной аппаратуры – люминесцентных светильников с пленочными отражателями, что, не смотря на их большую стоимость, позволяет сократить число используемых ламп до 40 % от общего числа. Во-вторых, установка датчиков движения и присутствия, обеспечивающих работу системы освещения при действительной необходимости. Такое мероприятие, позволяет «забычивому» персоналу значительно экономить электричество, за счет своевременного выключения.

Кроме того, в стандартных программах по энергосбережению, редко предлагают установку систем автоматического поддержания заданного уровня освещенности от искусственных источников света с помощью частотных регуляторов питания люминесцентных ламп. Такие системы включают в себя датчики мониторинга уровня естественной освещенности. Их применение позволяет экономить до 30-40% электроэнергии при среднем сроке окупаемости 2-3 года. Что касается их использования в Мурманской области, то на период полярной ночи, такие системы мало актуальны, однако в весенне-летнее время – могут оказаться вполне эффективными.

В самой системе электроснабжения все мероприятия сводятся к замене счетчиков электроэнергии более низкого класса точности на более

высокий, в среднем их расчетный срок окупаемости не превышает 2-3 лет. При этом редко предлагают установку дополнительного числа счетчиков электроэнергии, т.е. индивидуализацию потребления каждым структурным подразделением организации. При этом важной функцией должен стать мониторинг электропотребления. Такое мероприятие особенно актуально для МГТУ, оно позволит осуществить разработку действительно актуальных и эффективных мер для каждого корпуса МГТУ, для каждого структурного подразделения.

В системах вентиляции и кондиционирования воздуха, а также в работе насосов системы водоснабжения используются электродвигатели. Современным средством повышения эффективности их работы является применения частотно-регулируемых приводов (транзисторное исполнение). Они имеют достаточно широкий диапазон регулирования потребляемой мощности в зависимости от нагрузки. Высокая стоимость (сравнима со стоимостью электродвигателя) оправдывается средним сроком окупаемости 2-4 года. Таким образом, применение частотно-регулируемых приводов позволяет экономить порядка 30-40% электроэнергии в системе вентиляции, 40-50% в системах кондиционирования воздуха и до 30% в насосных системах.

В промышленности, вследствие улучшения финансового состояния предприятий, роста тарифов на энергетические ресурсы, а также серьезного технологического обновления производственного оборудования энергосбережение в последние годы организовывается на более высоком уровне. Выбор мероприятий, позволяющих организовать эффективное энергосбережение в промышленности, зависит от индивидуальных особенностей конкретных предприятий, энергосберегающей политики региона, положений программы об энергосбережении, а также заинтересованности руководства предприятий и органов власти и местного самоуправления.

Мероприятия, направленные на энергосбережение в зданиях промышленных объектов в основном сводятся к сокращению потребления электроэнергии для освещения. Что конечно дает положительный эффект, но учитывая долю электроэнергии на освещение от ее общего потребления (не более 30%) не столь сильно позволяет повысить энергоэффективность производства.

Для уменьшения потребляемой предприятием электрической энергии можно предложить такие первоочередные мероприятия как: использование холодного наружного воздуха для питания компрессорных установок, блокировка вентиляторов тепловых завес с устройствами открывания-закрывания ворот. Кроме того, на производстве не менее актуально применение частотно-регулируемых приводов для насосных систем, систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Самая острая проблема на промышленных объектах это высокое потребление реактивной мощности из питающей сети, которая необходима для работы асинхронных электродвигателей и трансформаторов, общее число которых достаточно велико. Как известно, эта проблема связана не только с повышением платы за электричество при соответствующем увеличении потребляемой мощности, но и взиманием штрафов за перегрузку питающей сети потоками реактивной мощности. Для решения этой проблемы руководство предприятия необходимо направлять к установке устройств по компенсации реактивной мощности (КРМ), например применение переключателей с треугольника на звезду у тех асинхронных двигателей напряжением до 1000 В, которые систематически загружаются не более чем на 40%. Основным средством КРМ являются конденсаторные батареи, которые стоят сравнительно недорого и быстро окупаются, однако имеют ряд недостатков, наиболее важным из которых является отсутствие возможности плавного регулирования. Если предприятие достаточно крупное, то для КРМ необходимо предлагать установку более дорогостоящих устройств - синхронных компенсаторов (синхронный двигатель), которые позволяют осуществить плавное регулирование в широком диапазоне.

Как показывает мировой опыт, не менее важным и эффективным для организации любой отрасли является назначение в каждом структурном подразделении бюджетного или промышленного предприятия лиц, ответственных за осуществление программы энергосбережения и контроль за потреблением энергетических ресурсов. В работу которых, входит также составление еженедельных отчетов о потреблении и наглядных квартальных и годовых графиков потребления электроэнергии.

Если говорить об использовании возобновляемых источников энергии, то для экономии электрической энергии могла бы использоваться солнечная энергия, для систем вентиляции и горячего водоснабжения могли бы использоваться теплонасосные установки.

### **Литература**

1. «Портал-энерго» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://portal-energo.ru/>
2. Федоров С.Н. Приоритетные направления для повышения энергоэффективности зданий / С.Н. Федоров // Энергосбережение. - 2008. - №5. –с.23-25.
3. «ЭнергоСовет» - портал по энергосбережению. Совместный проект Координационного совета Президиума Генсовета партии «Единая Россия» по вопросам энергосбережения и повышения энергетической эффективности и НП «Энергоэффективный город» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.energsovet.ru](http://www.energsovet.ru)



## **ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ УСТРОЙСТВ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЗАМКНУТЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ ПО КРИТЕРИЮ МИНИМУМА СРОКА ОКУПАЕМОСТИ НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ФИЛИАЛА ОАО «МРСК СИБИРИ» - «КУЗБАССЭНЕРГО – РЭС»**

**Непша Ф. С.** (г. Кемерово, КузГТУ, кафедра электроснабжения горных и промышленных предприятий)

*Developed an algorithm for optimizing the placement of reactive power compensation devices on the criterion of minimum cost in closed networks. Optimization of device location for reactive power compensation in the case of electrical network branch of JSC "IDGC of Siberia" - "Kuzbassenergo - RES").*

Оптимальное планирование режима энергосистемы по реактивной мощности состоит в определении местоположения и мощности компенсирующих устройств, установка которых обеспечивает минимальные затраты при заданных ограничениях.

В общем виде задачи оптимизации размещения УКРМ можно представить следующим образом[1,2]:

- Уменьшение потерь активной мощности и электроэнергии в сети;
- Повышение технических показателей за счет надлежащего изменения напряжения на подстанциях в максимальном режиме работы энергосистемы, что создает необходимые условия для дальнейшего улучшения качества электроэнергии.

Для решения вышеуказанных задач в рамках замкнутой сети 110 кВ был разработан алгоритм, состоящий из следующих шагов:

1. Анализ транзитов, поиск точек потокораздела, предварительный выбор точек установки УКРМ. При этом в расчет не берутся слабые связи, в которых отсутствует точка потокораздела, а также транзиты, которые не обеспечат необходимый выход реактивной мощности.

2. Анализ изменения напряжения в точках установки УКРМ в течение суток, принятие решения об установке УШР. В результате выявляются транзиты, в которых колебания напряжения в течение суток значительны, что негативно влияет на качество электрической энергии и приводит к росту потерь активной мощности. В таких транзитах предусматривается установка УШР.

3. Моделирование установки УКРМ различной мощности с использованием специализированных программных комплексов (Например, в RastrWin3 [3]) и оценка полученного снижения потерь в транзитах.

4. Оценка экономической эффективности от установки УКРМ по критерию минимума срока окупаемости.

5. Выбор наиболее рациональных вариантов установки УКРМ.

После реализации п. 1,2 алгоритма в рамках электрической сети 110 кВ филиала ОАО «МРСК Сибири» - «Кузбассэнерго – РЭС» был составлен список предполагаемых мест установки УКРМ, который представлены в таб. 1.

Таблица 1 Рассматриваемые варианты установки УКРМ

№ п/п	Наименование транзита	Подстанции, предполагаемые точки установки УКРМ	Рассматриваемые варианты
1	п/ст 110 кВ Каштан- п/ст 110 кВ Мариинск- п/ст 110 кВ Иверка- п/ст 500 кВ Новоанжерская	п/ст 110 кВ Мариинская – тяг.	Установка БСК 52 МВАр и УШР 63 МВАр
		п/ст 110 кВ Иверка.	
2	Беловская ГРЭС- п/ст 110 кВ Беловская – п/ст 110 кВ Красный Брод- Афонинская- п/ст 110 кВ п/ст 220 кВ Северный Маганак	п/ст 110 кВ Красный Брод,	1 вариант – установка БСК 26 МВАр
		п/ст 110 кВ Афонинская	2 вариант – установка БСК 52 МВАр
3	ТУГРЭС- п/ст 220 кВ Еланская-КузТЭЦ- п/ст 110 кВ КФЗ-2- п/ст 110 кВ Кузнецкая - п/ст 220 кВ ЗСМК	п/ст 110 кВ КФЗ -2	1 вариант – установка БСК 26 МВАр
		п/ст 110 кВ Кузнецкая	2 вариант – установка БСК 52 МВАр

Согласно пункту 3 алгоритма в ПК Rastrwin3 были смоделированы каждый из вышепредставленных вариантов, по результатам расчетов определены потери активной мощности до и после установки УКРМ в каждом из транзитов. Сравнение активных потерь до и после установки УКРМ для транзитов №2 и №3 представлено в таб. 3, а для транзита №1 в таб. 2.

Таблица 2 Потери активной мощности в транзите №1 при заданном напряжении поддержания

U,кВ	dP до установки БСК, кВт	dP после установки УКРМ на п/ст 110 кВ Мариинская – тяг.,кВт	dP после установки УКРМ на п/ст 110 кВ Иверка кВт.
111	2101,13	2162,4	2326,65
112		2124,05	2239,03
113		2100,07	2172,69
114		2091,23	2127,58
115		2097,64	2103,85
116		-	2103,76

Таблица 3 Активные потери «до» и «после» в транзите установки УКРМ для транзитов №2,3.

Место установки УКРМ	dP до установки БСК, кВт	dP после установки БСК-26 МВАр, кВт	dP после установки БСК-52МВАр, кВт
Транзит №2			
п/ст 110 кВ Красный Брод	5866,26	5499,57	5429,01
п/ст 110 кВ Афонинская		5510,55	5316,77
Транзит №3			
п/ст 110 кВ КФЗ -2	7420,24	7212,37	7062,51
п/ст 110 кВ Кузнецкая		7266,57	7179,55

Как видно из таблицы №2 установка УШР и БСК в транзите №1 не приводит к существенному снижению потерь и поэтому в дальнейшем этот вариант не рассматривается.

В транзитах №2 и №3 установка УКРМ позволяет значительно снизить активные потери. Поэтому эти варианты будут рассматриваться в технико-экономическом расчете.

Согласно п.4 выполняется оценка экономической эффективности от установки УКРМ, которая производится по критерию минимума срока окупаемости[2]:

$$T = \frac{\mathcal{E}_k}{\mathcal{E}_r} \rightarrow \min$$

где  $\mathcal{E}_k$  – единовременные затраты на приобретение и установку УКРМ, тыс. руб;  $\mathcal{E}_r$  – годовая экономия в оплате электроэнергии, кВт;

Расчет единовременных затрат на установку УКРМ производится по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_K = (C_{УШР} + C_{БСК}) \cdot k$$

где  $C_{УШР}$  – стоимость УШР, тыс.руб;  $C_{БСК}$  – стоимость БСК, тыс.руб;  $k$  – коэффициент дополнительных затрат, принимается равным 1,1.

Годовая экономия в оплате электроэнергии от снижения потерь активной мощности в сетях 110-35 кВ определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_T = (\Delta P_1 - \Delta P_2) \cdot T_a \cdot 8760$$

где  $\Delta P_1$  – потери активной мощности до установки УКРМ, кВт;  $\Delta P_2$  – потери активной мощности после установки УКРМ, кВт;  $T_a$  – тариф на потери активную энергию, руб/кВт·ч на 4 квартал 2012 года  $T_a = 0,99$  руб/кВт·ч.

В таб. 4 представлены результаты технико-экономического расчета.

Таблица 4 Оценка срока окупаемости установки УКРМ в транзитах №2 и №3.

Место установки УКРМ	Срок окупаемости, лет	
	после установки БСК- 26 МВАр	после установки БСК- 52МВАр
Транзит №2		
п/ст 110 кВ Красный Брод	17,27	27,86
п/ст 110 кВ Афонинская	17,65	22,17
Транзит №3		
п/ст 110 кВ КФЗ - 2	30,20	34,05
п/ст 110 кВ Кузнецкая	40,86	50,61

Из таб. 4 видно, что в транзите № 2 наиболее целесообразна установка БСК мощностью 26 МВАр на п/ст 110 кВ Афонинская. Установка БСК в транзите №3 нерациональна, поскольку срок окупаемости превышает расчетный срок службы БСК, который составляет 25 лет.

В результате проделанной работы были выполнены следующие задачи:

1. Разработан алгоритм оптимизации размещения УКРМ в замкнутой электрической сети 110 кВ с применением специализированного программного комплекса RastrWin3.

2. Произведена оценка экономической эффективности различных вариантов установки УКРМ в электрической сети 110 кВ филиала ОАО «МРСК Сибири» - «Кузбассэнерго – РЭС».

3. С использованием разработанного алгоритма установлено, что наиболее целесообразным с экономической точки зрения местом установки УКРМ в электрических сетях 110 кВ филиала ОАО «МРСК Сибири» - «Кузбассэнерго – РЭС» является п/ст 110 кВ Афонинская. Другие варианты являются экономически невыгодными и могут рассматриваться только по критерию качества и надежности электроснабжения.

#### **Литература**

1. Веников В. А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.
2. Ковалев И.Н. Выбор компенсирующих устройств при проектировании электрических сетей. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 200с.
3. ПК «RastrWin3» Документация пользователя – Екатеринбург, 2011 – 236 с.

**Термодинамическая Эффективность Адсорбционного Термотрансформатора на Рабочей Паре Активированный Уголь - Метиламин**

**Каримов М. Ш., Васильев Т. Р., Байрашевский И. В., Руденко М. Ф.**  
*(г. Астрахань, АГТУ, кафедра Безопасность жизнедеятельности и гидромеханика)*

The model of the program Matlab and conducted analyzes of the thermodynamic efficiency of the adsorption thermotransformator dispose of thermal energy from the combustion of fuel in marine engines. The thermodynamic efficiency thermotransformator operating in the cooling mode is 18-25%.

Проблема утилизации тепловой энергии от сгорания топлива в дизельных судовых двигателях (СДД) является актуальной проблемой не только с энергетической точки зрения, так как увеличивает степень использования энергии сгораемого топлива, но и с экологической, так как уменьшает тепловое загрязнение окружающей среды. Выброс тепловой энергии от сгорания топлива в судовых дизельных установках составляет до 28 – 30 % мощности, а охлаждающей средой может служить забортная морская вода.

В данной работе предлагается использовать для этих целей адсорбционный термотрансформатор на твердых сорбентах. Принцип работы таких установок и основных элементов его аппаратов были известны давно, но и в настоящее время установки такого типа совершенствуются, и научная мысль ученых исследует все новые и новые особенности их применения и работы. Рабочей парой в таких установках в качестве сорбента может являться активированный уголь, а в качестве адсорбата (хладагента) – метиламин [1].

Цикл работы установки периодического действия представлен на рис.1. и состоит из четырех процессов: **АБ** – изостерический процесс нагрева насыщенного активированного угля в реакторе генератора-адсорбера; **БВ** – изобарный процесс десорбции, выделения из активированного угля парообразного аммиака, который сжижается в конденсаторе при изобарном процессе **Г**; **ВД** - изостерический процесс охлаждения активированного угля без изменения его состояния; **ДА** - изобарный процесс адсорбции – поглощения аммиака активированным углем до состояния полного насыщения, при этом в испарителе начинается изобарический процесс кипения аммиака **Ж**. Процессы **АБ** и **БВ** протекают при подводе теплоты обогрева отработанными горячими газами, процессы **ВД** и **ДА** – при охлаждении реактора охлаждаемой водой. **ГЖ** – процесс регулирования работы термотрансформатора

посредством соленоида.

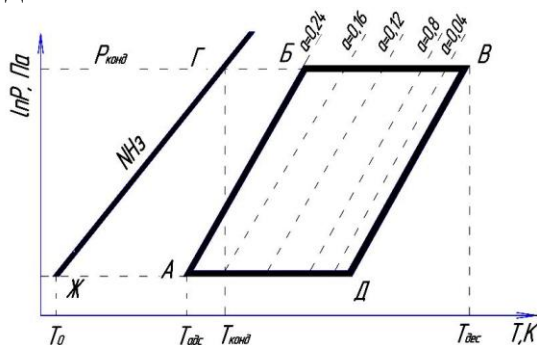


Рис. 1 Цикл работы термотрансформатора адсорбционного типа

Для исследования эффективности работы термотрансформатора на рабочей паре активированный уголь-метиламин была разработана математическая модель в программе MATLAB. Общая схема программной модели представлена на рис.2.

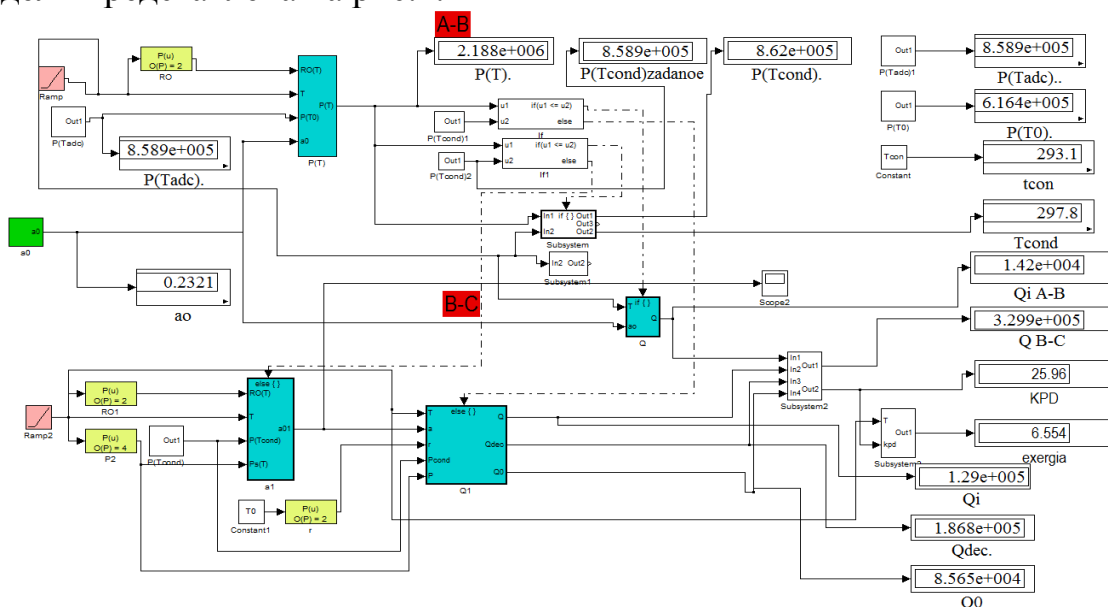


Рис.2 Реализация математической модели в программе MATLAB.

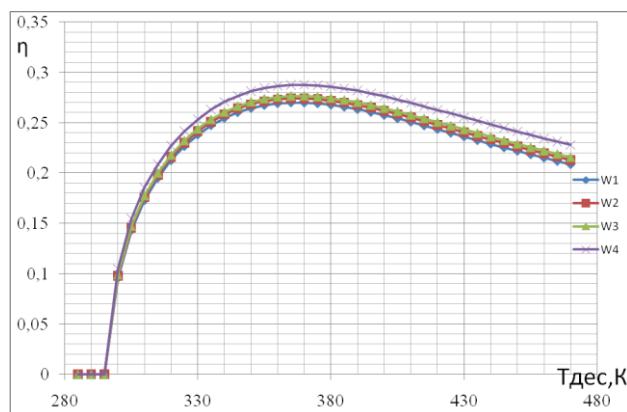
Были исследованы четыре образца активированных углей и метиламина. В основе модели лежит уравнение Дубинина-Радушкевича [2], по определению адсорбционной способности сорбента (активированных углей) и адсорбата (метиламина).

$$a = W_0 \cdot \rho \cdot \exp\{-16,58 \cdot 10^{-7} \cdot T^2 \cdot [\ln(P_s/P)]^2\}$$

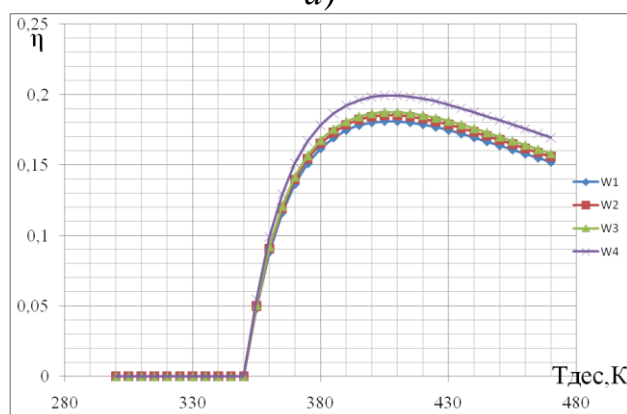
Термодинамический коэффициент полезного действия термотрансформатора адсорбционного типа определялся как отношение полезной теплоты, отведенной от технологического теплоносителя к затраченной работе, подведенной при горении газовых горелок в генераторе-адсорбере:

$$\eta_{\text{терм}} = Q_0 / (Q_{\text{АБ}} + Q_{\text{БВ}}),$$

На разработанной модели проводили разные исследования по определению термодинамической эффективности работы адсорбционного термотрансформатора при различных параметрах.



а)



б)Рис.3 Зависимость термодинамического КПД установки от температуры десорбции для разных типов активированных углей при условии а)  $T_0=273\text{K}$ ,  $T_{\text{конд}}=283\text{K}$ ,  $T_{\text{адс}}=283\text{K}$ , б)  $T_0=273\text{K}$ ,  $T_{\text{конд}}=298\text{K}$ ,  $T_{\text{адс}}=298\text{K}$ .

На рисунке 3 показаны зависимости термодинамических КПД от температуры десорбции для исследуемых активированных углей при постоянных температурах конца адсорбции  $T_{\text{адс}}$  или начала процесса изостерического нагрева реактора т.А (см. по рис.1 цикла работы адсорбционного термотрансформатора); температуры кипения  $T_0$  в испарителе т.Ж; температуры  $T_{\text{конд}}$  конденсации т.Г. Из графиков зависимостей (рис.3(а)) видно, что в процессе изостерического нагрева КПД равен «нулю», затем начиная с некоторой температуры, равной около  $\approx 290\text{K}$  при переходе из изостерического в процесс десорбции т.Б, резко возрастает КПД, затем рост его замедляется и в некотором диапазоне температур  $T_{\text{дес}}$  от  $350\text{K}$  до  $390\text{K}$  наблюдается стабилизация значения  $\eta_{\text{терм}} = 0,275 - 0,284$ . При дальнейшем увеличении температуры десорбции КПД начинает снижаться и при  $T_{\text{дес}} = 470\text{K}$  (около  $200^\circ\text{C}$ ) падает на  $10 - 12\%$ .

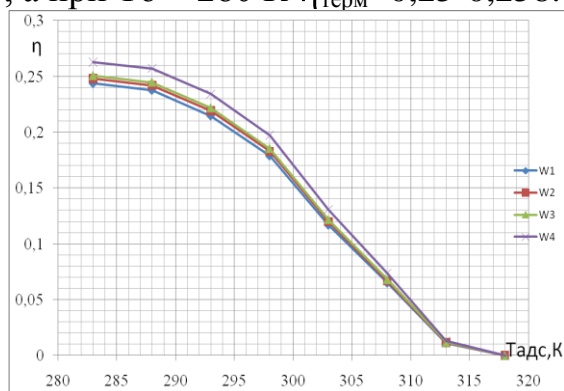
На рис.3(б) с увеличением  $T_{\text{конд}}$  и  $T_{\text{адс}}$  при  $T_0 = \text{const}$  видно, что процесс десорбции, при котором начинается отсчет КПД начинается с более высокой температуры, порядка  $353\text{K}$ .  $\eta_{\text{терм}}$  сначала резко возрастает до значений чуть ниже предыдущих и в диапазоне температур десорбции



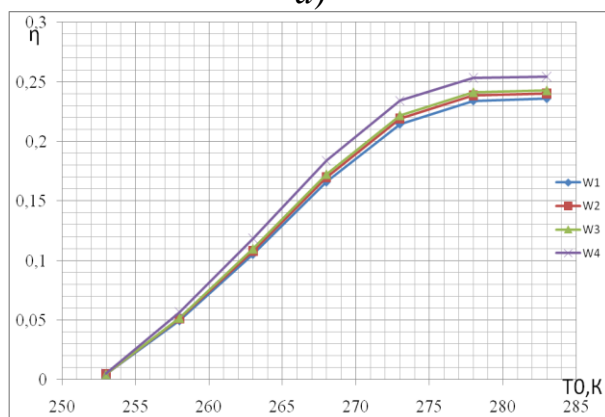
от 388 К до 423 К имеет максимальные значения порядка  $\eta_{\text{терм}}=0,182 - 0,202$ . Дальнейшее увеличение температуры десорбции приводит к снижению термодинамического коэффициента.

На рис.4(а), когда  $T_0=273 \text{ K (const)}$  и  $T_{\text{дес}}=423 \text{ K (const)}$ , изменяется только  $T_{\text{адс}}$  и  $T_{\text{конд}}$  видно, что при увеличении температур зависимость термодинамического КПД термотрансформатора резко снижается: при  $T_{\text{адс}}=T_{\text{конд}}=285 \text{ K}$   $\eta_{\text{терм}}=0,242 - 0,254$ ; а при  $T_{\text{адс}}=T_{\text{конд}}=300 \text{ K}$   $\eta_{\text{терм}}=0,152 - 0,172$ . Этот факт говорит о том, что в северных морях, где морская вода холодная, эффективность использования таких термотрансформаторов еще более выгодно.

На рис.4(б), когда изменяется  $T_0$  от 253 К до 280 К (от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+10^{\circ}\text{C}$ ), а  $T_{\text{дес}}=420 \text{ K}$ ,  $T_{\text{конд}}=T_{\text{адс}}=283 \text{ K}$  термодинамический КПД возрастает. Если при  $T_0 = 253 \text{ K}$   $\eta_{\text{терм}}=0,05$ ; то при  $T_0 = 273 \text{ K}$   $\eta_{\text{терм}}=0,22-0,235$ , а при  $T_0 = 280 \text{ K}$   $\eta_{\text{терм}}=0,25-0,258$ .



а)



б)

Рис.4 Зависимость термодинамического КПД от а)  $T_{\text{адс}}$  для разных типов углей при условии  $T_0=273 \text{ K}$   $T_{\text{ос}}=293 \text{ K}$   $T_{\text{дес}}=420 \text{ K}$ , б)  $T_0$  для разных типов углей при условии  $T_{\text{адс}}=283 \text{ K}$ ,  $T_{\text{дес}}=420 \text{ K}$

Анализ зависимостей на рис.3(а,б) показывает, что температура десорбции имеет некоторый диапазон значений, при котором удерживаются максимальные значения коэффициентов термодинамической эффективности. Эти значения могут считаться

оптимальным диапазоном работы термотрансформатора при постоянных температурах охлаждения, конденсации и адсорбции. Несмотря на то, что коэффициент термодинамической эффективности у термотрансформаторов на рабочих парах активированный уголь-аммиак несколько выше, термотрансформаторы на рабочей паре активированный уголь-метиламин имеют рабочее давление в аппаратах в три раза ниже.

Таким образом, проведенные аналитические исследования, дают обнадеживающие результаты по использованию тепловой энергии газов от работы судовых дизельных установок. Средний термический КПД на параметрах близких к рабочим установок в термотрансформаторах на рабочих парах активированный уголь-метиламин могут составлять в среднем  $\eta_{\text{терм}} = 0,18-0,25$ .

### **Литература**

1. Шипулина, Ю.В. Моделирование термодинамического цикла работы адсорбционного гелиоэнергетического термотрансформатора / Ю.В. Шипулина, М.Ф. Руденко // Вестник АГТУ. Серия: Морские технологии. 2011. № 3. С.136-140
2. Каримов, М.Ш. Исследование рабочих пар для гелиоэнергетических термотрансформаторов адсорбционного типа / М.Ш. Каримов, М.Ф. Руденко // Актуальные вопросы науки: Материалы VI Международной научно-практической конференции (10.07.2012). – М.: Издательство «Спутник +», 2012. С.49 – 56.

## **ВЫБОР МЕСТ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ И ПАРКОВОЧНЫХ ЗОН НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА МУРМАНСК И ИХ ОБОСНОВАНИЕ**

*Гусев Е. С., Малышев В. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Энергетики и транспорта)*

В рамках проекта «Черный углерод в Арктике» необходимо произвести сбор статистических данных и последующий их анализ.

Для сбора данных необходимо произвести выбор основных мест тяготения населения, а также основные транспортные потоки г. Мурманск. Необходимо учитывать, что основными источниками выбросов черного углерода на дорогах г. Мурманска являются грузовые автомобили, то исследования транспортных потоков должны проводиться, опираясь на основные места движения грузового транспорта.

Для исследования парковочных зон было предложено следующие основные места тяготения населения:

- Парковка ГП «ОКЕЙ» проспект Ленина;
- Парковка ТРЦ «ФОРУМ» Кольский проспект;
- Парковка ГП «Твой», Кольский проспект;
- Парковка гостиницы «Меридиан».

Обоснование: Данные парковки являются местами тяготения населения (места отдыха, покупок, работы). Основными преимуществами являются большие скопления автомобилей (не только в выходные дни, но и в будни) и удобство сбора статистических данных. Кроме того, парковка гостиницы «Меридиан» является деловым и культурным центром г. Мурманска.

Для исследования транспортных потоков было предложено выбрать основные места скопления автомобилей на улично-дорожной сети города Мурманск:

1. Выезд с трассы М18 «Кола» (Восточно-объездная дорога) на Североморское шоссе

Обоснование: Данный участок имеет связь с промышленной зоной г. Мурманска и выезд на трассу М18 «Кола» (Восточно-объездная дорога), что говорит о высоком скоплении грузового транспорта, а также через этот участок проходит дорога связующая г. Мурманск и г. Североморск, что говорит о высоком пассажиропотоке, а в следствие о высоком потоке общественного транспорта и личного транспорта

Интенсивность движения: около 700-900 авт/час в каждом направлении.

Значения в час пик до 1000 авт/час в каждом направлении.

2. Пересечение Верхнеростинского шоссе и улицы Домостроительной (Также Пересечение Верхнеростинского шоссе и трассы М18 «Кола»)

Обоснование: Так как на улице Домостроительная находится промышленная зона города Мурманск, что говорит о большом скоплении грузового транспорта, то данный участок актуален для нашего исследования. Кроме того, Верхнеростинское шоссе пересекается с трассой М18 «Кола», что говорит о большой интенсивности транспортного потока, так как трасса М18 является объездной дорогой Мурманска.

Интенсивность движения: около 800-1000 авт/час в каждом направлении.

Значения в час пик до 1200 авт/час в каждом направлении.

### 3. Пересечение М18 «Кола» (Восточно-объездная дорога) с улицей Планерная

Обоснование: На данном участке, происходит образование крупной транспортной артерии грузового транспорта, из-за возможности сквозного проезда Мурманска и выезда на нижнюю объездную дорогу к промышленным объектам (Торговый порт, Рыбный порт, нефтяная база и т.д.). Кроме того, данный участок позволяет прибыть в центр города в кратчайшие сроки, в связи, с чем объясняется присутствие в транспортном потоке большое количество личного транспорта.

Интенсивность движения: около 900-1100 авт/час. в каждом направлении.

Значение в час пик до 2000 авт/час. В каждом направлении.

### 4. Пересечение улицы Книповича с улицей Шмидта

Обоснование: Данный участок является одним из сложных пересечений дорог, так как по улице Книповича проходит проезд к нижней объездной дороге, а так же большой поток грузового транспорта, в свою очередь проспект улица Шмидта является одной из основных улиц города, на которой находится большое количество мест тяготения населения(работа, учеба, места отдыха и т.д.).

Интенсивность движения: около 900-1100 авт/час в каждом направлении.

Значение в час пик: до 1800 авт/час.

### 5. Пересечение проспекта Ленина, проспекта Кирова и Кольского проспекта

Обоснование: Данное пересечение является одним из сложных участков УДС г. Мурманск, в связи, с чем этот элемент представляет собой пересечение основных магистралей города. Так же данное пересечения, является основным узлом распределения потока к местам тяготения населения (работа, учеба, места отдыха и т.д.)

Интенсивность движения: около 800-900 авт/час в каждом направлении.

Значение в час пик: до 1500 авт/час.

### 6. Пересечение Кольского проспекта с улицей Беринга

Обоснование: Является одним из сложных участков УДС города Мурманск, что характеризует его высокую интенсивность движения на данном пересечении. Кроме того, данное пересечение является одной из дорог связующих центр города с Октябрьским районом, проходящих через город.

Интенсивность движения: около 1200-1500 авт/час в каждом направлении.

Значение в час пик: до 2300 авт/час.

#### 7. Прибрежная дорога (выезд на Кольский мост)

Обоснования: Данный участок является одним из узлов распределения движения из города Мурманск в Мурманскую область, что характеризуется окончанием нижней объездной дороги с последующим выездом в город Кола и на трассу М18 «Кола», а также выездом на Кольский мост и последующим выездом в область в северо-восточном направлении

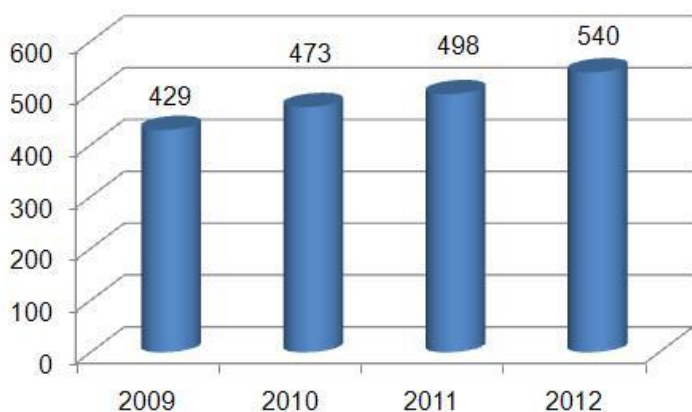
Интенсивность движения: около 700-900 авт/час в каждом направлении.

Значение в час пик: до 1200 авт/час.

## Оптимизация движения по УДС г. Мурманска на участке ул. Подгорная

Гусев Е. С., Малышев В. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Энергетики и транспорта)

Рост автомобильного парка и увеличение объема перевозок приводит к увеличению интенсивности движения, что в условиях городов, с исторически сложившейся застройкой, приводит к возникновению транспортной проблемы. Особенно остро она проявляется в тех пунктах улично-дорожной сети (УДС), где есть пересечение крупных транспортных магистралей.

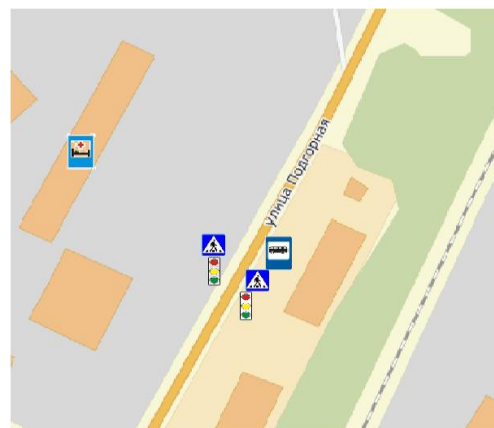


Здесь увеличиваются транспортные задержки, образуются очереди и заторы, что вызывает снижение скорости сообщения, неоправданный перерасход топлива и повышенное изнашивание узлов и агрегатов транспортных средств.

Переменный режим движения, частые остановки и скопления автомобилей на

Рисунок 1 – Статистика ДТП в г. Мурманск за период 2009-2012 год  
 перекрестках являются причинами повышенного загрязнения воздушного бассейна города продуктами неполного сгорания топлива. Городское население постоянно подвержено воздействию транспортного шума и отработавших газов.

Рост интенсивности транспортных и пешеходных потоков непосредственно сказывается также на безопасности дорожного



движения. Рисунок 2 – топографическая схема



участка  
 Свыше 70 % всех дорожно-транспортных происшествий (ДТП)

приходится на города и другие населенные пункты. При этом на перекрестках, занимающих незначительную часть территории города, концентрируется почти 20% всех ДТП.

Рисунок 3 – Цикл работы светофора светофорного регулирования.

Обеспечение быстрого и безопасного движения в современных городах требует применения комплекса мероприятий архитектурно планировочного и организационного характера.

Из выше сказанного следует, что существует необходимость проводить оптимизацию движения участков УДС г. Мурманска, где существует проблема движения связанная с увеличением задержки транспортного потока, снижением скорости движения, плохой организацией движения на регулируемых перекрестках и не обоснованной установки

Одним из таких участков является остановка общественного транспорта (ул. Фестивальная) на ул. Подгорной. На данном участке (см. рис 2) местами тяготения населения являются поликлиника №1, Петровский колледж, а также места торговли.

Данный участок УДС включает в себя пешеходный переход со светофорным регулированием и остановку ГПТ.

Работа светофора представлена следующим циклом (см. рис. 3). Стоит отметить, включения светофора в жесткий режим циклической работы осуществляется в 05:55:00, а его перевод в режим нерегулируемого участка осуществляется с 23:55:00.

Основными параметром характеризующим движения на данном участке является интенсивность движения транспортного и пешеходного потока.

В рамках исследования были проведены замеры интенсивности движения транспортного и пешеходного потока на данном участке. Для данного исследования был выбран способ натурального наблюдения.

Исследования транспортных и пешеходных потоков проводились в часы пик, с разбитием на три интервала

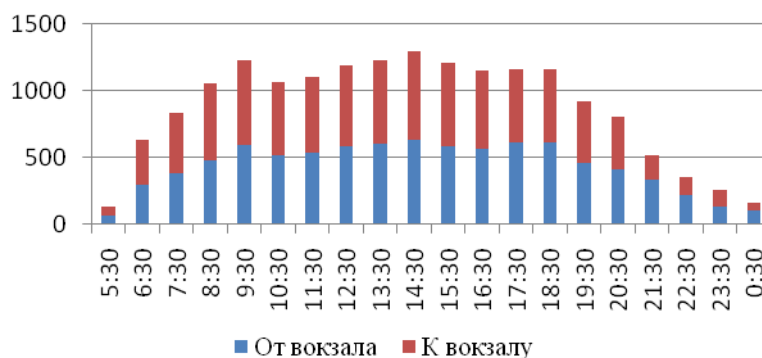


Рисунок 4 -Общая интенсивность движения ТС (7:30-9:00; 12:00-15:00; 18:00-20:00), а так же в моменты включения и выключения светофора в жесткий режим циклической работы (5:30-7:30; 22:30-00:30). Результаты исследований транспортных и

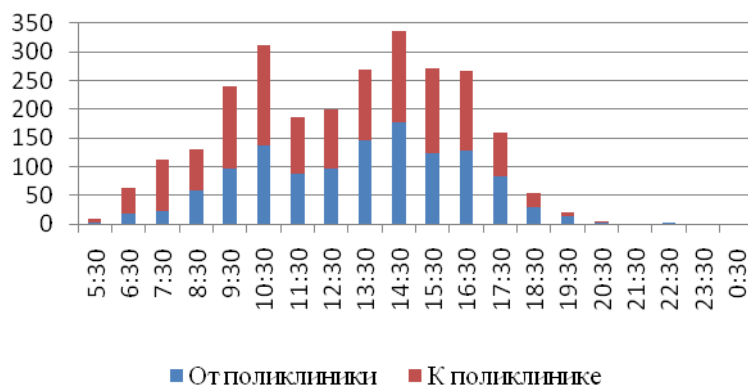


Рисунок 5 - Интенсивность движения пешеходов

пешеходных потоков представлены на рисунке 4 и рисунке 5 соответственно.

По результатам исследования видно, что интенсивность движения пешеходов в утренние время(с 5:30 до 6:30) и в вечерние время(начиная с 19:30) не значительна. В свою очередь светофор осуществляет работу в жестком циклическом режиме, создавая тем самым необоснованную задержку транспортных средств. Кроме того при исследовании пешеходных потоков, было установлено что интенсивность напрямую связана с движением городского пассажирского транспорта.

Из выше сказанного следует, что существует необходимость изменения существующей организации дорожного движения (ОДД) на данном участке. Возможны следующие пути изменения ОДД:

- Изменение цикловой работы светофора

Данное действие приведет к повышению пропускной способности участка в утренний и вечерний период не затрагивая часы пик, а так же к повышенной задержки пешеходов в следствии чего повышение ДТП.

- Установка светофора с кнопочным включением для пешеходов

Установка данного светофора снизит задержки транспортных средств на участке в час пик, а так же приведет к повышению безопасности участников движения. К негативным фактором можно отнести дороговизну оборудования.

Стоит отметить о необходимости детального исследования данного участка с последующим построением модели движения.

### **Литература**

1. Клинковштейн Г. И., Афанасьев М. Б. Организация дорожного движения: Учеб. для вузов.– 5-е изд., перераб. и доп. – М: Транспорт, 2001 – 247 с.
2. Левашев А.Г. Михайлов А.Ю. Головных И.М. Проектирование регулируемых пересечений: Учеб. пособие – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – 208 с.



**ОТРАСЛЕВОЕ РАЗГРАНИЧЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ,  
ПРОВОДИМЫХ ПРИ ЭНЕРГОАУДИТЕ****Кожухова Е. А.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра энергетики и транспорта*)

*This article devoted to the question separation of the measures carried out by energy audit of various industry applications. Special attention is given to the issue development of different forms of energy passport for energy audits of administrative and industrial facilities.)*

Одним из наиболее важных вопросов в сфере строительства и энергоснабжения зданий в последние годы является вопрос энергоэффективности. Низкая, по сравнению с зарубежными странами, эффективность нашей экономики приводит к высоким издержкам общества на свое энергообеспечение, способствует нарушению устойчивого энергоснабжения населения и экономики страны. А ведь, как известно, наша страна располагает одним из самых больших технических потенциалов повышения энергетической эффективности в мире. Для решения этой проблемы на начальной стадии пришли к необходимости проведения энергетического обследования (энергоаудита) зданий. Проведение энергообследования стало обязательным для большинства организаций: государственной власти, местного самоуправления; осуществляющих производство и распределение энергетических ресурсов; а также для которых совокупные затраты на потребление энергетических ресурсов превышают 10 000 000 руб. в год. [1]

Обязательным официальным документом для всех предприятий – обладателей энергетического хозяйства является энергетический паспорт, который непосредственно заполняется при проведении энергетического обследования. Энергетический паспорт является нормативным документом, в котором представлен баланс потребления и содержатся показатели эффективности использования топливно-энергетических ресурсов в процессе хозяйственной деятельности объектами производственного назначения. Кроме того, энергетический паспорт содержит план мероприятий по повышению эффективности использования энергетических ресурсов, с приведением стоимости этих мероприятий и срока их окупаемости.

Изначально была разработана форма энергетического паспорта для промышленных потребителей, действующая в настоящее время. Однако в последние два года среди энергоаудиторов и потребителей услуг энергоаудита набирает силу мнение в том, что существующая форма энергетического паспорта не пригодна для всех объектов энергообследования.

В ходе анализа этапов выполнения энергетического обследования и заполнения энергопаспортов для различных объектов возникла мысль – а

может необходимо разграничить мероприятия, проводимые при энергетическом обследовании по категориям объектов (по отраслевому признаку). Энергопотребление у этих объектов совершенно разное, значит и подход к энергообследованию должен быть отличным. [2] Это связано, во-первых, с вопросом ценообразования и стоимости проведения энергоаудита. Большинство объектов, которые подлежат обязательному энергоаудиту, представляют собой объекты бюджетной сферы (образовательные учреждения). Часто встречается ситуация, когда стоимость проведения энергоаудита значительно превышает объем потребления энергоресурсов данным объектом за год. Во-вторых, действующая единая форма энергопаспорта не вполне пригодна к подобным объектам. В этой форме есть ряд приложений, которые не имеют отношения к объектам бюджетной сферы. Например, приложения 18 «Сведения о величине потерь переданных энергетических ресурсов» и 19 «Рекомендации по сокращению потерь энергетических ресурсов при их передаче». Однако бюджетные организации, представленные административными, лечебными, культурно-просветительскими зданиями и зданиями детских учреждений, не имеют энергоемкого оборудования для выпуска продукции и не осуществляют транспортировку топливно-энергетических ресурсов и воды.

Для промышленных же объектов приложение 10 «Показатели использования электрической энергии на цели освещения» не вполне понятно, поскольку разделение источников освещения на лампы накаливания и энергосберегающие лампы для них не столь рационально. Первая причина этого в том, что используемые лампы накаливания на промышленных предприятиях составляют не более 5-10 % от общего освещения. Более того, широко используемые лампы ДРЛ по сравнению с лампами накаливания можно считать энергосберегающими, однако для повышения энергоэффективности во многих случаях целесообразна их замена лампами типа ДНаТ, ДРИ и т.д.

Таким образом, очевидным становится факт необходимости разграничения мероприятий по энергоаудиту и создание различных форм энергопаспорта в соответствии с отраслевой принадлежностью обследуемого объекта. Это поможет, во-первых, сэкономить бюджетные средства, затрачиваемые на проведение энергообследования бюджетными организациями. А, во-вторых, убрать неясности при проведении самого обследования и заполнения энергетического паспорта. Представители Минэнерго России и Российского энергетического агентства (РЭА) неоднократно говорили о скором утверждении новых форм энергетического паспорта, чего с нетерпением ждет профессиональное сообщество энергоаудиторов и заказчики их услуг. [3]

Кроме того, необходимо выделить особенности энергоаудита бюджетных организаций и промышленных объектов. Для первых следует

обращать внимание на такие характерные особенности: высокая стоимость энергетических ресурсов, их неоправданно высокие потери, расточительное, бесконтрольное расходование тепла, воды, электроэнергии и т.д. Практически ни одно промышленное предприятие, даже такое, на котором вопросы энергосбережения не являются приоритетными, не допускает такого попустительского отношения к энергетическим ресурсам, как в муниципальной сфере. Это особенно необходимо учитывать при разработке перечня энергосберегающих мероприятий. Очевидно при этом, что речь должна идти в основном об организационных мероприятиях и некоторых практических рекомендациях, направленных на снижение потребления энергоресурсов. Для промышленных объектов острой проблемой является эксплуатация генерирующего и потребляющего энергоресурсы оборудования в режимах, отличных от номинальных. Соответственно, основным при проведении энергообследования является выявление таких режимов работы технологического оборудования. И при разработке перечня энергосберегающих мероприятий необходимо предлагать конкретные технические решения по снижению потребления и потерь энергоресурсов.

#### **Литература**

1. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс] // Российская газета. – 27.11.2009. – Фед. вып. № 5050. - Режим доступа: <http://www.rg.ru/2009/11/27/energodok.html>
2. Никитина Л. Аудит энергоаудита [Электронный ресурс] / Л. Никитина // Вестник (Строительство. Архитектура. Инфраструктура) – 2012. - № 1. Режим доступа: <http://old.vestnikstroy.ru/archive/articles/2865.html>
3. Особенности энергетических обследований объектов бюджетной сферы Москвы [Электронный ресурс] // Энергосбережение. – 2012. - № 2. - Режим доступа: <http://energosber.info/articles/all-energo-audit/74048/>
4. Колесников А.И. Энергоресурсосбережение / А.И. Колесников, С.А. Михайлов. – НО «МРАИ ЭИМ», 2006. – 231 с.

# **Экология и защита окружающей среды**

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Хардикова Р. И., Федорова О. А *(г. Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды)*

**Abstract.** В статье приводится обоснование необходимости разработки системы сводных расчетов для адекватной оценки качества атмосферного воздуха города Мурманска.

This article describes a necessary of development of the summary calculations system for adequate evaluation of the atmospheric air quality in Murmansk.

В настоящее время система управления качеством атмосферного воздуха осуществляется в основном на уровне отдельного природопользователя в ходе работ по нормированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и установлению нормативов ПДВ. Так, все предприятия, организации, состоящие на учете в Управлении Росприроднадзора, имеющие стационарные источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, обязаны разрабатывать нормативы ПДВ, которые служат ориентиром для оценки негативного воздействия на атмосферный воздух [1].

Также одним из важнейших механизмов государственного управления в области охраны атмосферного воздуха является регламентация воздействия природопользователей на качество атмосферного воздуха с помощью “Разрешения на выброс вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух” [2]. Обоснование разрешений на выброс может рассматриваться как один из важнейших компонентов и одна из основных задач процедуры нормирования выбросов.

Вместе с тем, одним из основных недостатков такой системы является отсутствие полного учета взаимовлияния совокупности промышленных источников и автотранспорта в городах (регионах) на атмосферный воздух, что сдерживает развитие системы управления качеством воздушного бассейна на городском и региональном уровнях.

Исходя из положений Федерального закона “Об охране атмосферного воздуха” [3], для эффективного решения проблемы обеспечения чистоты воздушного бассейна необходим комплексный подход, предусматривающий проведение сводных расчетов загрязнения воздушного бассейна городов (регионов) выбросами промышленности и автотранспорта, разработку и создание систем контроля и управления качеством воздушного бассейна в масштабах района, города, области и т.д.[4].

Сводные расчеты - расчеты приземных концентраций загрязняющих веществ по данным об их выбросах, в которых используется информация о выбросах всех источников загрязнения атмосферы, расположенных на территории рассматриваемого города (региона). Наибольшее распространение получили сводные расчеты с использованием данных о выбросах загрязняющих веществ (ЗВ) от всех объектов (предприятий, автомагистралей и т.д.), расположенных на территории определенного города (региона) или промузла [5].

Сводные расчеты учитывают выбросы как промышленности, так и от автотранспорта. Если автотранспорт, находящийся на производственной территории подлежит учету в рамках проектов ПДВ, то для учета выбросов автотранспорта, движущегося по территории города, используются результаты натурных обследований структуры и интенсивности автотранспортных потоков с подразделением по основным группам автотранспортных средств. Также сводные расчеты загрязнения атмосферы могут быть использованы при решении целого ряда задач расчетного мониторинга.

Расчетный мониторинг представляет собой регулярные работы по определению пространственно-временных характеристик загрязнения атмосферы на основе расчетов по математическим моделям переноса и диффузии атмосферных примесей с использованием данных инвентаризации параметров источников выбросов, а также климатических и метеорологических характеристик. Необходимость проведения расчетного мониторинга загрязнения воздушного бассейна обусловлена недостатками информации, получаемой при инструментальном мониторинге. Получаемая при инструментальном мониторинге информация неполна в части описания загрязнения атмосферы города всеми поступающими в нее вредными веществами. В первую очередь это касается специфических ЗВ, по которым отсутствуют инструментальные наблюдения, либо наблюдения нерегулярны или недавно начаты, в связи с чем, базирующиеся на них данные статистически не могут быть признаны однозначными. Инструментальным мониторингом в России определяется примерно 50 ЗВ (из общего числа порядка 450). Также, по данным инструментальных замеров, не всегда можно выделить отдельные вредные вещества из общей пробы со сходными химическими характеристиками. При расчетном мониторинге наблюдения можно вести по любому веществу, присутствующему в выбросах и имеющему ПДК [6].

Иначе говоря, по данным только инструментального мониторинга получение реальных фоновых концентраций по всей площади города (региона) и по всем выбрасываемым веществам не представляется возможным. Тем не менее, расчетный мониторинг не заменяет полностью, а существенно дополняет данные инструментального мониторинга, осуществляемого как в рамках Росгидромета, так и ведомственного.

К задачам расчетного мониторинга, в частности, относятся:

- поля концентраций всех загрязняющих веществ на любую дату (ретроспектива, перспектива, существующее положение);
- выявление зон с превышением ПДК;
- определение вклада объекта в уровень загрязнения атмосферы;
- ранжирование предприятий с точки зрения значимости их влияния на атмосферный воздух;
- определение зон влияния групп предприятий;
- подтверждение достаточности мер по снижению выбросов и их эффективности;
- прогнозирование особых, с точки зрения загрязнения атмосферы, ситуаций и их последствий;
- определение степени эффективности природоохранных мероприятий, предотвращение экологического ущерба.[6]

Также сводные расчеты могут использоваться в рамках определения для каждого предприятия города (региона) полей допустимых вкладов (квот) предприятий в формирование уровней приземных концентраций загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятиями, которые могут создаваться выбросами в атмосферу ИЗА каждого отдельного предприятия.[6]

Актуальность и практическая значимость системы сводных расчетов заключается в том, что в связи с отсутствием данных о фактических выбросах от автотранспорта, и отсутствием учета фоновых концентраций по всему спектру загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, разработанные до настоящего времени нормативы ПДВ предприятий не отражают реальную картину выбросов в атмосферу.

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, последствия которого можно и нужно минимизировать.

Исходя из вышеизложенного, разработка системы сводных расчетов для города Мурманска крайне необходима. Имея в распоряжении эту систему, используя все ее возможности и проводя оценку тех или иных строительных решений и мероприятий, можно снизить площадь территорий, где наблюдаются превышения гигиенических нормативов и высокие риски здоровью населения.

### **Литература**

1. Постановление Правительства РФ от 2 марта 2000г. № 183 “О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него” (в редакции Постановления Правительства РФ от 14.04.2007 № 229).

2. Административный регламент Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по предоставлению государственной услуги по выдаче разрешений на выброс вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от 25.07.2011г.

3. Об охране атмосферного воздуха [Текст] : федер. закон : [принят Гос. Думой 04 мая 1999 г].

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.

5. Волокдаева, М.В. Использование результатов сводных расчетов при нормировании выбросов загрязняющих веществ в атмосферу // М.В. Волокдаева. - СПб., 2009.

6. 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. – Библиогр.: с. 67-69.



**ПРОЦЕСС НИТРИФИКАЦИИ В АЭРОБНЫХ СТАБИЛИЗАТОРАХ**

**Сергин А. Н., А. Федорова О. А.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды)

**Abstract.** This article describes the results of the nitrification occurred during aerobic stabilization of thickened activated sludge from treatment plants of poultry farm, located in Murmansk region.

Актуальной проблемой в области охраны окружающей среды является очистка сточных вод промышленных предприятий и населенных пунктов, а также обработка и утилизация их осадков. Одной из возможных ступеней обработки осадков сточных вод пищевых производств после биологической очистки является аэробная стабилизация активного ила, во время которой происходит постоянная трансформация азотных форм, входящих в химический состав иловой жидкости наряду с белками, жирами, углеводами, фосфатами и др.[1]

В данной статье описаны результаты исследования процесса нитрификации, протекающего при аэробной стабилизации уплотненного избыточного активного ила очистных сооружений птицефабрики, расположенной в Мурманской области. Действующие очистные сооружения (ОС) птицефабрики включают песколовки, первичный отстойник, аэротенк и вторичный отстойник. Для изучения процесса аэробной стабилизации на очистных сооружениях отбирался избыточный активный ил аэротенка, который в лабораторных условиях уплотнялся, после чего подвергался аэрированию (рис. 1).

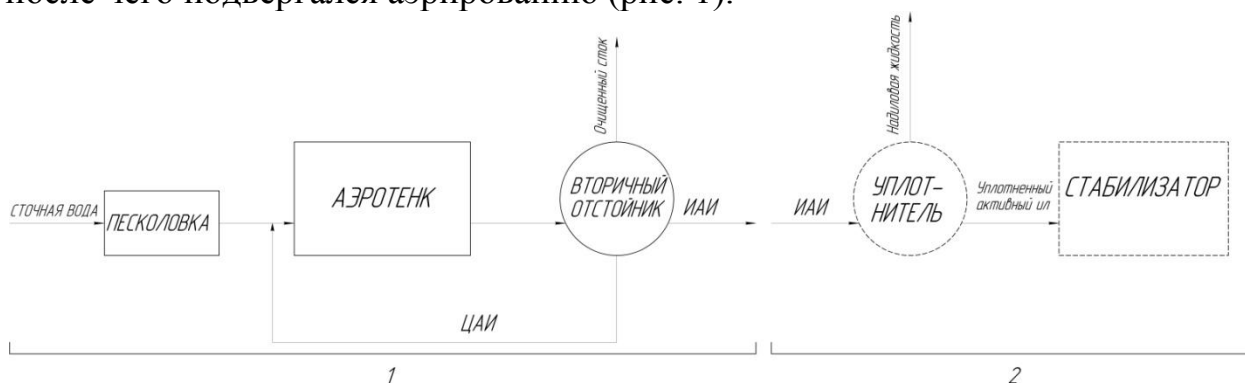


Рис. 1. Схема исследуемого объекта:

1 – блок действующих ОС; 2 – блок лабораторных установок

Процесс аэробной стабилизации протекал в течение 35 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 два-три дня из стабилизатора отбирались пробы иловой смеси, и проводился количественный анализ надилловой жидкости (БПК<sub>5</sub>,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) по стандартным методикам.

Исходное (перед аэробной стабилизацией) значение БПК<sub>5</sub> в надилловой жидкости, равное  $10\text{ мгО/дм}^3$ , свидетельствует о глубокой

очистке сточных вод предприятия в аэротенке, схематичное изображение которой представлено на рис. 2. Дальнейший рост БПК<sub>5</sub> (рис. 3) обуславливается лизисом клеток, происходит "загрязнение" надилловой жидкости продуктами их ферментативного распада, в результате чего в ходе эксперимента на 17 день аэрации данный показатель вышел на уровень сточной воды, поступающей в аэротенк – 262 мгО/дм<sup>3</sup>. Такое количество органического материала привело к прекращению лизиса и способствовало приросту биомассы активного ила, т.е. вновь началась деструкция органических загрязнений (рис. 2).

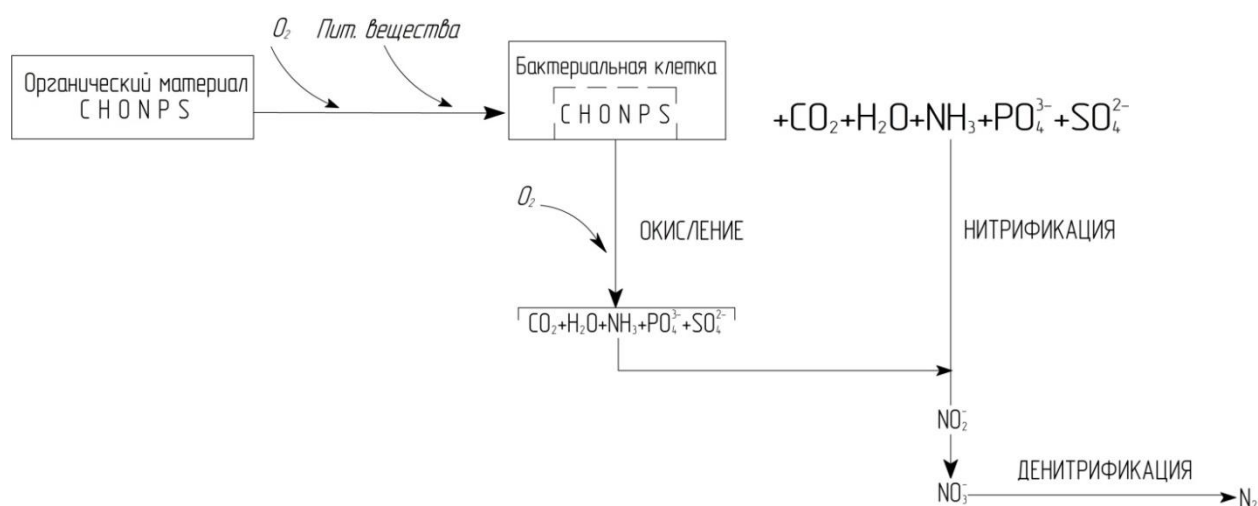


Рис.2. Деструкция органических загрязнений в аэрируемых системах [3]

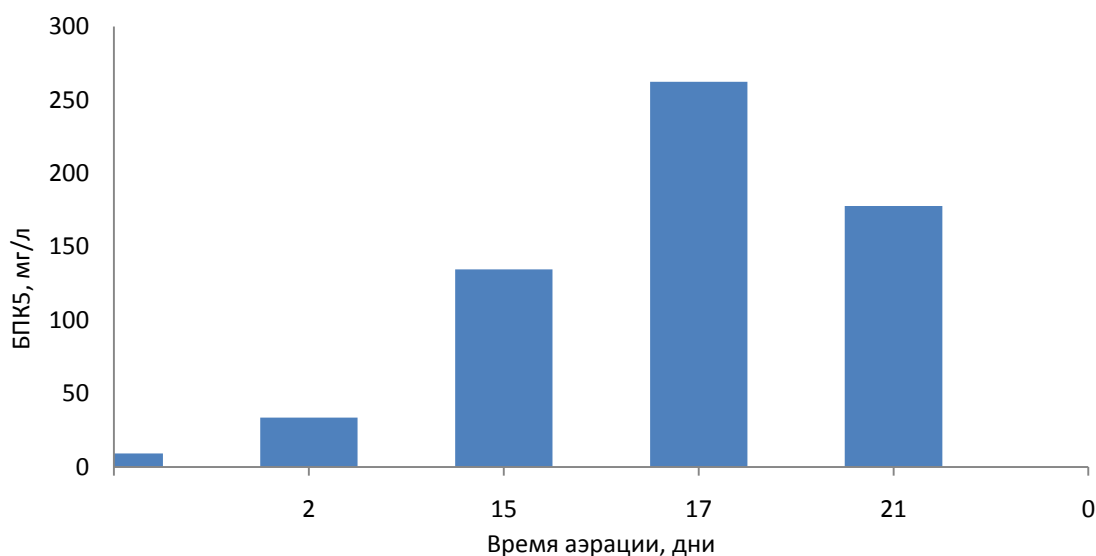


Рис. 3. Динамика БПК<sub>5</sub> при аэробной стабилизации

Начальная концентрация ионов аммония в надилловой жидкости (рис. 4) незначительна и свидетельствует о протекающих в аэротенке процессах нитрификации. Увеличение содержания ионов аммония во время проведения эксперимента обусловлено аммонификацией — процессом

разложения азотсодержащих органических соединений (белков, аминокислот) в результате их ферментативного гидролиза под действием аммонифицирующих микроорганизмов. Данная динамика объясняется лизисом микроорганизмов, т.е. разложением отмерших бактериальных клеток. Содержание клетки (субстрат и питательные вещества), попадая в среду активного ила, впоследствии становятся питательным веществом, которое используется в дальнейших процессах микробного метаболизма[4].

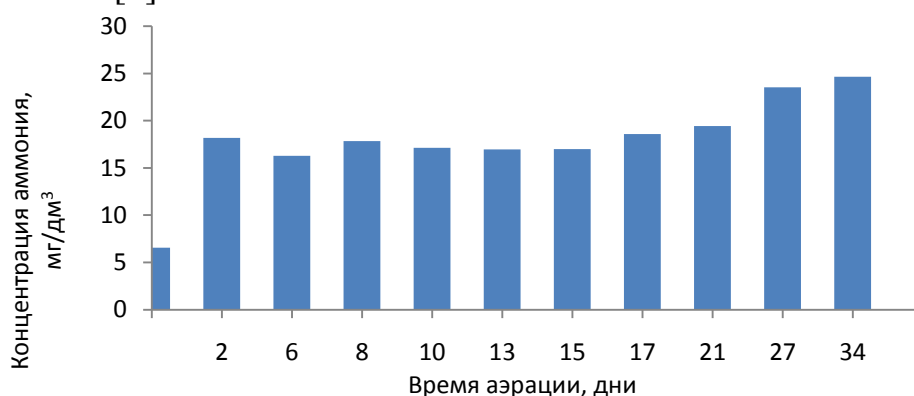


Рис. 4. Изменение концентрации ионов аммония в стабилизаторе

Как известно, нитрификация - микробиологический процесс окисления аммиака до азотистой кислоты или ее самой далее до азотной кислоты, что связано либо с получением энергии (хемосинтез, автотрофная нитрификация), либо с защитой от активных форм кислорода, образующихся при разложении пероксида водорода (гетеротрофная нитрификация). Этот процесс наблюдается и при стабилизации активного ила. При соответствующих условиях (наличие кислорода, температура выше 4<sup>0</sup>С и др.) под действием аэробных микроорганизмов (нитрифицирующих бактерий) происходит окисление азота аммонийных солей, в результате чего образуются сначала соли азотистой кислоты, или нитриты, а при дальнейшем окислении — соли азотной кислоты, или нитраты. Суммарный процесс преобразования азота в биологических системах приведен на рис. 5.[1]

О деятельности нитрифицирующих бактерий можно судить по динамике изменения концентраций нитрит- и нитрат-ионов в надилловой жидкости (рис. 6, 7). Рост концентрации ионов аммония неизбежно вызывает активизацию *Nitromonas*, следствием чего явилось резкое увеличение концентрации нитритов в надилловой жидкости на 6 день аэрации (рис. 6), после чего деятельность *Nitrobacter* привела к постепенному росту нитрат-ионов в исследуемой системе (рис. 7).

Накопление нитрат-ионов в процессе аэробной стабилизации является естественным процессом окисления азотных соединений в активном иле, что указывает на постепенное прекращение нитрифицирующих процессов, по причине снижения активной деятельности микроорганизмов. Можно предположить, что при

продолжении процесса аэрации, вновь произойдет смена бактериальной среды и динамика изучаемого процесса повторится.

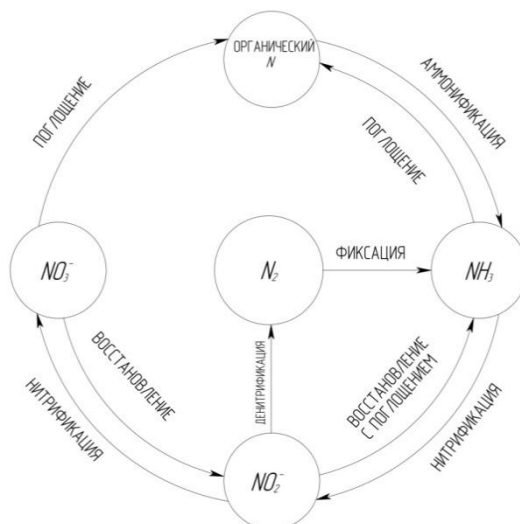


Рис. 5. Трансформация азотных форм [2]

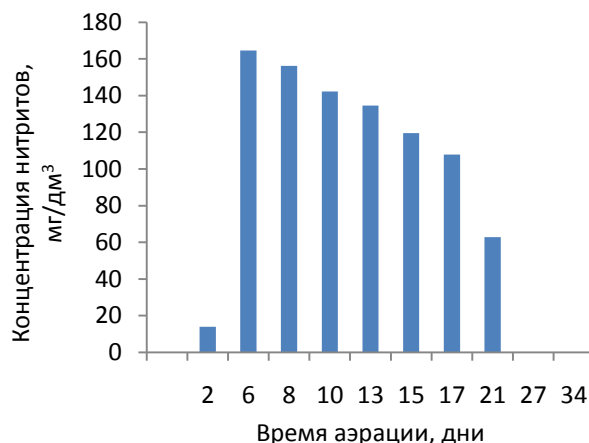


Рис. 6. Динамика концентрации нитрит-ионов в стабилизаторе

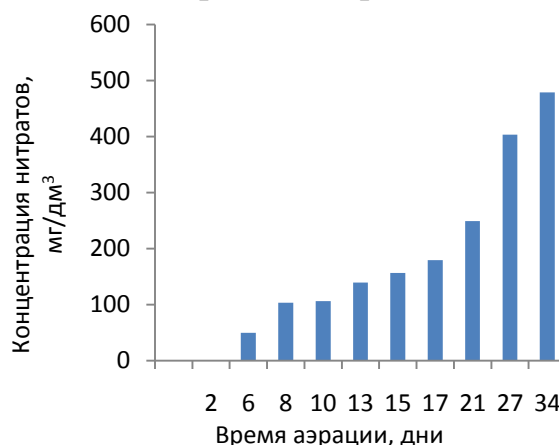


Рис. 7. Динамика концентрации нитрат-ионов в стабилизаторе

На основании выше изложенного можно утверждать, что процесс аэробной стабилизации уплотненного активного ила цикличен, и полная минерализация органических веществ наступает через несколько месяцев аэрации. Данный факт обуславливает наличие нескольких критериев

выбора оптимального времени проведения процесса в производственных условиях, в зависимости от предполагаемой схемы обработки осадков сточных вод. Кроме того, по результатам эксперимента можно сделать вывод об отсутствии принципиальных различий протекания исследуемого процесса в стабилизаторах ОС населенных пунктов и птицефабрик.

#### **Литература**

1. Канализация / С.В. Яковлев [и др. ]. - М.: Стройиздат, 1975. – 632 с.;
2. Grady, Jr, C.P. Biologicalwastewatertreatment / C.P.LeslieGrady, GlenT. Daigger, HenryC. Lim. – 1999. – 1076 p.;
3. Droste, R.L. Theory and practice of water and wastewater treatment / Ronald R. Droste. – 1997. – 800 p.;
4. Guo JS, Xu YF.(2011) Review of Enzymatic Sludge Hydrolysis. BioremediationandBiodegradation 2:130: p.1-7.

## **ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ, КАК ВАЖНЕЙШАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Гоппен Т. С.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды)

Value of ekologo-geological dividing into districts at management of exploitation of natural resources, methodical bases of ekologo-geological mapping, and drawing up ekologo-geological maps in mining regions are considered.

Одной из важнейших задач исследования современных ландшафтов является изучение изменений, происходящих в природно-территориальных комплексах под влиянием хозяйственной деятельности, и оптимизация их использования. Структура и состояние естественных экосистем характеризуются комплексом природных абиотических факторов, биотической компоненты, антропогенного воздействия и качества окружающей среды в целом.

Природные и природно-техногенные системы являются экосистемами высокого уровня организации, и характеризуются функциональным единством всех входящих в них компонентов. Поэтому в настоящее время наиболее перспективным подходом к оценке их состояния является подход, при котором состояние экосистем оценивается через оценку состояний формирующих их биотических и абиотических компонентов.

Особенно актуальны подобные разработки в районах, где необходимо сохранение особо ценных ПТК, районах Крайнего севера с их уникальными и хрупкими экосистемами. Северные экосистемы отличаются сравнительно невысокой хозяйственной емкостью, ранимостью, а замедленные темпы их восстановления исключают технократические принципы природопользования на данной территории.

Рациональное природопользование предполагает принятие решений на основе всестороннего учета следующих факторов:

- социально-экономических;
- физико-географических;
- биологических.

Системный подход к рациональному природопользованию на уровне государственного управления требует обеспечения единства трех основных элементов:

- постановка целей;
- выбор инструментов их реализации;
- учет специфики различных системных уровней.

Конечной целью рационального природопользования является сочетание сохранения природно-ресурсного потенциала и природной среды и удовлетворение потребностей экономического развития общества [7].

Эколого-геологическое районирование, как основа для рационального природопользования – это сложный комплекс исследовательских работ. Так как геосистемы являются сложными территориальными пространственно-временными, открытыми системами и представляют собой части единой, целостной географической оболочки, необходимо соблюдать принцип комплексности, то есть учитывая взаимосвязь отдельных частей и компонентов системы и их связь с соседними ландшафтами, и с геосистемами более крупного ранга.

Принцип комплексности определяет специфику районирования. Анализируются не только непосредственно антропогенно преобразованные геосистемы, но и все территории, находящиеся в зоне влияния техногенных объектов.

Поиски, разведка, добыча и переработка различных видов полезных ископаемых, являются одним из наиболее мощных факторов антропогенного воздействия на окружающую среду. В результате из оборота выводятся многие другие виды природных ресурсов (часто необратимо), а также происходит загрязнение атмосферы, литосферы, подземных и поверхностных вод, эрозия почв и т.д. В то же время нельзя забывать, что для многих регионов и всей России в целом, продукция горнопромышленного и нефтегазового комплексов составляет основную долю промышленного производства. Таким образом мы вступаем в противоречие между увеличением масштабов использования природных ресурсов и ростом общественных потребностей в экологически безопасной природной среде, между обеспечением рационального природопользования и степенью правового регулирования отношений по использованию и охране природных объектов.

Для внедрения принципов рационального природопользования в процессе эксплуатации минеральных ресурсов, необходим комплексный эколого-экономический анализ, учитывающий факторы ущерба, наносимого другим природным ресурсам, экологическую обстановку и экономическую выгоду, которая может быть получена при вовлечении в хозяйственный оборот минеральных ресурсов [4].

В последнее десятилетие широкое распространение получили методики, позволяющие оценить не только отдельное месторождение или рудопроявление, но и минерально-сырьевую базу региона в целом. Здесь предметом оценки является не отдельное месторождения или предприятие, а весь комплекс экономических, социальных, экологических проблем региона. Подобный подход позволяет учесть варианты комплексного использования сырья, комбинирования и специализации предприятий ГПК, развития производственной и социальной инфраструктуры [1].

Мурманская область относится к крупным горнорудным районам России. В результате многолетней эксплуатации недр изменился рельеф и состояние земной поверхности, гидрологический режим, состояние подземных и поверхностных вод региона. Накоплены огромные объемы техногенных образований: отвалы вскрышных пород, некондиционных руд и пустых пород, хвостохранилища и другие отходы горного производства. Составление стратегических концепций развития региона возможно с учетом взвешенного подхода и оценки степени опасности всех потенциальных видов воздействия на окружающую среду и здоровье населения, а также оценки экологических и связанных с ними социальных и экономических последствий поисковых, разведочных и добычных работ. Подобный подход хорошо укладывается в рамки концепции устойчивого развития, интегрируя в себе экологическую, экономическую и социальную сферы [1].

Карты геоэкологического районирования содержат как эколого-геологическую, так и социально-экономическую информацию (рис 1). Карта должна отображать существующее состояние окружающей среды, действующие техногенные нагрузки и прогнозные изменения, ожидаемые в результате усиления антропогенной нагрузки. По совокупности этих данных проводится районирование территории по перспективам дальнейшего экономического развития.



Рис. 1. Структура карты эколого-геологического районирования [2].



### Литература

1. Гоппен Т.С. Анализ состояния и перспектив практического использования неосвоенных полезных ископаемых, эколого-экономическая оценка минерально-сырьевых ресурсов Мурманской области. «Север 2003: проблемы и решения». Апатиты, изд-во КНЦ РАН, 2004 г. – с.198-201.
2. Гоппен Т.С. Интегральные подходы при рекомендательном эколого-геологическом картировании. Сборник «Проблемы регионального природопользования и методика преподавания естественных наук в средней школе». Материалы V региональной научно-практической студенческой конференции. Воронеж, ВГПУ, 2005 г. – с.106-108.
3. Зилинг Д.Г., Барабошкина Т.А., Харькина М.А. Опыт составления эколого-геохимической и эколого-геодинамической карт // Гидрогеология, инженерная геология, экологическая геология на рубеже третьего тысячелетия: новые идеи и перспективы. г. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1999. С.89-94.
4. Косинова И.И., Крутских Н.В. Особенности эколого-геологического мониторинга территории промышленных зон. Международная конференция «Экологическая геология и рациональное недропользование». Санкт-Петербург, 2003. – с.117-119.
5. Косинова И.И., Базарский О.В., Золототрубов Е.Б. Интегральная модель эколого-геологической оценки территорий. Вестник ВГУ, Геология, №1, 2004. – с. 165-171.
6. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология. М., Геоинформмарк, 2002. – 416 с.
7. Шабанов В.В., Введение в рациональное природопользование. МГУП, 2007. – 189 с.

## ВРЕМЯ КАПИЛЛЯРНОГО ВСАСЫВАНИЯ ФИЛЬТРАТА ИЗ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Гапоненков И. А., Федорова О. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды)

**Abstract.** This article describes the results of CST dynamic during aerobic stabilization of thickened activated sludge treatment plants of poultry farm.

Указом Президента РФ от 10.08.2012 №1157 2013 год в России объявлен Годом охраны окружающей среды, тем самым на государственном уровне подчеркивается значимость и актуальность решения экологических проблем в стране, в числе которых одним из приоритетных направлений является обработка и утилизация осадков сточных вод (ОСВ).

Общеизвестно, что одним из методов обработки осадков сточных вод является аэробная стабилизация. В ходе протекания данного процесса необходимо контролировать не только химические показатели (концентрации ионов аммония, нитратов, нитритов, фосфатов, БПК, рН и др. надилевой жидкости), но и физические (скорость осаждения, иловый индекс, дозу ила, способность к дренажу и др.).

В зарубежной практике значительное внимание уделяют определению такого показателя осадков сточных вод, как время капиллярного всасывания (CST), который характеризует его фильтруемость, а также является мерой обезвоживаемости ОСВ [1]. Пробу осадка при этом подвергают воздействию фильтрационных сил, возникающих в результате капиллярного действия поглощающего бумажного фильтра. Для этих целей используют приборы FANN 440 и таймер всасывающего капилляра OFI 294.

В НИЛ "Технологии очистки воды" МГТУ был сконструирован аналог данных приборов, состоящий из двух стекол прямоугольной формы одинакового размера, расположенных друг над другом (рис. 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.

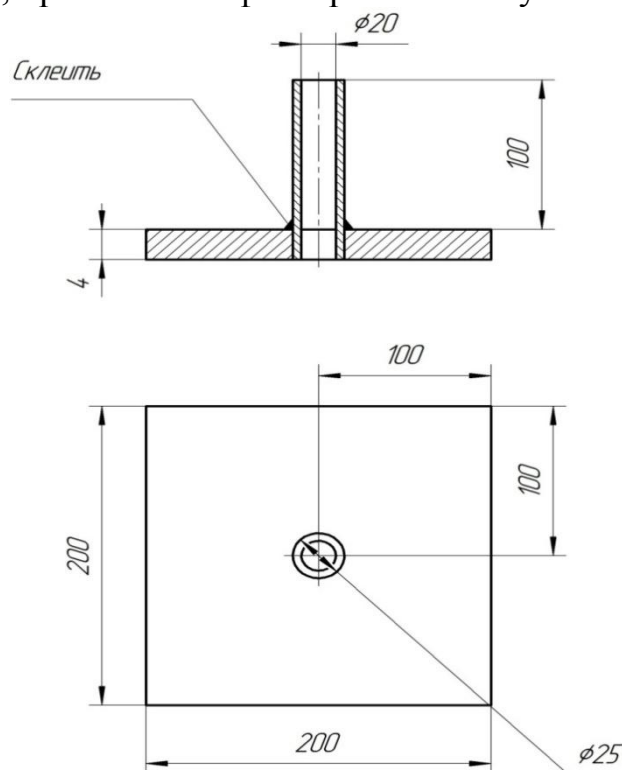


Рис. 1. Устройство для определения капиллярного всасывания

В качестве примера, на рис. 2 приведены результаты определения времени капиллярного всасывания фильтрата из осадка сточных вод птицефабрики, подвергавшегося аэробной стабилизации, которая проводилась в апреле и ноябре 2012 г.

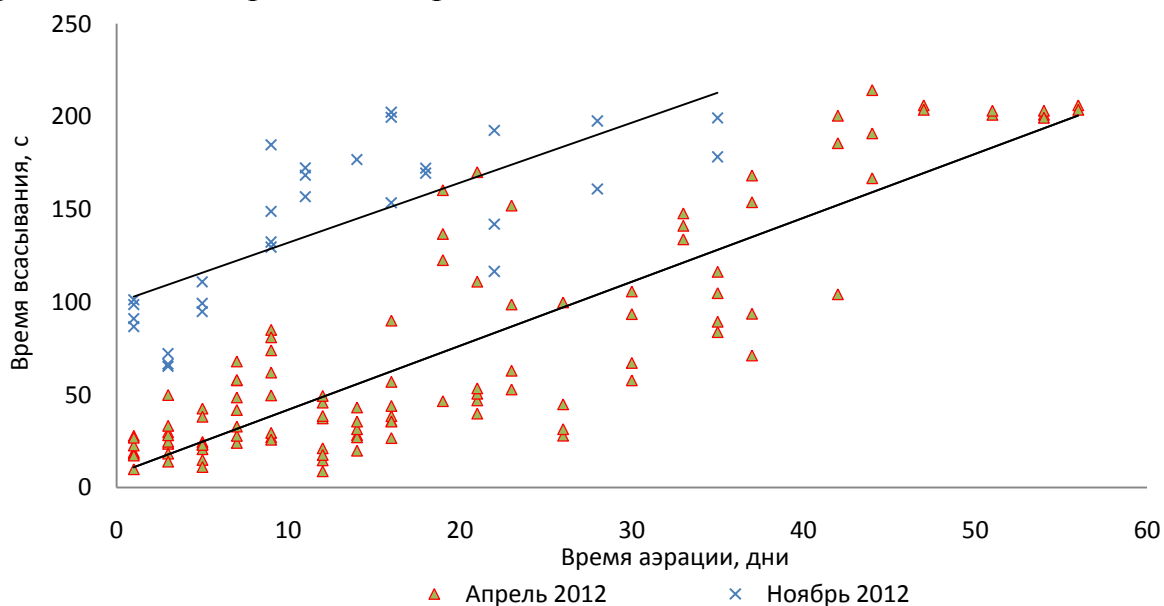


Рис. 2. Изменение времени капиллярного всасывания активного ила в процессе аэробной стабилизации

Разброс значений между повторными измерениями времени капиллярного всасывания значителен, что может быть связано с физическими свойствами фильтровальной бумаги, так как техническая документация на иностранные приборы CST предписывает использовать специальную хроматографическую бумагу марки Whatman №17. Она обладает капиллярными свойствами, устойчивыми и равномерными по всей площади, высокой впитывающей способностью и очень высокой скоростью подъема жидкости (190 мм/30 мин).

Из представленных на рис. 2 данных следует, что время капиллярного всасывания увеличивается в процессе аэробной стабилизации, что негативно сказывается на способности исследуемой гетерогенной системы к фильтрованию, причем значительное увеличение данного показателя наблюдается на 7-10 день стабилизации. Кроме этого очевидна существенная разница данного показателя во время весенних и осенних экспериментов, что, видимо, обусловлено нестабильностью работы очистных сооружений и температурой окружающей среды.

В технологических схемах обработки подобных осадков сточных вод обязательно присутствует стадия обезвоживания, которую можно осуществлять различными способами (на иловых площадках, в центрифугах, фильтрах). Полученные результаты свидетельствуют об уменьшении способности исследованного осадка к фильтруемости с увеличением времени аэрации, откуда следует, что, при наличии в технологической схеме фильтров или иловых площадок с их дренажной системой, аэробную стабилизацию следует осуществлять не более семи суток.

### **Литература**

1. Технический справочник по обработке воды / Degremont: пер. с фр. – в 2 т. - СПб.: Новый журнал, 2007.

**определение токсичности Наночастиц меди с модифицированной поверхностью**

**Богословская О. А., Рахметова А. А., Ольховская И. П., Глущенко Н. Н.** (г.Москва, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки институт энергетических проблем химической физики им. В.Л. Тальрозе РАН)

Studied the toxicity of the Component solid minor smoke entrainment CNP - copper nanoparticles whose surfaces are modified by various factors: water vapor, oxygen and atmospheric air. It is shown that copper nanoparticles differ in terms of acute toxicity: MTD LD50 LD100. In this case, the toxicity of copper nanoparticles lower toxicity of copper salt.

Ежедневно в атмосферу окружающей среды выбрасываются сотни тысяч тонн твердых частиц дымовых уносов ТЭС, работающих на углях. В состав таких твердых частиц входят наночастицы макро- и микроэлементов, наночастицы токсичных металлов: Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn и др.[1]. Осаждаясь на больших площадях вокруг ТЭС, они поступают в почву и накапливаются в ней в количествах, превышающих ПДК, попадают в сельскохозяйственную продукцию и воду, и могут оказывать значительное воздействие на здоровье населения. В настоящее время особое внимание уделяется возможной роли минорных фракций дымовых уносов ТЭС, в том числе и меди [2,3]. Медь, как минорный компонент, присутствует в топливе, в золах, в твердых частицах дымовых уносов [4]. Кроме того, нами показано, что в состав летучей золы ТЭС входят частицы домикронного размера, биологическое действие которых имеет свои особенности, что приводит к ответной реакции биосистем, отличной от действия металлов в ионной форме [4]. При этом, условия сжигания топлива, могут оказывать влияние на образующиеся наночастицы металлов, модифицируя их поверхность.

В связи с этим, целью настоящего исследования было проведение оценки безопасности поступления в организм животных наночастиц меди, поверхность которых модифицирована различными факторами, по показателям их токсичности.

Наночастицы меди были получены методом высокотемпературной конденсации на установке Миген-3 [5] по методу Гена-Миллера [6]. Модификацию НЧ проводили в контролируемых условиях кислородом, парами воды и атмосферным воздухом. Исследования токсичности наночастиц меди проводили на мышах линии SHK, массой 18-20 г., которым внутрибрюшинно вводили суспензию нанопорошков меди в разных концентрациях, приготовленную методом диспергирования определенной навески порошка в воде на ультразвуковом диспергаторе

УЗДН-2Т. На основании полученных данных строили кривые «доза-ответ» и рассчитывали следующие показатели: МПД (максимально переносимая доза),  $LD_{50}$  (доза, вызывающая 50 % гибель животных),  $LD_{100}$  (доза, вызывающая 100 % гибель животных).

Исследование биологической активности наночастиц меди проведено на модели острой токсичности. Критериями оценки острой токсичности была выживаемость животных. Результаты исследования токсикологических свойств четырех образцов наночастиц меди, полученных методом высокотемпературной конденсации и модифицированных различными факторами: водяным паром, кислородом и атмосферным воздухом, а также соли меди (меди сульфата) показали, что наночастицы меди всех образцов различаются между собой по показателям токсичности. По значению МПД различия лежат в пределах 2,5-10 мг/кг массы животного, по  $LD_{50}$  7-15 мг/кг массы животного и по  $LD_{100}$  20-30 мг/кг массы животного. Наименьшей токсичностью обладают наночастицы меди образцов № 1 (модифицированные парами воды) и № 2 (модифицированные кислородом), для которых значение МПД равно 10 мг/кг,  $LD_{50}$  - 15 мг/кг,  $LD_{100}$  - 30 мг/кг. Наибольшей токсичностью обладают наночастицы меди образца № 4 (модифицированные воздухом), для которого значение МПД в 4 раза меньше,  $LD_{50}$  – в 2 раза меньше, а  $LD_{100}$  – на 30% меньше, чем соответствующие показатели токсичности для наночастиц меди образцов № 1 и № 2. Несмотря на различия в токсикологических показателях наночастиц меди, модифицированных различными факторами, их токсичность, как показали наши исследования, ниже токсичности сульфата меди. Так, МПД меди сульфата в 3,3–6,7 раз ниже, чем МПД исследованных образцов наночастиц, а  $LD_{50}$  и  $LD_{100}$  меди сульфата в 3,1–4,3 и 2,9–4,3 раза соответственно ниже, чем  $LD_{50}$  и  $LD_{100}$  исследованных образцов наночастиц, что свидетельствует о более высокой токсичности меди в ионной форме.

Следовательно, наночастицы меди, поверхность которых модифицирована различными факторами, отличаются по показателям острой токсичности: МПД,  $LD_{50}$ ,  $LD_{100}$ . При этом токсичность наночастиц меди ниже токсичности соли меди.

Таким образом, содержание в летучей золе тепловой электростанции, работающей на углях, минорных фракций наночастиц меди, может способствовать развитию токсического поражению организма человека и животных. При этом при различных условиях сжигания топлива, могут образовываться наночастицы металлов, обладающие различно модифицированными поверхностями. Это в свою очередь, будет формировать разный токсический эффект.

Полученные данные по токсикологическим свойствам минорных фракций наночастиц меди летучей золы ТЭС свидетельствуют о необходимости дальнейшего совершенствования природоохранных

мероприятий, направленных на снижение выбросов тепловых электростанций, работающих на углях.

**Литература.**

1. Luckey T.D., Venugopal B. Metal Toxicity in mammals/ N.Y., London, 1977.- V.1,2.- 572 p.

2. Vejahati F, Xu ZH, Gupta R. Trace elements in coal: Assosiations with coal and minerals and their behavior during coal utilization /FUEL, 2010. - V.89. -Is.4.- P.904-911.

3. Hover J.C., Graham U.M., Dozier A., Tseng M.T., Khatri R.A. Association of the sites of heavy metals with nanoscale carbon in a Kentucky electrostatic precepitator fly ash. /Environmental Science & Tecknology, 2008.- V.42. -Is.22.- P. 8471-8477.

4. Глущенко Н.Н., Богословская О.А., Байтукалов Т.А., Ольховская И.П., Овсянникова М.Н. Биологические свойства твердых частиц дымовых уносов тепловой электростанции, работающей на углях. / Энергетика, 2008.- №4.- С.129-137.

5. Жигач А.Н., Лейпунский И.О., Кусков М.Л. и др. Установка для получения и исследования физико-химических свойств наночастиц металлов. Приборы и техника эксперимента. / 2000.- №6.- С.122-129.

6. Ген М.Я., Миллер А.В. Авторское свидетельство СССР № 814432 / Бюллетень изобретений, 1981. - № 11.- С. 25.

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ РЫБОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ.**

**Васильева Ж.В., Крашевская А.А., Мурзина М.Ю.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды)

### **Annotation.**

The article describes the perspective directions of utilization of wastes of fish-processing plants. Implementation of the described directions of waste will allow to provide the complexity of the processing fish raw material and diversify the economy of the region, reduce the anthropogenic load on the environment.

Утилизация и эффективное использование отходов пищевых производств, разработка ресурсосберегающих технологий остается устойчивым трендом развития экономики как в мировом, так и в региональном масштабах. При этом по-прежнему актуальным остается вопрос недостаточно полной конверсии отходов рыбоперерабатывающих производств (РПП). Объёмы образующихся нереализованных отходов существенно понижают эффективность использования сырья Мирового океана, увеличивают антропогенную нагрузку на окружающую среду, препятствуют устойчивому развитию рыбной отрасли.

Неудовлетворительными в этой связи являются как решение об отсутствии переработки рыбных отходов, так и традиционное направление их исключительно на производство кормовых продуктов. Не оспаривая растущие потребности в кормовом белке, необходимо отметить, что уникальные свойства рыбного сырья требуют дифференцированного подхода и комплексной переработки отходов, с целью получения как белковых продуктов, так и продуктов здорового питания, биологически активных веществ (БАВ), добавок (БАД) и композиций, минерально-витаминных комплексов, а также технических изделий и материалов на основе недоиспользуемого морского сырья, энергетических средств.

Анализ химического состава отходов РПП (табл.1[10], табл. 2[3]) показывает, что по биологической ценности вторичные ресурсы не уступают первичным промысловым ресурсам, что обосновывает необходимость их включения процессы конверсии для производства разнообразных видов продукции пищевого, медицинского, промышленного назначения.



Таблица 1.

Средний химический состав отходов переработки рыбного сырья

Вид отходов	Содержание, %			
	Влага	Белок	Липиды	Минеральные вещества
Голова	79,0	14,6	0,4	6,0
Кожа	69,3	27,4	0,4	3,0
Кости	74,0	15,5	0,5	10,5
Плавники	73,0	15,7	1,2	8,8
Икра	75,8	20,0	1,8	1,3
Молоки	84,5	12,4	1,5	1,6
Печень	27,4	5,3	65,8	0,4

Таблица 2

Показатели	Отходы	
	донных рыб (треска)	сельди
1	2	3
<b><i>Витамины группы В, мг%</i></b>		
Пантотеновая кислота	1,5	3,06
Рибофлавин	0,65	0,73
Ниацин	5,0	12,6
Фолиевая кислота	0,05	0,05
Холин	440,0	440,0
Витамин В12	0,007	0,025
Биотин	0,008	0,042
<b><i>Минеральные вещества</i></b>		
Зола, %	10,1	20,0
Кальций, %	1,95	8,0
Фосфор, %	1,5	4,8
Натрий, %	0,42	-
Магний, %	0,11	0,15
Калий, %	1,2	0,9
Железо, мг %	15,0	30,0
Медь, мг %	0,54	0,7
Цинк, мг %	12,0	10,0
Марганец, мг %	0,24	1,0
Йод, мг %	0,24	-
Селен, мг %	0,278	0,15

Продолжение табл.2

1	2	3
<b><i>Ненасыщенные жирные кислоты</i></b>		8,5
ΣС-14*		18
ΣС-16		17
ΣС-18		22
ΣС-20		31
ΣС-22		23
ΣΔ-0	21,0	53
ΣΔ-1	53,2	7
ΣΔ-5	29,0	7
ΣΔ-6**	28,0	140

Примечание: \*ΣС-14 - содержание жирных кислот в % от общей суммы жирных кислот, \*\*ΣΔ-6- содержание жирных кислот с шестью двойными связями в % от общей суммы жирных кислот

Глубокая конверсия рыбных отходов позволяет получить разнообразный спектр продукции: биологически активных веществ (БАВ), добавок (БАД) и композиций, белковых продуктов, липидов, минеральных веществ, продуктов здорового питания, кормовых и технических продуктов (рис 1).

Так, например, липидосодержащие рыбные отходы являются ценным источником несинтезируемых в организме полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), которые нормализуют жировой обмен, способствуют выведению из организма избытка холестерина, защищают организм от вредного действия УФ-лучей, придают кровеносным сосудам эластичность, являются жизненно необходимыми для функций мозга и глаз, обладают противовоспалительными и иммуностимулирующими свойствами [18-21]. Жиросодержащие внутренности и печень рыб могут быть использованы для производства пищевого жира, имеющего широкое пищевое и лечебно-профилактическое применение; концентратов ПНЖК, витаминов А, Д, высокотехнологичных биологически активных продуктов - БАВ и БАД широкого спектра назначения.

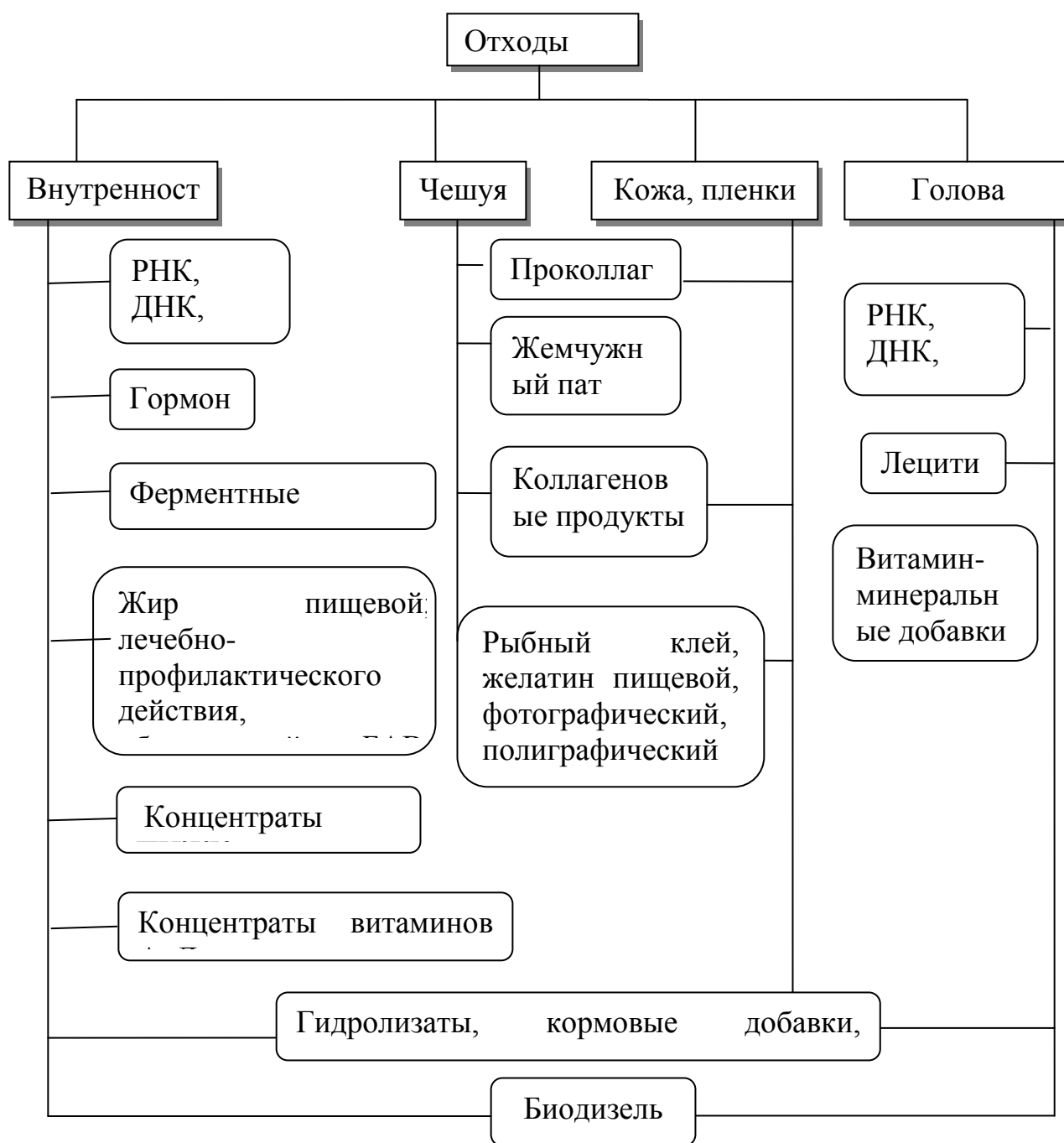


Рис.1- Потенциальные продукты конверсии отходов переработки РПП

За рубежом в связи с особой биологической ценностью рыбных жиров налажено широкое производство лечебно-профилактических препаратов, важнейшими из которых являются концентраты ПНЖК. В нашей стране основная масса жиров производится непосредственно в местах промысла на рыбопромысловых судах, где, как правило, основным принципом получения жира является термический с выходом жира полуфабриката [1]. Конечное качество такого жира определяется длительностью его транспортировки до пункта переработки. Если промысел происходит в отдаленных районах или пункт приемки жира

находится далеко от места промысла, то такая схема практически не позволяет получать высококачественный жир из-за протекания в нем необратимых процессов при транспортировке. В итоге низкосортный полуфабрикат используется в лучшем случае на технические цели.

В Японии, где по достоинству высоко оценивают роль рыбных жиров в обеспечении здоровья и продолжительности жизни, организована широкая сеть по приему рыбного жира. Аккумулированный жир хранят непродолжительное время в присутствии азота во избежание окислительных процессов, а затем перерабатывают на концентрат  $\omega$ -3,6 ПНЖК [1].

Очевидный недостаток в нашей стране производств, нацеленных на переработку рыбных жиров и отходов их содержащих в припортовых зонах, а также отсутствие налаженной сети транспортирования и аккумуляирования их, не позволяет обеспечить население высококачественными лечебно-профилактическими продуктами отечественного происхождения. Так, основное количество БАД этого спектра продукции в нашей стране имеет зарубежное происхождение [5].

Отходы переработки рыбы являются также богатым источником протеолитических (катепсинов, пепсинов, трипсинов), амилолитических и липолитических ферментов [16,17, 25]. Одновременно, производство ферментов из растительного и животного сырья лимитировано относительно небольшим ассортиментом ферментов, которые могут быть получены из него, ограниченностью сырьевых ресурсов, высокой трудоемкостью производства, таким образом, переработка отходов РПП с целью получения ферментов и ферментных препаратов имеет высокое потенциальное значение [24, 25].

Объем мирового рынка только технологических ферментов составил на 2010 год 2,8 млрд. долл. США, рынок промышленных ферментных препаратов в России 138 млн. долл. При этом доминирует продукция зарубежного происхождения - экспортируется 100% ферментов для химической промышленности и 80% кормовых ферментных препаратов. В то же время ферменты, полученные из отходов переработки рыбы, могут находить широкое применение в различных отраслях народного хозяйства - химической, пищевой, фармацевтической промышленности и медицине [5].

Отходы переработки рыбы также являются важным источником коллагена и продуктов его гидролиза. Коллаген - фибриллярный белок группы склеропротеинов, образующих волокна соединительной ткани. Особенностью рыбного коллагена является идентичность его фибриллярной структуры коллагену скелетных мышц человека [4]. Проблемой рационального использования сырья, содержащего коллаген занимаются целые научные школы и направления. По мнению ученых, рыбный коллаген может стать основой для искусственной кожи, предназначенной для людей с серьезными ожогами, снижая при этом риск

инфекционных заболеваний и аллергических реакций, может являться основой искусственных кровеносных сосудов, найти широчайшее применение в медицине, косметологии, фармакологии, промышленности [4,15,22,23]. Коллагенсодержащая хрящевая ткань и костные хребты рыбы кроме того могут служить сырьем для получения витаминно-минеральных комплексов, а также БАД, содержащих противовоспалительные компоненты, которые отвечают за обменные процессы в соединительной ткани, используются для профилактики, лечения остеопороза и для других лечебно-профилактических целей [12,13].

Молоки морских рыб – ценное пищевое сырье с высоким содержанием биологически активных соединений – нуклеотидов и ПНЖК. Содержащаяся в составе молок низкомолекулярная ДНК обладает высокой биологической активностью. Она способствует активизации умственной деятельности, замедлению процессов старения, снижению уровня холестерина в крови, повышению иммунитета, оказывает общеукрепляющее действие [2, 9]. Наряду с этим, молоки рыб характеризуются высоким содержанием белка, липидов, каротиноидов, фосфолипидов.

Все вышесказанное свидетельствует о преимуществе глубокой переработки рыбных отходов по сравнению с альтернативными системами утилизации белоксодержащих отходов, так как выпуск продуктов глубокой конверсии рыбных отходов является источником высокоценных продуктов промышленного и медицинского назначений.

Анализ объема вторичных ресурсов переработки традиционных видов промысла нашего региона позволяет оценить потенциальные возможности реализации технологических центров по конверсии рыбных отходов (табл.3). Данные по объему отходов переработки гидробионтов получены на основе материалов [8] и сведений по вылову объектов промысла [11].

Таблица 3

Анализ объема и номенклатуры потенциальных продуктов конверсии отходов переработки некоторых традиционных видов промысла (2011 г.)

Вид отходов	Объект промысла				Номенклатура потенциальных продуктов
	Нормы отходов, %		Объем отходов, тыс. тонн		
	с ельдь	т реска	ельдь	т реска	
1	2	3		5	6
Голова	9,2	2,05	4,11	6,533	Белково-полисахаридные

					комплексы, ДНК, РНК, липидные комплексы, минеральные добавки, лецитин и пр.
Молок и/икра	1 5,1	0 ,9	3,15	2, 87	ПНЖК, нуклеотиды, жирорастворимые витамины, каратиноиды, фосфолипиды, аминокислоты, гормоны и пр.
Внутре нности (органы пищеварени я)	5 ,1	1 3,2	,82	4 2,07	Протеолитические ферменты, ферментные комплексы; жир пищевой; жир рыбный лечебно-профилактического действия, обогащенный БАВ; жир ветеринарный, концентраты $\omega$ -3,6 ПНЖК, концентраты витаминов А,Д, цитохром С, таурин, гистидинсодержащие пептиды, антиоксиданты и др.
Плавн ики	1 4,0	1 6,0	1,47	5 0,99	Продукты растворения коллагена, продукция медицинского назначения, желатина, структуро-образователи,
Кожа	4 ,0	2 ,5	,13	7, 97	пищевые пленки, покрытия, съедобные оболочки, биополимеры широкого спектра назначений.
Чешуя	-	0 ,5		1, 59	Гуанин, кофеин, рыбный клей, желатин, альбуминоид, проколлаген и др. продукты на основе коллагена

Очевидно, что наш регион обладает широким ресурсным потенциалом для организации и развития глубокой переработки рыбных отходов, однако развитие технологий глубокой конверсии отходов в настоящее время сдерживается отсутствием системного подхода к планированию производства продукции из рыбных отходов, высокоорганизованной логистики отходов, отсутствием оборудования,

соответствующего специфическим особенностям этого вида сырья, а также несовершенством структурных связей между составляющими рыбоперерабатывающего комплекса региона.

Реализация описанных перспективных направлений утилизации отходов РПП позволит обеспечить комплексность и глубину переработки рыбного сырья, диверсифицировать экономику региона за счет появления новых высокотехнологичных продуктов с высоким экспортным потенциалом, снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду.

### **Литература**

1. Байдалинова Л.С., Лысова А.С., Мезенова О.Я. Биотехнология морепродуктов 2006. - 560 с
2. Беседнова Н.Н. Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) из молок рыб – перспективы клинического применения (в помощь практическому врачу) / Н.Н. Беседнова, Л.М. Эпштейн. – Владивосток: ТИПРО-центр, 2002. – 38 с.
3. Борисочкина Л.И., Дубровская Т.А. Технология продуктов из океанических рыб.-М.: Агропромиздат, 1988.-208с.
4. Воробьев В.И. Использование рыбного коллагена и продуктов его гидролиза // Известия КГТУ. – №13. – 2008. – С. 55–58.
5. ВП-П8-2322. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года. Утв. 24.04.2012.- М., 2012 - 120 с.
6. Гауровиц Ф. Структурные белки. Протамины и гистоны // Химия и функции белков. М.: Мир, 1965. 530 с.
7. Долганова Н.В., Разумовская Р.Г., Цибизова М.Е. Технология рыбных гидролизатов и продуктов на их основе: Учебное пособие.- АГТУ: Астрахань, 2005. - 111с
8. Единые нормы отходов, потерь, выхода готовой продукции и расхода сырья при производстве пищевой продукции из морских гидробионтов" Утв. 29.04.2002 г.- М.: Госкомрыболовство, 2002 - 105с.
9. Касьяненко Ю.И., Эпштейн Л.М., Гажа А.К. и др. Биологически активная пищевая добавка – дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) из молок лососевых // Известия ТИПРО-Центра. Владивосток, 1999. С. 139-145.
10. Сафронова Т.М. Сырье и материалы рыбной промышленности. - М.: Агропромиздат. 1991. - 191 с
11. Сведения об улове рыбы, добыче других водных биоресурсов и производстве рыбной продукции за январь - декабрь 2011 года (нарастающим итогом). // Росрыболовство, М., 2012 - 111 с.
12. Суховерхова Г.Ю. Биохимическая характеристика хрящевой ткани гидробионтов и технология БАД к пище: Автореф. ... канд. техн. наук. — Владивосток: ТИПРО-центр, 2006. — 24 с.

13. Суховерхова Г. Ю. , Чепкасова А.И. Биотехнологическая переработка голов лососевых рыб /Г. Ю. Суховерхова, А.И. Чепкасова, М. И. Юрьева // Известия ТИНРО-Центра. Владивосток, 2002. С. 940 - 943.
14. Трухин Н. В. Рациональное использование рыбного сырья. М.: Агропромиздат, 1985.- 96 с.
16. Dabrowski K., Glogowski J. Studies on the proteolytic enzymes of invertebrates constituting fish food / K. Dabrowski, J. Glogowski // *Hydrobiologia*. 1977. -V. 52 №(2-3). - P. 171-174.
17. Foltman B. Gastric proteinases-structure, function, evolution and mechanism of action/ B. Foltman // *Essays in Biochem.*-1981.-V.17.-P.52-84.
18. GISSI - Prevenzione Investigators. Dietary supplementation with omega-3 polyunsaturated fatty acids and vitamin E after myocardial infarction: results from the GISSI-Prevenzione trial. *Lancet* 1999;354: 447–455.
19. Iso H, Rexrode K.M., Stampfer M.J., et al. Intake of fish and omega-3 fatty acids and risk of stroke in women. *JAMA* 2001;285:304–312.
20. Kalmijn S., Feskens E.J.M, Launer L.J, et al. Polyunsaturated fatty acids, antioxidants, and cognitive function in very old men. *Am J Epidemiol* 1997;145:33–41.
21. Keli S.O., Feskens E.J., Kromhout D. Fish consumption and risk of stroke. The Zutphen Study. *Stroke* 1994; 25:328–332.
22. Liu H. Li D & Guo S. Studies on collagen from the skin of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Journal of Food Chemistry*, 2007;101: 621-625.
23. Ohara H, Comparison of quantity and structures of hydroxyproline-containing peptides in human blood after oral ingestion of gelatin hydrolysates from different sources, *Journal Agric Food Chem*, 2007 Feb 21;55(4):1532-5
24. Vilhelmsson O. The state of enzyme biotechnology in the fish processing industry/*Trends in Food Science & Technology*.- 1997.- V.8.-P.266-270.
25. Smith E.L., Sumner J.B., Myrback K. *The Enzymes*, Academic Press / E.L. Smith, J.B. Sumner.-New York., 1951.-P. 120-147.

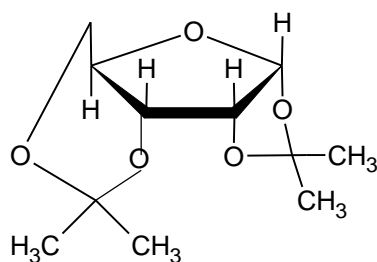


## «ЦИКЛИЧЕСКИЕ КЕТАЛИ ГЛИЦЕРИНА И ПОЛИОЛОВ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ - НОВЫЙ ВИД КОМПОНЕНТОВ БИОТОПЛИВА»

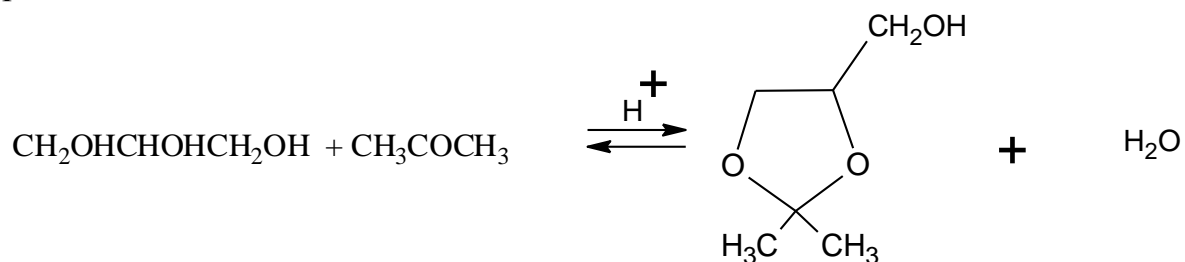
Вольева В. Б., Белостоцкая И. С., Комиссарова Н. Л., Малкова А. В., Усачев С. Д., Варфоломеев С. Д., Макаров Г. Г. (г. Москва, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН)

New type of additives to alcohol-gasoline blends is developed reducing the content of hydrocarbons with a significant boost in the octane index and phase stability of fuel compositions in a wide range of temperatures. These additives are derivatives of polyatomic alcohols with completely or partly substituted hydroxyl groups. They are produced from renewable natural sources and farm wastes.

Одной из тенденций в современном производстве автомобильного топлива является переход к использованию спиртосодержащих бензинов (бензанолов), в которых спирт может быть как добавкой (до 10 %), так и базовым компонентом (85%). Необходимый для этого этанол получают, главным образом, из лигноцеллюлозного сырья – отходов деревообрабатывающей промышленности (опилки, щепы) и сельского хозяйства (солома, подсолнечная лузга, кукурузные кочерыжки, обрезки виноградной лозы). Выход этанола зависит от соотношения в исходном материале целлюлозы и гемицеллюлозы. Гемицеллюлоза, полимерные молекулы которой состоят в основном из звеньев пятиатомных моносахаридов ксилозы и арабинозы, в рамках существующих технологий в спирт перерабатываться не может. Переработка гемицеллюлозы выделяется в самостоятельное производство, продуктами которого являются ксилит, фурфурол и др. Нами развивается новый подход, позволяющий утилизировать гемицеллюлозу в едином с этанолом топливном производстве, основанный на использовании ксилозы и арабинозы в синтезе октанповышающих добавок к бензанолам – циклических дикеталей, образующихся в результате конденсации моносахаридов с низшими карбонильными соединениями, главным образом, ацетоном



Аналогом таких добавок являются циклические кетали на основе глицерина



Их использование в составе спирт-бензиновых композиций защищено патентом на изобретение «Октаноповышающая добавка к бензину» № 236561, зарегистрированным 27 августа 2009 г.

Разработан технологический регламент синтеза циклических кеталей на основе полиолов растительного происхождения, в соответствии с которым создана пилотная установка.

## **ВЛАЖНОСТЬ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА ИМАНДРА КАК МАРКЕР ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОРНО-ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Даувальтер В. А.**<sup>1,2</sup>, **Кашулин Н. А.**<sup>2</sup> (<sup>1</sup>*Апатиты, Апатитский филиал МГТУ, кафедра геоэкологии;* <sup>2</sup>*Апатиты, Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН*)

Investigations of sediments at 12 stations of Bolshaya and Yokostrovskaya Imandra were carried out in July 2012 to assess the state of the lake in the area of influence of mining and industrial effluents. Humidity of sediments can serve as a marker of history of inflow of suspended materials from ore processing.

В июле 2012 г. на 12 станциях Большой и Йокостровской Имандры проведены исследования донных отложений (ДО) с целью оценки состояния озера в зоне влияния промышленных стоков ОАО «Апатит». ДО отбирались отборником колонок открытого гравитационного типа, сделанного из плексигласа (внутренний диаметр 44 мм), с автоматически закрывающейся диафрагмой. Колонки ДО были послойно разделены на слои по 1 см, помещены в предварительно помытые кислотой полиэтиленовую посуду и отправлены в лабораторию для анализа.

Влажность ДО определялась в лаборатории ИППЭС КНЦ РАН высушиванием образца (~5 г влажного образца) в сушильном шкафу в течение примерно 6 ч (или до постоянного веса, что более точно) при температуре 105°C. Этот метод основан на предположении, что ДО полностью насыщены водой, поэтому массой и объемом газов можно пренебречь. Влажность является одним из наиболее важных параметров при исследовании ДО водоемов. Неуплотненные тонкодисперсные осадки (глинистые и алевритовые илы), имеющие размеры частиц менее 0.01 мм, обладают большой пористостью и значительной влажностью, а ДО с более крупными частицами, песчаными илами и песками, имеют меньшую влажность. Распределение влажности ДО в водоеме происходит по следующей схеме. Низкие значения обнаруживаются на мелководных участках, где часто доминирует крупнозернистый материал, как результат волновой деятельности, и в акваториях водоемов, примыкающих к приустьевым участкам рек, где откладывается главным образом крупнозернистый материал в результате большой скорости потока в этих участках. Наибольшие значения влажности характерны для глубоководных частей озера. С увеличением глубины ДО их влажность снижается в процессе диагенеза вследствие уплотнения от веса вышележащих слоев ДО, и перемещения воды в эти слои. Влажность может отражать также влияние деятельности человека, когда происходит изменение минералогического и гранулометрического состава ДО.

Наибольшие вариации величин влажности отмечаются в ДО станций, ближе расположенных к месту поступления грубообломочных продуктов обогащения апатитонепелиновой руды – губе Белой и хвостохранилищу АНОФ-II ОАО «Апатит» (рис. 1). В толще ДО станций I-11, I-17 и I-24 четко выделяются две части – верхняя более молодая с высокой влажностью и нижняя старая с меньшей влажностью. Это распределение влажности можно объяснить историей разработки Хибинских апатитонепелиновых месторождений и поступлением взвешенных веществ различных размеров с предприятий ОАО «Апатит» [1]. Промышленное освоение месторождений на берегах оз. Имандра было начато в 30-е годы XX столетия. В 1929 году был введен Апатитовый рудник, а в 1931 году – первая обогатительная фабрика. До 1957 гг. хвосты обогащения (отходы в составе сточных вод) сбрасывались в р. Большая Белая, и далее они без всякой очистки поступали в восточную часть оз. Имандра. На прилегающей акватории по данным В.В. Чижикова [2] сформировалась техногенная залежь апатитонепелиновых пород толщиной слоев до 8 м. Впоследствии на водосборе р. Большая Белая была построена серия отстойников, из которых в озеро поступала слегка осветленная часть отходов. Одновременно со строительством АНОФ-II (окончание строительства в 1964 г.) был сооружен огромный отстойник-накопитель площадью 3.4 км<sup>2</sup> путем отсечения залива (губы Белой) от всего озера (последняя дамба сооружена в 1968 г.). Принцип сброса наиболее осветленной части стоков с высоким содержанием низкодисперсных взвесей ( $\varnothing < 0.2$  мкм) сохранялся. Ежедневно для своих нужд фабрика забирала из озера 400 тыс. м<sup>3</sup> чистой воды. Загрязнение озера интенсивно продолжалось и в период 1976-1978 гг. В конце 1978 г. было введено частичное обратное водоснабжение, что позволило снизить объем сброса сточных вод более чем в 2 раза. В 1984-1992 гг. объем сброса находился в пределах 150-180 млн м<sup>3</sup>/год. Прозрачность воды увеличилась в среднем до 2 м. Однако, уровень загрязнения оставался очень высоким. Сказывался эффект вторичного загрязнения, когда вследствие ветрового взмучивания мелкодисперсные взвеси поднимались со дна и распространялись на большие расстояния.

Поэтому разумно предположить, что нижняя часть колонок ДО станций I-11, I-17 и I-24 соответствует времени накопления осадков до строительства отстойника-накопителя (хвостохранилища) АНОФ-II, когда в озеро без очистки сбрасывались хвосты обогащения, более крупные по размерам частиц, чем природный материал, формирующий ДО озера. Поэтому влажность в нижней части колонок меньше на 20-30%. Верхняя часть колонок накапливалась в результате поступления более тонкодисперсного материала после «осветления» хвостов в отстойнике-накопителе. Необходимо также напомнить, что в 90-е годы прошлого столетия отмечался спад апатитонепелинового производства после развала

СССР. Подобное распределение влажности в ДО отмечается также и на других станциях Большой Имандры, более удаленных от Белой губы – I-24, I-32 и I-36 (рис. 1), куда взвешенные вещества со стоками апатитонефелинового производства также поступали длительное время.

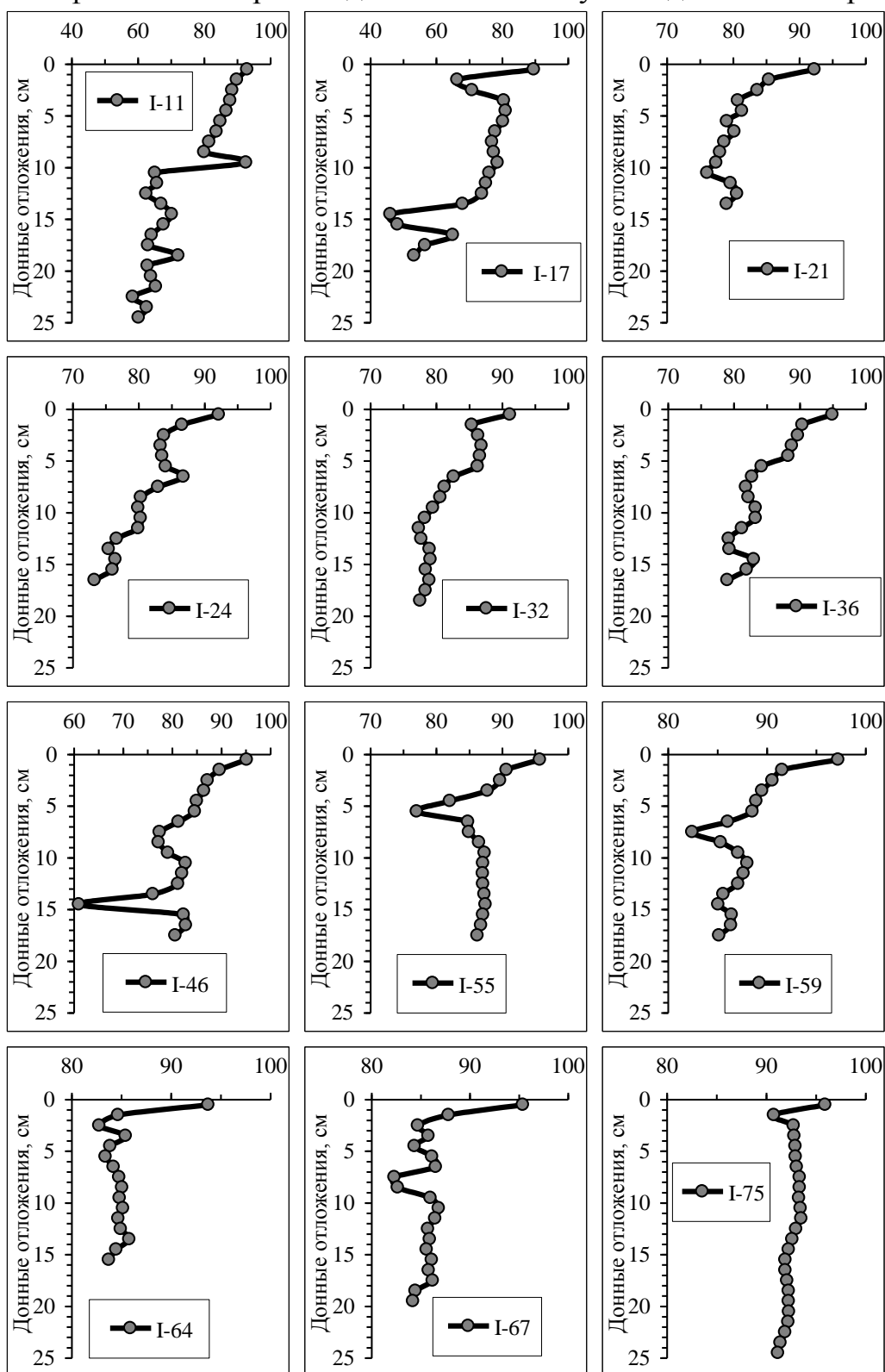


Рис. 1. Распределение влажности (%) в толще ДО исследуемых станций.

Однотипное распределение влажности зафиксировано в колонках ДО станций I-46, I-55 и I-59, расположенных в северо-восточной части Йокостровской Имандры недалеко от Йокостровского пролива. Осадки на этих станциях можно разделить на три части: нижняя часть с фоновыми природными значениями влажности (85-88%), далее значения влажности резко уменьшается (до 61% на станции I-46), что соответствует времени поступления довольно крупнозернистых взвешенных частиц с апатитонефелинового производства, и к поверхности ДО значение влажности постепенно повышается до максимальных значений. Минимальные значения влажности, соответствующие поступлению наибольшего количества взвешенных веществ после апатитонефелинового обогащения, отмечаются на разной глубине станций I-46, I-55 и I-59, что говорит о разной скорости осадконакопления на этих станциях. Максимальная скорость осадконакопления и соответственно наибольшая глубина минимального значения влажности отмечена на станции I-46, находящейся на самом коротком расстоянии от Йокостровского пролива. Здесь после довольно быстрого течения под Йокостровским мостом скорость течения резко падает, образуется своеобразный механический барьер, и в относительно спокойных условиях происходит осаждение крупно- и тонкодисперсного материала, поступающего, в том числе и с апатитонефелинового производства. Минимальные значения влажности на станциях I-55 и I-59 находятся примерно на одинаковой глубине – в слоях 5-6 и 7-8 см соответственно. Колонка ДО на станции I-59 отобрана с большей глубины, поэтому скорость осадконакопления здесь немного выше.

Распределение влажности в ДО станций I-64, I-67 и I-75 характеризуется закономерным увеличением значений по направлению к поверхности ДО, хотя и здесь тоже отмечается незначительное уменьшение влажности до 82% на станциях I-64 и I-67 (в слоях 2-3 и 7-9 см соответственно) и до 90% на станции I-75 на глубине 1-2 см. На более глубокой из этих трех станций I-67 скорость осадконакопления выше.

Таким образом, было установлено, что влажность ДО может служить своеобразным маркером истории поступления взвешенного материала апатитонефелинового производства. Наиболее четко влияние сброса взвешенного материала проявляется в непосредственной близости от места поступления сточных вод – на станциях I-11, I-17 и I-24. Далее по мере распространения потока взвешенных частиц влияние их сброса снижается, но проявляется практически на всех исследуемых станциях.

### **Литература**

1. Моисеенко Т.И., Даувальтер В.А., Родюшкин И.В. Геохимическая миграция элементов в субарктическом водоеме (на примере озера Имандра). – Апатиты: Изд-во КНЦ, 1997. – 127 с.
2. Чижиков В.В. Гидрохимия и донные отложения озера Имандра

под влиянием техногенного загрязнения // Экосистемы озера Имандра под влиянием техногенного загрязнения. – Апатиты: Изд-во Кольского ФАН СССР, 1980. – С. 24-64

## **РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ОЗЕР ЮЖНОГО УРАЛА ЧЕРЕЗ АНАЛИЗ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ИХ БЕРЕГОВ**

**Диянова О. П.** (*г. Москва, Центр образования №1408, меодическое объединение естественных наук*)

The revealed features control f the South Ural lakes coast formation in the second half of the Holocene will allow to cut down expenses and time for drawing up reservoirs development forecasts and to prevent geoeological problems characteristic of lake coasts at natural fluctuations of levels.

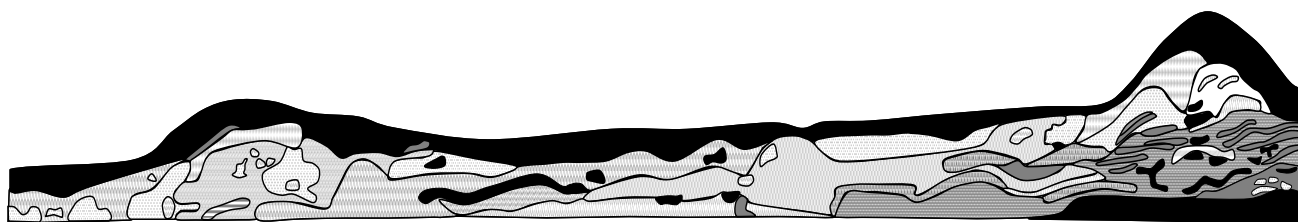
Как глобальные, так и локальные геосистемы в своем развитии подчинены определенным законам цикличности. В Челябинской области, имеющей более 3 тыс. озер, важное значение имеют цикличные изменения уровней водоемов данного типа как лимитирующего фактора для определения принципов рационального природопользования на побережьях.

На основе цикличности колебании уровней южноуральских озер выделяется временной фактор ограничения природопользования на побережьях, обусловленный выявленными Брикнером циклами [1]. Особо остро проблема колебаний уровня зеркала стоит для береговых линий озер, расположенных в пределах населенных пунктов. Примером такого водоема может служить озеро Большой Кременкуль, относящееся в настоящее время к Кременкульскому поселению. Повышение воды в озере приводит к затоплению вдольбереговых дорог, садовых и дачных участков, недавно построенных коттеджей, смыв в озеро прибрежного мусора.

Историко-палеогеографический метод исследования позволяет коррелировать особенности протекания событий прошлых эпох с процессами, имеющими место в настоящее время. Мы предлагаем прогнозировать амплитуду колебаний береговых линий озер путем сопоставления геолого-геоморфологического строения их побережья, являющегося своеобразной «летописью» развития берега водоема, с имеющимися результатами спорово-пыльцевых анализов донных отложений некоторых озер Южного Урала [1, 2].

В течение летнего полевого сезона 2008г. студентами и сотрудниками лаборатории эколого-лимнологических исследований Лимнологического-экологического центра ГОУ ВПО «ЧГПУ» исследована береговая линия оз. Б.Кременкуль, построена карта рекреационной и антропогенной нагрузки, карта хозяйственного использования побережья [2], схема локализации комплексов береговых валов, а также на участке южного берега оз.Б.Кременкуль выполнен геолого-геоморфологический разрез (рис.1).


















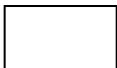

	- почвы современные и погребенные		- темно-серый песок
	- торфообразные отложения		- белый мелкозернистый песок
	- ярко-желтый мелкозернистый песок		- серый мелкозернистый глинистый песок
	- рыжий мелкозернистый песок		- белый крупнозернистый песок с включениями гальки средних размеров
	- нора, забитая промытым черноземом		- серый крупнозернистый песок
	- рыжий среднезернистый песок		- светло-желтый среднезернистый песок
	- коричневый песок с незначительной примесью серого песка		- белый песок с маленькими линзами ярко-рыжего песка
	- зона частого чередования слоев серого и белого среднезернистого песка		

Рис. 1. Геолого-геоморфологический разрез участка южного берега оз.Б.Кременкуль [3]

Геолого-геоморфологический профиль – своеобразная «летопись» водоема, где каждый слой, сформированный в условиях определенного климата, уровня увлажнения, особенностей рельефа и почвенно-растительной разности, представляет собой период в развитии исследуемого озера. Предыдущими исследователями [1, 2, 5] на основе анализа вещественного состава донных отложений озер Увильды, Аргаяш, Б.Кисегач и Серебры выявлен абсолютный возраст этих водоемов и восстановлена история их развития. Нами установлена зависимость геолого-геоморфологических особенностей строения побережья озерной геосистемы от колебания ее уровня ввиду непостоянства климатических параметров окружающей среды на протяжении развития водоема.

Именно количество, конфигурация и особенности локализации береговых валов на побережьях озер могут служить пространственным фактором при выработке принципов природопользования в прибрежных зонах озер Южного Урала.

На основе выявленных геолого-геоморфологических особенностей берегов южноуральских озер, нами выделены типы природопользования: «мобильные» – не привязанные жестко к границе современного уреза воды и легко эвакуируемые в случае его повышения и «стационарные», эвакуация которых затруднена или невозможна (рис. 2). К первой группе относятся рыбоводческое и частично рекреационное (не обустроенные пляжи) типы природопользования. Вторая группа представлена рекреационным природопользованием (оборудованные пляжи, базы отдыха), сельскохозяйственными угодьями и, главным образом, селитебным – жилые и хозяйственные постройки побережья, инфраструктура.



Рис.2. Рекомендуемое расположение зон природопользования на берегах оз. Большой Кременкуль [4]

Исследования береговых комплексов озер Южного Урала показали необходимость изменения существующего подхода к определению приозерных площадей, пригодных для долговременного хозяйственного использования.

Особенности строения берегового рельефа и динамика изменения уровня озер района исследования диктуют:

- определение зоны временного (кратковременного) хозяйственного использования, лежащей по обе стороны от выделяемого по современному законодательству уровня среднего многолетнего уреза вод. Последствия разрешенной на этой территории деятельности не должны наносить какого-либо вреда водоему при любом уровне стояния воды, как минимальном, так и максимальном;

- проведение границы возможного хозяйственного использования вокруг водоема выше принятого ныне уровня, в соответствии с максимально возможным в современных геолого-геоморфологических условиях урезом воды (не ниже уровня данного водоема в период атлантики). Ниже этой «красной линии» (ближе к водоему) должна быть категорически запрещена хозяйственная деятельность долговременного характера.

Учет колебаний уровней озер через анализ особенностей геолого-геоморфологического строения берегов позволит снизить до минимума ущерб от естественного подтопления и последующего осушения территорий, если местные власти ограничат хозяйственную деятельность в прибрежных зонах до атлантических береговых комплексов с учетом последствий современных тектонических движений.

### Литература

1. Андреева М.А. Озера Среднего и Южного Урала / М.А.Андреева. – Челябинск, 1973. - 270 с.
2. Дерягин В.В. Проблемы палеоэкологических реконструкций среды обитания населения озер Южного Зауралья второй половины голоцена / В.В.Дерягин, С.С.Марков // Вестн. Челяб. гос. пед. ун-та. – 2004. – Вып.1 – (Сер. «Археология»). – с. 88 – 104.
3. Диянова О.П. Пространственно-временные факторы ограничения природопользования на прибрежных территориях оз.Б.Кременкуль (Челябинская область) / О.П. Диянова, М.Ю. Завьялова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества». – Челябинск, 2009. - с.108 – 111.
4. Диянова О.П. Формирование озерных берегов Южного Урала во второй половине голоцена / О.П. Диянова– автореф.дисс...к.г.н. – Санкт-Петербург, 2011 г.
5. Хомутова В.И. Спорово-пыльцевой анализ донных отложений / В.И.Хомутова // Ландшафтный фактор в формировании гидрологии озер Южного Урала. – Ленинград: Наука, 1978. - с.222-227.

## ЗООПЛАНКТОННЫЕ СООБЩЕСТВА ОЗЕР, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ПЛОЩАДИ ВОДОСБОРА РЕК МЕГРЫ И СОЯНЫ (ПО МАТЕРИАЛАМ 2012 Г).

**Евтушенко З. В.** (г. Архангельск, Северный филиал Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Книповича)

Zooplankton samples were collected at sixteen stations of the three lakes in July 2012. Species composition, abundance and diversity of zooplankton were determined. This study is a part of annual investigation of water ecosystems under impact of mining diamonds in Arkhangelsk region.

В июле 2012 г. были выполнены работы по обследованию озер: Волчьи (относится к бассейну р. Мегры), Черное и Ернозеро (расположенных на площади водосбора р. Сояны). По форме это узкие, вытянутые водоемы, расположенные в котловине ледникового генезиса (рис. 1). Характерной особенностью их гидрохимического режима являются сравнительно большие глубины, температурная стратификация и высокая насыщенность воды кислородом, особенно в нижних слоях воды. По лимно-биологической классификации В.И. Жадина и С.В. Герда (1961), изученные озёрные экосистемы относятся к Северной озёрной области [1].

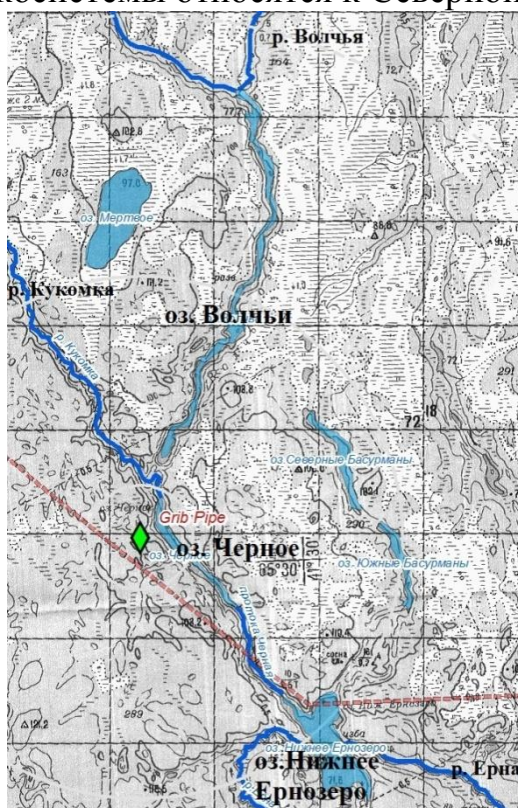


Рис.1. Озера Верхотинской ГРП, обследованные в 2012 г.

Оз. Черное расположено в 0,3 км к востоку от месторождения им. В.П. Гриба, где с 2007 г. ведутся поисково-разведочные работы, а с

2013 г. предполагается начало промышленной разработки месторождения. В 2011 г., в связи с расширением строительства на месторождении, сток р. Кукомки был перенаправлен из оз. Черного в оз. Волчьи. Западная часть оз. Черного была осушена для дальнейшего строительства на этом участке, в восточной части озеро протокой Черной соединяется с оз. Нижним Ернозером.

Исследование зоопланктона в этих озерах является частью многолетних мониторинговых работ на водных объектах Верхотинской геологоразведочной площади, расположенных в зоне возможного воздействия вследствие разработки месторождения алмазов им. В.П. Гриба. Полученные данные позволят оценить состояние водных экосистем и выявить степень антропогенного воздействия на них.

#### **Материалы и методы**

В основу статьи положены полевые исследования, проведенные в июле 2012 г. в районе месторождения. Для отбора зоопланктона, использовалась количественная планктонная сеть Джели (газ №49) – коническая сеть, раскрытая с помощью кольца диаметром 0,10 м. Пробы фиксировались 4%-м раствором формалина. В лабораторных условиях обработка проб проводилась согласно стандартным методикам [2]. Организмы идентифицировались при помощи определителей [3,4]. Математическая обработка проведена с использованием программного обеспечения MS Excel (2010).

#### **Результаты и их обсуждение**

Зоопланктон исследованных озер был представлен тремя группами организмов *Copepoda*, *Cladocera*, *Rotatoria*. Причем в водоемах бассейна р. Сояны доминирующей группой являлись коловратки (*Rotatoria*), их численность от общего значения составила 63,6 % - оз. Черное, 61,7 % - оз. Нижнее Ернозеро. В качестве субдоминанты выступали веслоногие рачки (*Copepoda*) – 21,9 % и 29,4 % соответственно. Общая численность планктонных беспозвоночных составляла от 17057 экз./м<sup>3</sup> (оз. Нижнее Ернозеро) до 41096 экз./м<sup>3</sup> (оз. Черное) (Таб.1). Наибольшую численность создавали молодь *Cyclopoida* и *Calanoida*, *Bosmina longirostris* (O.F.Müller), *Bosmina* sp., *Asplanchna priodonta* (Gosse), *Keratella quadrata* (Müller), *Kellicottia longispina* (Kellicott). Видовой состав насчитывал от 16 (оз. Черное) до 21 вида (оз. Нижнее Ернозеро).

Таблица 1

Численность организмов зоопланктона в озерах в 2012 г.

Водоем	Copepoda	Cladocera	Rotatoria	Всего
	экз./м <sup>3</sup> %	экз./м <sup>3</sup> %	экз./м <sup>3</sup> %	экз./м <sup>3</sup>
Озера Волчьи	<u>8479</u> 38,4	<u>9732</u> 44,1	<u>3869</u> 17,5	22080
Озеро Черное	<u>8988</u> 21,9	<u>5953</u> 14,5	<u>26155</u> 63,6	41096
Озеро Нижнее Ернзеро	<u>5012</u> 29,4	<u>1513</u> 8,9	<u>10532</u> 61,7	17057

В озерах Волчьи из трёх групп зоопланктонного сообщества доминировали ветвистоусые рачки, которые составили 44,1 % от общего значения. Численность всех организмов составляла 22080 экз./м<sup>3</sup> (Таб.1). В целом, видовой состав оказался довольно разнообразным и был представлен 27 формами и видами планктонных организмов, из которых *Copepoda* – 11, *Cladocera* – 11 и *Rotatoria* – 5. Из копепод наиболее широко были представлены ювенальные и науплиальные формы *Cyclopoidea* и *Calanoida*; из ветвистоусых - ювенальные формы *Bosmina*, *Bosmina longirostris* (O.F.Müller), *Bosmina obtusirostris* (Sars), *Daphnia cristata* (Sars); из коловраток - *Kellicottia longispina* (Kellicott).

Исследования, проведенные на озерах Волчьих в 2012 г., показали, что количественные показатели зоопланктона и видовое разнообразие сопоставимы с данными по этому водоему за прошлые годы и в целом являются характерными для озер Мегорского бассейна.

В оз. Черном, несмотря на антропогенное воздействие, количественные показатели зоопланктона (по сравнению с прошлыми годами) увеличились вдвое (15089 экз./м<sup>3</sup> – 2010 г., 16333 экз./м<sup>3</sup> – 2009 г.). По всей видимости, это связано с исчезновением некоторых видов из сообщества, ослаблением пищевой конкуренции и за счет этого - вспышкой численности оставшихся видов. В целом, озера, изученные в июле 2012 г., имели низкую продуктивность.

Таким образом, мы наблюдаем изменение состава гидробионтов, особенно в оз. Черном, что так же может произойти и в остальных озерах Верхотинской площади. В этом аспекте целесообразно разработать систему мониторинга водных экосистем как для водных объектов, прилегающих к району строительства, так и для водных объектов, расположенных в зоне опосредованного воздействия алмазоразработок (в бассейнах рек Мегры и Сояны), и в будущем проводить на указанных водных объектах мониторинговые исследования. Это позволит оценить долговременные изменения в водоемах бассейнов рек Мегры и Сояны и разработать схемы возможных компенсационных мероприятий.

Работа выполнена в рамках мониторинговых исследований, проводимых на территории Верхотинской геолого-разведочной площади по заявке ЗАО «Архангельскгеолдобыча».

### **Литература**

1. [1] Отчет о НИР СевПИПРО по теме "Проведение мониторинга водных экологических систем Верхотинской геологоразведочной площади (бассейны рек Мегра и Сояна) в 2005 г.". - Руководитель темы, с.н.с., к.б.н. И.И. Студёнов – Архангельск, 2005. – 56 с.
2. [2] Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1989.43 с.
3. [3] *Кутикова Л.А.* Коловратки фауны СССР. - Л.: Наука, 1970. - 744 с.
4. [4] *Мануйлова Е.Ф.* Ветвистоусые рачки (*Cladocera*) фауны СССР. - М.-Л.: Наука, 1964. - 327 с.

## **РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СЗЗ ПУНКТА ХРАНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ ФГУП «РОСРАО» В МУРМАСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Каминский О. О., Гладких А. С.** (г. Мурманск, Мурманское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»)

В 1960 году во исполнение постановления Совета Министров СССР «О мерах по усилению радиационной безопасности при работах с радиоактивными изотопами и источниками излучений и по захоронению радиоактивных отходов» Совет Министров РСФСР постановил обязать Советы Министров автономных республик, крайисполкомы и облисполкомы, в том числе Мурманский горисполком, построить и ввести в эксплуатацию пункты захоронения радиоактивных отходов. Так, в 1962 году образовался и начал свою деятельность Спецкомбинат Мурманского Горкомхоза, позже получивший название Спецкомбинат «Радон». В 2008 году данное предприятие вошло во вновь образованную государственную структуру -ФГУП «РосРАО» и сменило свое название на Мурманское отделение филиала "Северо-западный территориальный округ" ФГУП "РосРАО". Основными функциями Мурманского отделения являются:

- обслуживание предприятий неядерного сектора, использующих в своей деятельности радионуклидные препараты, радиоактивные вещества и источники ионизирующего излучения;
- транспортировка закрытых радиоактивных источников.

В 1993 году, в связи с изменениями в нормативных документах, было принято решение о прекращении приема РАО на хранение.

Пункт хранения радиоактивных отходов (ПХРО) расположен на 32 км автодороги Мурманск – Печенга. В составе пункта для накопления РАО имеется хранилище твердых РАО, представляющее собой блок из четырех железобетонных емкостей общим объемом 800 м<sup>3</sup> (в настоящий момент заполнено около 280 м<sup>3</sup>) и две железобетонные емкости, облицованные внутри нержавеющей сталью, общим объемом 400 м<sup>3</sup> для хранения жидких РАО (в настоящий момент заполнено около 125 м<sup>3</sup>). Вокруг ПХРО определена санитарно-защитная зона радиусом 1 км.

В связи с тем, что ПХРО Мурманского отделения относится к потенциально опасным объектам в радиационном отношении, защита окружающей среды от поступления радионуклидов является важнейшей задачей, наряду с защитой населения и персонала. Для этого на территории ПХРО проводится радиационный контроль в соответствии с программой радиационного контроля. Кроме того, государственные контролирующие органы (Ростехнадзор, ФМБА России) осуществляют самостоятельное наблюдение за площадкой в соответствии с программой государственного мониторинга. Осуществление контроля надзорными органами позволяет



оценить выполнение требований руководящих документов в области использования атомной энергии и охраны окружающей среды со стороны ФГУП «РосРАО».

В 2012 году ФГУП «РосРАО» совместно со специалистами независимой организации ФГБУЗ ЦГиЭ №120 ФМБА России осуществили комплексный радиозоологический мониторинг санитарно-защитной зоны ПХРО Мурманского отделения. Целью данных исследований являлось получение достоверных сведений о наличии техногенных радионуклидов в санитарно – защитной зоне ПХРО Мурманского отделения, образовавшихся в результате обращения с радиоактивными отходами.

Наблюдение осуществлялось за мощностью дозы гамма-излучения на открытой местности и измерения объемной/удельной активностью альфа- и бета- излучающих радионуклидов в почве, растительности, снеге, поверхностных и подземных водах.

Для анализа на содержание радионуклидов пробы снега, почвы, наземной и водной растительности отбирались в полиэтиленовые мешки и пластиковые герметичные емкости, после чего транспортировались в лабораторию ФГБУЗ ЦГиЭ №120 ФМБА России. Анализ проводился при помощи приборов радиационного контроля: УМФ-200, ДРГ-01Т1, установки спектрометрической МСК-01А «МУЛЬТИРАД», МКС-10Д «Чибиc» и КРАБ-3. Пробы подземных вод, в связи с необходимостью анализа на наличие радиоактивного изотопа трития, направлялись в аккредитованную лабораторию Ленинградского отделения филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО». Анализ осуществлялся на следующих приборах: УМФ-1500/2000, АРУ и Трикарб 2910.

В результате проведенных исследований за период 2012 года были получены результаты, представленные в Таблице 1.

Таблица 1.

Активность Цезия-137, Стронция-90 и удельная бета-активность в пробах, взятых в СЗЗ ПХРО Мурманского отделения

	Активность, Бк/кг		
	Цезий-137	Стронций-90	Удельная бета активность
Поверхностные водоемы	<1,4	<1,9	<0,3
Водная растительность	0,4 - 0,7	3,8 - 4,2	26,1 - 28,2
Почва	1,8 - 20,3	12,5 - 24,1	32,1 - 65,4
Наземная растительность	0,7 - 2,4	1,5 - 5,8	15,2 - 63,1
Снег	-	-	0,058 - 0,229

Пробы подземных вод показали, что содержание трития находится в пределах от 0 до 19 Бк/кг, удельная альфа-активность составила 0,42 – 0,62 Бк/кг, бета-активность – 0,78 – 1,18 Бк/кг.

Анализ проб поверхностных вод показал, что активность Цезия-137 и Стронция-90 составляет менее 1,5 – 2 Бк/кг, а удельная бета активность менее 0,31 Бк/кг. В связи с тем, что нормативная документация, регламентирующая содержание радионуклидов в поверхностных и подземных водах отсутствует, в качестве пороговых значений можно принять уровни вмешательства, указанные в НРБ-99/2009. Пороговые значения для цезия-137 составляют 11 Бк/кг, стронция-90 – 5 Бк/кг, трития – 7700 Бк/кг, соответственно [3]. Важно отметить, что данные величины приведены для питьевой воды, из чего следует, что содержание радионуклидов в подземной и поверхностной воде не составляет никакой опасности для окружающей среды и человека.

Загрязнение цезием-137 и стронцием-90 почвы Кольского полуострова имеет характер отдельных пятен [4, 5]. Фоновые значения, приводимые в литературе, для Мурманской области являются достаточно разнородными. В частности, по цезию-137 исследования показывают, что фоновая концентрация составляет 20 – 40 Бк/кг [2]. Значений по стронцию-90 для Мурманской области в литературе найти не удалось. В России средний показатель колеблется от 1,0 до 39,8 Бк/кг [1]. Из приведенных данных можно сделать вывод, что содержание цезия-137 в почве в 2 раза меньше характерного содержания данного радионуклида для почв Мурманской области, а содержание стронция-90 совпадает со средними показателями для территории России.

По данным радиационной обстановки Мурманской области содержание цезия-137 и стронция-90 в растительности (ягоды, грибы) составляет от 2 до 280 Бк/кг [4]. Следовательно, содержание радионуклидов в растительности, произрастающей на территории ПХРО, ниже среднего, характерного для Кольского региона.

Из приведенных данных можно сделать следующие выводы:

1. Пункт хранения радиоактивных отходов Мурманского отделения не оказывает влияния на общую радиэкологическую обстановку;
2. Состояние окружающей среды на территории санитарно – защитной зоны соответствует показателям, характерным для Кольского региона.

#### **Литература**

1. Кузнецов А. В., Павлихина А. В., Лобас Н. В. Радиэкологический мониторинг почв сельскохозяйственных угодий Российской Федерации. Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства в условиях техногенного загрязнения агроэкосистемы: Сборник докладов Всероссийской научно-практической

конференции посвященной 10-летию Академии наук Республики Татарстан, Казань, 2001. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та. 2001. С. 34-37;

2. Кузьменкова Н.В. Миграция и аккумуляция Cs-137 в ландшафтах Северо-западной части Кольского полуострова. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук, 2010;

3. Приложение 2а к НРБ-99/09 Значения дозовых коэффициентов  $e$  (мЗв/Бк) при поступлении радионуклидов в организм взрослых людей с водой и уровни вмешательства УВ (Бк/кг) по содержанию отдельных радионуклидов в питьевой воде // Нормы радиационной безопасности НРБ 99/2009;

4. Радиационная обстановка// murman.ru[Электронный ресурс]URL:. <http://www.murman.ru/ecology/comitet/report97/radiact.htm> (дата обращения 04.02.2013г.).

5. Environmental geochemical atlas of the central Barents region. NGU Postboks 3006, Lade N-7002 Trondheim Norway. p 746.

**ИЗУЧЕНИЕ ПУЛЬСАЦИИ СЕРДЦА ПЕРЛОВИЦЫ-ТУМИДУС (*UNIO TUMIDUS L.*) В ТЕСТИРУЕМЫХ РАСТВОРАХ**

**Леонтьев В. В.** (г. Елабуга, Казанский (Приволжский) Федеральный Университет (филиал в г. Елабуга), кафедра биологии и экологии)

Biological method of assessment of the reservoir using test objects involves the identification of what is happening or has held pollution on the functional characteristics of individuals and the ecological characteristics of communities of organisms.

Природные воды являются весьма специфической средой, в которой состояние токсикантов и проявление их химических свойств и биологической активности существенно отличается от более простых экспериментальных моделей, на которых обычно проводятся лабораторные исследования их химических, биологических, токсических и других свойств. Нормальная жизнедеятельность гидробионтов, а, следовательно, и уровень их устойчивости к различным повреждающим агентам, в частности, к токсическим веществам, а также степень токсичности различных групп веществ в значительной степени определяются такими абиотическими факторами водной среды, как: минерализация, жесткость, рН, соотношение ионов, наличие комплексонов, содержание кислорода, температура и т.д. [ссылка 1]. В условиях постоянной опасности возникновения техногенных катастроф важное значение имеет прогнозирование эффектов комбинированного действия [ссылка 3]. Токсикант – фактор, работающий на энтропию, фактор разрушения живого. В экологической системе нарастает противодействие, стремящееся устранить энтропический фактор, и это создает ее особое свойство – буферность [ссылка 4]. Экосистема поглощает и перерабатывает токсикант в определенных пределах. Лишь когда этот потенциал сопротивления исчерпан, начинается собственно токсическое действие.

Биологические методы помогают диагностировать негативные изменения в природной среде при низких концентрациях загрязняющих веществ. Любая водная экосистема, находясь в равновесии с факторами внешней среды, имеет сложную систему подвижных биологических связей, которые нарушаются под воздействием антропогенных факторов. При техногенном загрязнении водоемов изменяется видовой состав, биомасса и продукция макрофитов, возникают морфологические аномалии, происходит смена доминантных видов, обуславливающих особенности ценоза, изменяются биохимические и физиологические процессы жизнедеятельности организмов. Данные по ихтиофауне важны при оценке состояния водного объекта в целом, и особенно при

определении допустимых уровней загрязнения водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение.

Зообентос служит хорошим индикатором загрязнения донных отложений и придонного слоя воды. Наиболее достоверными индикаторами среди них служат легочные брюхоногие и пластинчатожаберные моллюски, личинки насекомых в экспресс и хронических опытах. В нашей работе была использована перловица-тумидус, как тест-объект, чутко реагирующий на малейшие отклонения качества водной среды, и удобный для культивирования и препарирования. Поэтому, целью нашего исследования являлось изучение пульсации сердца представителя пластинчатожаберных моллюсков – перловицы-тумидус (*Unio tumidus* L.) в тестируемых растворах для использования в биоиндикации водной среды. Действие токсиканта определяет и отражает реакцию всего организма. Имеет значение сам факт кардиотропного действия яда; та или иная степень поражения сердечной деятельности связана с нарушением энергетического баланса всего организма [ссылка 5].

Методологической основой работы было сопоставление частоты сердцебиения моллюсков различных возрастных когорт в тестируемых растворах, у которых изучалась частота сердцебиения фистульным методом [ссылка 2]. В качестве тестируемых растворов использовали обычную воду (контроль) и раствор медного купороса – соединение, которое является ксенобиотиком, попадающим в природные водоемы вместе с промышленными сточными водами. Все остальные гидрологические режимы были одинаковыми. В работе нами использовался раствор медного купороса концентрацией 5000 мкг/л, 7000 мкг/л, в котором моллюски находились в пессимальных и летальных условиях. Подготовительный этап включал подготовку условий для содержания моллюсков в лабораторных условиях, определение летальных ( $LC_{50}$ ) и сублетальных (SLC) концентраций опытного раствора. Моллюски были рассортированы в две возрастные группы (1-4 года и 5-8 лет) в каждой по 50 особей, и помещены в аквариумы емкостью по 50 л. Для обогащения воды кислородом использовали компрессор. Температура воды в аквариумах составляла в среднем 18-19<sup>0</sup> С. В качестве субстрата в аквариумах использовали речной песок. Кормились моллюски «сухим кормом» для аквариумных рыбок 2-3 раза в неделю. Два раза в месяц производили замену воды в аквариумах на свежееотстоенную. Аквариумы не освещались.

Производился подсчет частоты сердцебиения моллюсков в течение минуты через 20, 40 и 60 минут. Пульсация сердца моллюсков подсчитывалась с помощью стереоскопа МБС – 2, закрепленного на выдвижном штативе. В отпрепарированном состоянии моллюски могут сохранять жизнеспособность продолжительное время. Под стереоскопом

пульсация сердца через тонкую мантию хорошо заметна. Через несколько дней, после подсчета частоты сердцебиения моллюсков в контроле, и после реабилитации в обычной воде, они же по группам и поочередно аналогично помещались в эксикатор с опытными растворами медного купороса концентрацией 5000 мкг/л, 7000 мкг/л.

Средние значения частоты сердцебиения моллюсков младшего возраста в опытных растворах представлены в таблице 1.

Таблица 1

Средние величины частоты сердцебиения *Unio tumidus* L. младшего возраста

Условие эксперимента	Средний возраст, лет	Длина раковины, см	Время, минуты				α, %
			0	20	40	60	
контроль	2,6	6,47	18,66±0,17	18,08±0,18	17,46±0,18	17,04±0,17	0,01
опыт 1			15,76±0,19	13,62±0,17	11,72±0,19	9,74±0,23	
опыт 2			8,22±0,25	6,16±0,24	4,16±0,21	2,08±0,15	

В контроле в течение часа частота пульсации сердца моллюсков практически не изменялась, лишь незначительно колеблясь. В растворе медного купороса концентрацией 5000 мкг/л (опыт 1) за указанный промежуток времени частота сердцебиения моллюсков значительно снижалась почти в два раза (от 15,76±0,19 до 9,74±0,23 уд/мин). Опытная концентрация являлась пессимальной, так как тест-объекты находились в угнетенном состоянии и не погибали.

Тестируемый раствор концентрацией 7000 мкг/л (опыт 2) оказался летальным для тест-объектов, так как спустя час, половина моллюсков погибло (52 %). При помещении моллюсков в тестируемый раствор концентрацией 7000 мкг/л за указанный промежуток времени частота сердцебиения снижалась почти в четыре раза (от 8,22±0,25 против 2,08±0,15).

Аналогичным образом нами была изучена возрастная когорта моллюсков данного вида, средний возраст которой составлял 5,92 года. Результаты сравнительного анализа пульсации сердца средневозрастной группы представлены в таблице 2.

Таблица 2

Средние величины частоты сердцебиения *Unio tumidus* L. среднего  
возраста

Условие эксперимента	Средний возраст, лет	Длина раковины, см	Время, минуты				$\alpha$ , %
			0	20	40	60	
контроль	5,92	6,88	18,22±0,14	17,52±0,15	17,08±0,14	16,72±0,13	0,01
опыт 1			14,2±0,19	11,76±0,21	9,64±0,22	7,66±0,18	
опыт 2			5,98±0,17	4,16±0,16	2,60±0,12	0,96±0,09	

В этой возрастной группе моллюсков наблюдалась схожая ситуация. В контроле пульсация сердца в течение часа также практически не изменялась, а в растворе медного купороса концентрацией 5000 мкг/л (опыт 1) – достоверно снижалась почти в два раза ( $\alpha = 0,01$  %). При концентрации 7000 мкг/л (опыт 2) частота сердцебиения моллюсков за указанный промежуток времени снизилась почти в пять раз; эта концентрация оказалась также летальной (58 %).

Таким образом, очевидно, что раствор с содержанием медного купороса оказывает значительное влияние на общий метаболизм моллюсков, и это воздействие проявляется через изменение пульсации их сердца. Причем в различных возрастных когортах она характеризовалась определенной ритмикой. В качестве основных выводов можно привести следующие результаты:

1. Раствор медного купороса концентрацией 5000 мкг/л (опыт 1) оказывал угнетающее действие на общий метаболизм всех изученных нами возрастных групп моллюсков, подвергшихся испытанию в течение часа, что проявлялось через снижение частоты сердцебиения почти в два раза у младшевозрастной и средневозрастной когорт.

2. Раствор медного купороса концентрацией 7000 мкг/л (опыт 2) для данного вида являлся критическим и приводил к летальному исходу. Частота сердцебиения в испытуемых группах снижалась в 4-5 раз в течение часа, после чего половина и более особей моллюсков погибала.

3. В различных возрастных когортах перловиц в зависимости от концентрации раствора, частота сердцебиения характеризовалась определенной ритмикой. У моллюсков младшего возраста (2,6 лет), средняя частота сердцебиения в контроле, опыте 1 и опыте 2 изначально была несколько выше, чем у средневозрастных, что связано с возрастными особенностями метаболизма хода онтогенеза, соответственно: 17,81±0,17, 12,71±0,19, 5,13±0,21. У средневозрастных моллюсков (5,92 лет) эти показатели составляли, соответственно: 17,38±0,14, 10,81±0,20, 3,42±0,13.

Для расширения и уточнения представлений о типах загрязнителей в зависимости от физиологического действия на гидробионтов необходимо дальнейшее накопление фактического материала.

### **Литература**

1. Брагинский, Л.П. Некоторые принципы классификации пресноводных экосистем по уровню токсической загрязненности // Гидробиологический журнал. – 1985, – № 6. – Т. 21. – С. 65-74.

2. Веселов, Е.А. Биологические тесты при санитарно-биологическом изучении водоемов // Жизнь пресных вод СССР / Под ред. Е.Н. Павловского, В.И. Жадина. – М.- Л.: Изд-во АН СССР, 1959. – Ч.2. – С. 7-37. – Т.4.

3. Садыков, О.Ф. Экологическое нормирование: проблемы и прогнозирование. Экология. – 1989. – № 3. – С. 3-11.

4. Филенко, О.Ф. и др. Биотестирование как способ контроля токсичности загрязняемой водной среды: Автореф. дис... / О.Ф. Филенко; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. – М., 1999. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.apus.ru>.

5. Филенко, О.Ф. Биологические методы в контроле качества окружающей среды: Автореф. дис. ... д-р биол. наук / О.Ф. Филенко; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. – М., 2007. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kozlenko.ru>.



## ВЫСВОБОЖДЕНИЕ ФОСФОРА ИЗ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД В ПРОЦЕССЕ АЭРОБНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ

Лескова О. Н., Павлова А. Л., Федорова О. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды)

### **Abstract.**

This article refers the process of phosphate ions accumulation in the cells of microorganisms and the subsequent release of phosphate from wastewater precipitate in an anaerobic and aerobic processes. That indicates increasing of phosphate pollution in source water, and decreasing of effective treatment. Also shows the relation between concentration of phosphate ions in the wastewater, and the duration of the of aerobic stabilization process.

Фосфор - важнейший биогенный элемент, чаще всего лимитирующий развитие продуктивности водных экосистем. Поступление избытка соединений фосфора в составе минеральных удобрений в водные объекты с поверхностным стоком с полей, со стоками ферм, с недоочищенными или неочищенными бытовыми сточными водами, а также с некоторыми производственными отходами приводит к резкому неконтролируемому приросту растительной биомассы (это особенно характерно для непроточных и малопроточных водоемов), вследствие чего происходит изменение трофического статуса водоема с перестройкой всего водного сообщества, что приводит к преобладанию гнилостных процессов и, соответственно, к возрастанию мутности, уменьшению концентрации растворенного кислорода и пр.

Для обеспечения нормативных требований, предъявляемых к очистке сточных вод, прежде всего от фосфора, при проектировании очистных сооружений биологической очистки, необходимо учитывать влияние вторичных загрязнений, возникающих при обработке осадков сточных вод.

По мнению кандидата технических наук Н.Ю. Большакова, фосфораккумулирующие организмы (ФАО), способные накапливать фосфор внутриклеточно в гранулах волютина, используют его как энергетический резерв при употреблении субстрата в анаэробных условиях. Эти бактерии в анаэробных условиях потребляют простые легкоокисляемые субстраты и запасают их внутри клетки в виде полигидроксиалканатов, что сопровождается внутриклеточной деградацией накопленных в аэробной стадии соединений фосфора. Энергия гидролиза (деградации) фосфатов тратится на накопление и потребление легкоокисляемой органики, клеточный синтез и транспортный перенос в процессе дыхания в анаэробных условиях. Эти процессы сопровождаются отдачей накопленного клеткой фосфора в воду. При этом в результате успешно протекающей анаэробной стадии должно

происходить накопление запаса органики в клетках и стимуляция у бактерий активного потребления фосфатов в процессе аэробной стабилизации [2].

Потребление фосфатов сверх нормального уровня вызывается у ФАО их предварительным стрессированием в анаэробных условиях. Когда ФАО попадают в аэробные условия, то накопленный субстрат в виде полигидроксиалканатов начинает выступать в роли источника углерода для питания и прироста биомассы бактерий. Этот процесс сопровождается выделением углекислого газа, воды и повышенным потреблением фосфатов из окружающей среды. Попадая в организм, фосфаты откладываются в клетках в виде полифосфатных гранул [2].

Описанный процесс аккумуляции и использования энергии соединений фосфора в клетках бактерий лежит в основе методов биологической очистки извлечения фосфатов из сточных вод при сочетании анаэробных и аэробных условий.

Процесс аэробной стабилизации осадков сточных вод исследовался на лабораторной установке, состоящей из емкости для стабилизации и компрессора для подачи воздуха через диспергаторы. Интенсивность аэрации составляла  $5 \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{ч})$ , температура дисперсной системы в течение всего процесса колебалась от 18 до 21 °С. Объектом исследования являлся избыточный активный ил осадков сточных вод очистных сооружений, обрабатывающих хозяйственно-бытовые стоки и сточные воды различных пищевых производств.

Избыточный активный ил представляет собой гетерогенную систему, в которой дисперсионная среда представлена биологически очищенной сточной водой, а дисперсная фаза - хлопьями активного ила, сформированными в виде сложной трехуровневой клеточной структуры, окруженной экзоклеточным веществом биополимерного состава. В процессе аэробной стабилизации происходит окисление органической части осадков микроорганизмами в присутствии кислорода воздуха, поэтому о ходе деструкции фосфорсодержащих биохимических соединений можно судить по изменению концентрации фосфат-ионов в надилловой жидкости. В ходе проведенных экспериментов были получены зависимости концентрации фосфатов от продолжительности процесса аэробной стабилизации. Усредненные результаты экспериментов за 2008-2010 года представлены на рис. 1.

В представленном графическом материале прослеживается прямая зависимость концентрации фосфат-ионов от продолжительности аэрации: чем дольше сточные воды подвергаются аэробной стабилизации, тем больше фосфат-ионов высвобождается в надилловую жидкость из полифосфатных соединений. После аэробной стабилизации осадок подвергается уплотнению и надилловая жидкость возвращается в технологическую схему очистных сооружений сточных вод.

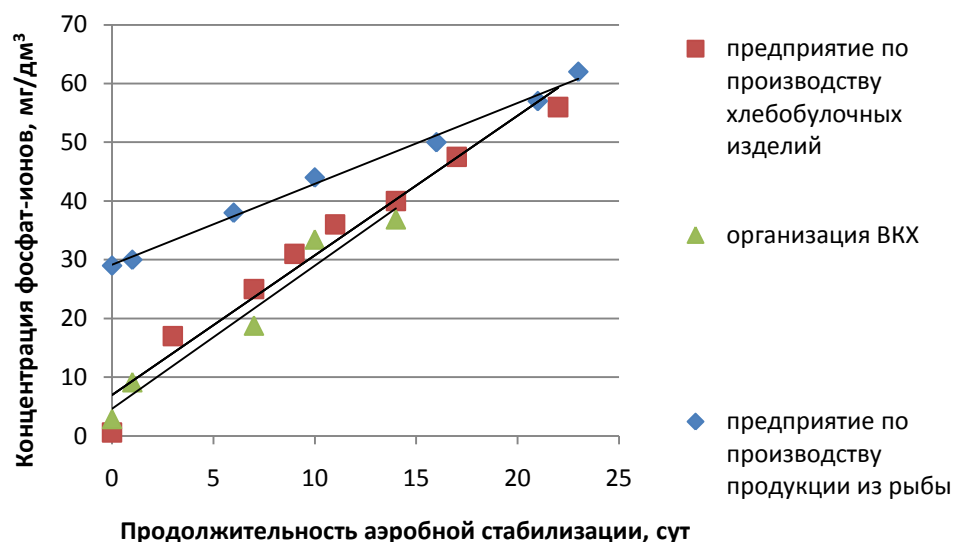


Рис. 1. Динамика изменения концентрации фосфат-ионов в процессе аэробной стабилизации осадка сточных вод

В ходе процесса аэробной стабилизации происходит значительно меньшее выделение фосфатов в окружающую среду, чем при обработке активного ила в анаэробных условиях [4]. Следовательно, для обеспечения эффективного удаления фосфатов нужно сокращать период пребывания избыточного ила в анаэробных условиях. Без принятия этих мер практически весь накопленный в основном процессе очистки фосфор будет выделен на стадии обработки и возвращен в систему очистных сооружений биологической очистки с внутренними потоками, что может увеличить нагрузку на аэротенк и существенно снизить степень очистки по фосфору и его соединениям. Надилловая жидкость, образующаяся в результате разделения аэробно стабилизированного осадка способствует увеличению концентрации фосфат-ионов в очищаемой воде.

Следует отметить, что числовые значения концентрации фосфатов не являются постоянными величинами из-за наличия ряда факторов: залповый сброс, время года, особенности биоценозов, режим эксплуатации очистных сооружений и т.д. [1]. При этом динамика изменения концентрации фосфатов идентична для избыточного активного ила биологических очистных сооружений предприятий различной направленности (пищевое производство и городские стоки водоканализационных организаций) на протяжении ряда лет.

Таким образом, в целях достижения высокой эффективности очистки сточных вод от соединений фосфора на очистных сооружениях хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод (прежде всего на городских канализационных очистных сооружениях) недостаточно использовать только методы биологической очистки. Необходимо дополнительно предусмотреть мероприятия по минимизации высвобождения соединений фосфора в процессе обработки осадков

сточных вод. Выбор наиболее эффективных методов доочистки сточных вод от соединений фосфора должен учитывать не только технологические схемы очистки самих сточных вод, но и технологические схемы обработки их осадков. Такой комплексный подход к решению задачи предотвращения загрязнения водных объектов биогенными элементами позволит выбрать наиболее экономичную схему.

**Литература:**

1. Исследование процесса аэробной стабилизации избыточного активного ила / В.Е. Аджиенко [и др.] // Вода и экология. – 2000. - №3. – С. 59-70.
2. Большаков, Н.Ю. Минимизация высвобождения фосфора из осадков сточных вод / Н.Ю. Большаков // Экология производства. – 2012. - №4. – С.54-58.
3. Туровский, И.С. Обработка осадков сточных вод / И.С. Туровский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1988. – 257 с.
4. Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы / М. Хенце [и др.]. - М. : Мир, 2004. - 480 с.

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ЮЖНОГО И СРЕДНЕГО КОЛЕН КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА ПО ИНДИКАТОРНЫМ ЦИАНОБАКТЕРИЯМ

Луценко Е. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Экологии и защиты окружающей среды)

**Abstract.** In this article are presented the results of saprobic estimation of littoral zone of Kola Bay using cyanobacteria as species-indicators. It was found out, that the south part of Kola Bay is poly-saprobic and middle part – is  $\alpha$ -meso-saprobic.

В биологическом контроле за качеством воды или ее токсичностью в водоеме важную услугу оказывают индикаторы сапробности. Принцип санитарно-биологического анализа заключается в том, что при поступлении в водоем сточных вод целый ряд гидробионтов гибнет, вследствие этого возникают специфические сообщества организмов, характеризующие различную степень загрязнения вод. Количественные и качественные соотношения организмов в биоценозах нестойки и изменяются в зависимости от содержания органических веществ, других условий, т. е. меняются по сапробности [2].

В зависимости от степени загрязнения воды различают три сапробные зоны: полисапробные, мезосапробные и олигосапробные.

*Полисапробная зона* характеризуется большим содержанием нестойких органических веществ и наличием продуктов их анаэробного распада (метан, сероводород). Кислород отсутствует, содержится много органического детрита, протекают восстановительные процессы, железо находится в форме FeS, ил имеет черную окраску с запахом сероводорода. В этой зоне в массе развиваются растительные организмы с гетеротрофным типом питания: сапрофитные бактерии, нитчатые бактерии (*Sphaerotilus*), серные бактерии (*Beggiatoa*, *Thiothrix*), бактериальные зооглеи (*Zoogloea ramigera*).

*Альфа - мезосапробная зона.* В этой зоне происходит аэробный распад органических веществ с образованием аммиака; кроме того, содержится много свободной углекислоты, кислород — в небольшом количестве. В воде и донных отложениях протекают окислительно-восстановительные процессы, железо находится в закисной и окисной формах, ил сероватой окраски. В этой зоне развиваются организмы, обладающие большой выносливостью к недостатку кислорода и высокому содержанию углекислоты. Преобладают растительные организмы с гетеротрофным и миксотрофным питанием. Обильно развиваются бактериальные зооглеи, нитчатые бактерии, грибы, цианобактерии рода осциллятории.

*Бета-мезосапробная зона* отмечается в водоемах, почти освободившихся от нестойких органических веществ (полная минерализация). Концентрация кислорода и угольной кислоты сильно колеблется в течение суток, в дневные часы содержание кислорода в воде доходит до пересыщения, и углекислота может полностью исчезнуть. В ночные часы наблюдается дефицит кислорода в воде. В илах много органического детрита, интенсивно протекают окислительные процессы, ил желтой окраски. В этой зоне наблюдается большое разнообразие животных и растительных организмов.

*Олигосапробная зона* характеризует практически чистые водоемы с незначительным содержанием нестойких органических веществ и небольшим количеством их минерализации. Содержание кислорода и углекислоты не претерпевает заметных колебаний в дневные и ночные часы суток. Цветение водорослей, как правило, не наблюдается. В донных отложениях мало органического детрита, автотрофных микроорганизмов и бентосных животных (червей, личинок хирономид и моллюсков) [6].

Биологический анализ воды наряду с другими методами используется при оценке состояния водоемов и контроля за качеством воды. Цианобактерии благодаря стенотопности многих видов, их высокой чувствительности к условиям окружающей среды играют важную роль в биологическом анализе воды. В настоящее время существует несколько систем для биологической индикации загрязненных вод. В отношении цианобактерий как структурным элементом водорослевого ценоза для этих целей применяют систему определения сапробности, предложенную в 1908 г. Р. Кольквитцем и М. Марссоном, и ее последующие модификации [6;7].

Ротшайн предложил индекс сапробности, аналогичный индексу Пантле и Букка. При расчете этого индекса учитываются сапробные валентности и индикаторный вес показательных организмов по Зелинке и Марвану. Каждой ступени сапробности придается определенное числовое значение: ксеносапробная ступень -  $S_x = 90$ , олигосапробная ступень -  $S_o = 70$ ,  $\beta$ -мезосапробная ступень -  $S_\beta = 50$ ,  $\alpha$ -мезосапробная ступень -  $S_\alpha = 30$ , полисапробная ступень -  $S_p = 10$ .

Для отдельных ступеней сапробности подсчитывают, как при расчете средневзвешенных сапробных валентностей по Зелинке и Марвану, суммы  $\Sigma P$ , являющиеся произведением частоты встречаемости видов, их сапробной валентности и индикаторного веса.

Наибольшая  $\Sigma P$  и две соседних с ней  $\Sigma P$  для ступеней сапробности умножают на соответствующие значения  $S_x \dots S_p$ , полученные три произведения складывают и делят на сумму трех соответствующих  $\Sigma P$ , таким образом индекс Ротшайна равен:

$$S = \frac{(S_1 \Sigma P_1 + S_2 \Sigma P_2 + S_3 \Sigma P_3)}{(\Sigma P_1 + \Sigma P_2 + \Sigma P_3)}, \quad (1)$$

где:  $\Sigma P_2$  является наивысшей  $\Sigma P$ .

Полученные значения индекса  $S$  истолковывают следующим образом: ксеносапробная ступень - 90 - 80, олигосапробная ступень - 80 - 60,  $\beta$ -мезосапробная ступень - 60 - 40,  $\alpha$ -мезосапробная ступень - 40 - 20, полисапробная ступень - 20-10 [7].

Исследования проводились в осенне-весенний период с сентября 2010 года по май 2011 года. Сбор проб перифитона осуществляли на пяти станциях, расположенных в южном и среднем коленах Кольского залива (Рис. 1).



Станция 1. – Мыс притыка (68°92' в.д., 33°02' с.ш.);  
 Станция 2. – Мыс Абрам (68°97' в.д., 33°03' с.ш.);  
 Станция 3. – Пассажирский район порта г. Мурманска (68°98' в.д., 33°06' с.ш.);  
 Станция 4. – Губа Варламова (69°07' в.д., 33°37' с.ш.);  
 Станция 5. – Губа Белокаменная (69°08' в.д., 33°19' с.ш.).

Рис. 1. Карта-схема Кольского залива со станциями отбора проб

Природный материал собирали во время отлива скальпелем с поверхностей различных твердых субстратов, расположенных на литорали. Отбор, подготовку проб и приготовление препаратов проводили по общепринятым методикам [1]. Всего было собрано и обработано 66 проб. Изучение препаратов проводили методом прямого микроскопирования в световом микроскопе МИКМЕД–1. Видовую принадлежность выявляли в соответствии со специализированными определителями [5; 3; 8;9]. Для определения сапробности видов применяли список видов-индикаторов [10].

В результате исследований обнаружено 55 видов цианобактерий, относящихся к 31 роду, 11 семействам, 3 порядкам. 29 видов являются новыми для литорального сообщества цианобактерий Кольского залива и Баренцева моря. Среди выделенных цианобактерий перифитона литорали Кольского залива выявлено 14 видов – индикаторов сапробности (табл. 1).

Таблица 1.

**Данные по встречаемости, индикаторному весу и сапробной валентности выделенных индикаторных видов цианобактерий**

№ п/п	Таксон	Встреча- емость	S <sub>i</sub>	a <sub>i</sub> (j=0, ..., 6)						
				0	1	2	3	4	5	6
				χ	ο	β	α	ρ	i	m
1	<i>Synechocystis salina</i> Wisl.	Ст.3 – 2; Ст.4 – 4; Ст.5 – 2	1,2	-	4	6	-	-	-	-
2	<i>Microcystis firma</i> (Kütz.) Schmidle	Ст.1 – 2; Ст.3 – 4; Ст.5 – 2	1,2	-	8	2	-	-	-	-
3	<i>Eucapsis minor</i> (Scuja) Elenk.	Ст.5 – 1	0,3	7	3	-	-	-	-	-
4	<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.	Ст.2 – 3; Ст.3 – 4	1,8	-	2	8	-	-	-	-
5	<i>Pseudanabaena catenata</i> Laut.	Ст.1 – 5; Ст.2 – 3; Ст.3 – 6	2,8	-	-	3	1	6	-	-
6	<i>Pseudanabaena mucicola</i> (Naum. et Huber-Pest.) Schwabe	Ст. 1 - 3	1,5	-	5	5	-	-	-	-
7	<i>Jaaginena pallidum</i> (Böch.) Anagn. et Komárek	Ст.3 – 3	1,8	-	3	6	1	-	-	-
8	<i>Spirulina subsalsa</i> Oerst. ex Gom.	Ст. 5 – 2	1,4	-	-	3	7	-	-	-
9	<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gom.) Anagn. et Komárek	Ст.3 – 4; Ст.4 – 4; Ст.5 – 1	1,7	-	4	5	1	-	-	-
10	<i>Heteroleibleinia distincta</i> (Schmidle) Anagn. et Komárek	Ст.1 – 2; Ст.2 – 4	1,5	-	5	5	-	-	-	-
11	<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anagn. et Komárek	Ст.3 – 2	1,6	-	4	6	-	-	-	-
12	<i>Phormidium ambiquum</i> Gom. ex Gom.	Ст.3 – 2	2,0	-	-	10	-	-	-	-
13	<i>Phormidium papyraceum</i> Gom. ex Gom.	Ст.3 – 2	1,5	-	5	5	-	-	-	-
14	<i>Calothrix fusca</i> (Kütz.) Born. et Flah.	Ст.2 – 3	1,2	-	8	2	-	-	-	-



После вычисления индекса Ротшайна была определена сапробность каждой станции. Так, для станций в южном колене (ст. 1, 2, 3) характерна полисапробная ступень, а для станций среднего (ст. 4,5) – α-мезосапробная. Характеристика качества воды Кольского залива соответствует оценке, данной Мурманским УГМС [4]. Такие значения сапробности имеют прямую причинно-следственную связь с антропогенной нагрузкой на Кольский залив. На всем протяжении южного колена залива располагаются промышленные предприятия, морской рыбный, траловый, транспортный и торговый порты, хозяйственно-бытовые отходы большого города Мурманска, и их влияние непосредственно сказывается на водной экосистеме. В среднем колене нагрузка меньше в связи с более узким спектром использования водоема – в залив поступают стоки меньшего по численности населения города Североморска, его немногочисленных предприятий, базы военно-морского флота.

### Литература

1. Водоросли. Справочник / Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др.— Киев: Наук. думка, 1989. — 608 с.
2. Воробьев, А.А. Медицинская и санитарная микробиология: Учеб. пособие для студ. высш. мед. учеб. Заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 464с.
3. Голлербах, М.М. Определитель пресноводных водорослей СССР – М.: Сов. наука, 1953. – 665 с.
4. Доклад Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области 2011 год. – Мурманск, 2012.
5. Косинская, Е.К. Определитель морских синезеленых водорослей – Л., М.: изд-во АН СССР, 1948. – 278 с.
6. Семин, В.А. Основы рационального водопользования и охраны водной среды: Учеб. пособие для студ. вузов – М.: Высш. Шк., 2001, - 320 с.
7. Садчиков, А.П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство – М.: изд-во «Унив-тет и школа», 2003. – 157 с.
8. *Komárek J., Anagnostidis K.* Cyanokaryota. 1. Teil: Chroococcales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 19/1. Jena-Stuttgart-Lübeck-Ulm, 1999. 548 s.
9. *Komárek J., Anagnostidis K.* Cyanokaryota. 2 Teil: Oscillatoriales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 19/2. München, 2005. 759 s.
10. Баринова, С.С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. – Tel Aviv: Pilies Studio, 2006. – 499 с.

## **ОБОСНОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕНЕЗА И ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ ГЕОСИСТЕМЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ СБРОСЕ СТОЧНЫХ ВОД ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Мамбетов Р. Ф., Роднова Е. В.** (г. Орбургу, ОГУ, кафедра Экологии и природопользования)

Study of conditions of natural and technical systems for wastewater gas processing industries using ZEP possible to formulate basic steps and principles of its existence. Geoecosystem ability to recovery and the degree of purification of waste water by the level loads, chemical composition and thickness of the zone of aeration and the ability to accumulate contaminants.

В статье представлены этапы развития геэкоcистемы при сбросе сточных вод газоперерабатывающей промышленности.

Предприятия добывающей и перерабатывающей промышленности, электроэнергетики, совместно с занимаемой ими территорией образуют природно-технические системы (ПТС). Производственные процессы предприятий связаны с участием больших объемов воды, которые после выполнения своих функций имеют низкие концентрации загрязняющих веществ, но без очистки до нормативных требований не могут быть сброшены в водные объекты, что обуславливает необходимость доочистки их в геэкоcистеме с помощью систем водоотведения сточных вод [1].

Предметом исследований является обоснование устойчивости функционирования природных систем в условиях техногенеза и этапов развития геэкоcистемы при длительном сбросе сточных вод газоперерабатывающей системы.

Исследование условий функционирования ПТС при утилизации сточных вод газоперерабатывающей промышленности с использованием ЗПО позволило сформулировать основные этапы и принципы ее существования [2]:

- на первом этапе в течение трех лет - неустойчивый период, когда из-за утилизации сточных вод в геэкоcистеме происходят изменения основных параметров характеристик, что сопровождается смещением ее равновесия в системе и функционированием в условиях техногенеза;
- во второй период от 3 до 10 лет наблюдается формирование техногенных потоков при миграции ионов легкорастворимых солей и других примесей сточных вод в сопредельных средах: почва - грунтовые воды - поверхностный водный объект, когда изменения подвержены

сезонной динамике и емкость системы позволяет накапливать на геохимических барьерах продукты миграции загрязняющих веществ без глубоких качественных изменений;

- накопление в структуре ПТС под влиянием техногенеза отрицательных признаков, связанных с увеличением поглощенного натрия, легкорастворимых солей, вымыванием кальция, подъемом и загрязнением УГВ, снижением продуктивности агроценоза;

- разрушение существующего карбонатного и формирование солевого барьера на глубине 0-0,3 м и 0,5-0,6 м при увлажнении почвы 0,5 м с осаждением на геохимических барьерах тяжелых металлов;

- придание геоэкосистеме признаков геохимического барьера в защите водных объектов от примесей сточных вод, которые осаждаются в почвах и грунтах зоны аэрации;

- четко выраженная цикличность процессов подъема грунтовых вод, перераспределения солей в почве, поступления примесей в грунтовые воды и их выноса в реку, связанная со сбросом сточных вод;

- саморегуляция системы при выносе примесей растительностью, буферность почвы по отношению к накоплению натрия - иона в почвенном поглощающем комплексе, при этом продуктивность агроценоза значительно не уменьшается;

- вовлечение под воздействием техногенеза в оборот инертных соединений кальция за счет растворения гипса и карбонатов [3];

- на третьем этапе от 10 до 25 лет снижение утилизирующей способности ПТС, что регистрируется в системе мониторинга по снижению урожайности люцерны в 2 раза, загрязнению геоэкосистемы примесями сточных вод, включая подземные и поверхностные водные объекты, период глубоких качественных и количественных изменений, приводящих к существенным изменениям признаков системы и негативным последствиям [4].

Таким образом, на втором этапе существования геоэкосистемы исследованиями установлена очищающая роль почв и грунтов ЗПО при утилизации сточных вод промышленных предприятий без загрязнения поверхностных и грунтовых вод, с аккумуляцией загрязняющих веществ на геохимических барьерах и концентрациями легкорастворимых солей в почве в допустимых для роста и развития растений пределах [5].

На третьем этапе в условиях дефицита кальция - и магний - ионов в составе почвенного раствора произошли изменения характеристик геоэкосистемы, которые привели к снижению урожайности люцерны в два раза, потребовались мероприятия по восстановлению ее свойств. Таким образом, допустимым уровнем нагрузки сточных вод по урожайности люцерны и безопасным для почв ЗПО по экологическим показателям

следует считать функционирование геозкосистемы в период до 10 лет при рекомендованном режиме эксплуатации [4].

Способность геозкосистемы к утилизации и степени очистки сточных вод определяется уровнем нагрузки и химическим составом их, мощностью зоны аэрации, возможностью почв и грунтов аккумулировать загрязняющие вещества, а также суммарным испарением агроценоза. Количественные изменения в геозкосистеме в период развития ПТС характеризуются прохождением трех стадий формирования с допустимым уровнем нагрузки сточными водами на 1 и 2 этапах развития геозкосистемы [6].

### **Литература**

1. Акимова, Т. А. Экология. Человек Экономика - Биота - Среда: учебник / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 566 с.
2. Гамм, Т. А. Технология рекультивации техногенно нарушенных почв / Т. А. Гамм // Экология и промышленность России. 2003. - № 5. – С. 25-26.
3. Гамм, Т. А. Научные основы рациональной организации природно- технической системы / Т. А. Гамм; Рос. акад. наук, Урал, отделение. Екатеринбург: УРО РАН, 2003. – 485 с.
4. Гамм, Т. А. Использование осадка сточных вод ТЭЦ / Т. А. Гамм // Экология и промышленность России. 2001. - № 10. – С. 32-33.
5. Гамм Т.А. Основы экологического проектирования и экологической экспертизы / Т. А. Гамм, А.А. Гамм // Курс лекций и практических занятий по экологической экспертизе и экологическому проектированию. Saarbrucken: SchaltungsdienstLangeo.H.G., Berlin, 2012. – 555с.
6. Гамм Т.А. Рационализация использования промышленных сточных вод / Т. А. Гамм, А.А. Гамм // Экологическое обоснование водоотведения на предприятиях добывающей и перерабатывающей промышленности. Saarbrucken: SchaltungsdienstLangeo.H.G., Berlin, 2011. – 364 с.

**ОБ УЯЗВИМОСТИ ОБЪЕКТОВ С ОТРАБОТАВШЕМ ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВОМ НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТА «УКРЫТИЕ»****Наумов А. В.** (*г. Апатиты, ФГБУ науки Горный институт КНЦ РАН*)

The history of transformation of the «Shelter» object into an environmentally safe system is discussed. The paper analyzes some projects of the International competition «Kiev-92», in which the author participated. Given the assessment performed during the last 20 years of transformation, as a result of which the safety of SNF in the object is reduced.

Авария на 4 блоке Чернобыльской АЭС произошла в апреле 1986 года и вызвала не только экологические проблемы на значительных территориях, но и повлияла на судьбу СССР. При ликвидации последствий аварии были задействованы сотни тысяч людей, в первую очередь военнослужащих. Были затрачены значительные ресурсы на переселение населения, очистку территорий и ликвидацию аварии на площадке АЭС.

Зимой 1986 года по проекту российского ВНИПИЭТа за 4 месяца над 4 блоком сооружен объект Укрытие (ОУ), имеющий срок эксплуатации 25 лет [1]. Этот проект позволил на несколько лет продлить работу 3 энергоблока Чернобыльской АЭС и выполнить ряд необходимых работ на объекте: укрепление конструкций, предотвращение доступа воды и проведение научных исследований. В частности, сотрудники Радиевого института, Комплексной экспедиции при Курчатовском институте (КЭ ИАЭ) в 80-х и начале 90-х годов исследовали расположение и характеристики ТСМ объекта Укрытие, восстанавливали ход аварии, а также выполняли расчеты размножающих свойств и критических масс. Впоследствии в Припяти был создан Международный научно-технический центр, в котором работали специалисты из России и Украины.

Дальнейшей судьбой ОУ занялась Украина. В 1992 году постановлением Кабмина Украины № 94 был объявлен международный конкурс "Киев-92" на преобразование 4 блока ЧАЭС в экологически безопасную систему. Организация конкурса поручена Минчернобылю и АН Украины с привлечением экспертов из России, Европы и США. Председателем жюри был назначен академик Б. Патон - президент Академии наук Украины, заместителями В. Барьяхтар - вице-президент Академии наук Украины и академик Беляев С. Т., директор отделения Курчатовского института. Оргкомитет возглавлял министр Минчернобыля Готовиц, а рабочую группу по отбору проектов - В. Купный, также из Минчернобыля. В целом в рабочей группе специалисты - атомщики составляли меньшинство [2]. В задании на конкурс вошли некоторые практически невыполнимые условия, например, был определен нереально малый срок осуществления проекта.

На конкурс было представлено около 400 предложений, от полной разборки до превращения 4 блока в бетонный монолит. Лучшие проекты, выбранные жюри по представлению рабочей группы конкурса были заслушаны на 3 этапе конкурса - конференции в Киеве в июне 1993 года.

В работе этой конференции в составе делегации, представляющей проект ВНИПИЭТа и Горного института «Монолит» принимал участие автор этого доклада. В условиях общественного недовольства последствиями Чернобыльской катастрофы и наличием объекта Укрытия российские проекты оказались в невыгодном положении. Насколько понял автор из недельных дискуссий, большинством участников партнерство России понималось только в предоставлении места для захоронения радиоактивных отходов от разборки объекта «Укрытие». Так как при обследовании аварийных развалов большая часть топлива не была обнаружена, то в процессе обсуждения проектов выявились значительные разногласия по количественной оценке ядерного топлива, оставшегося в разрушенном реакторе – от 10 до 95%. Продвигалась идея необходимости длительного изучения расположения и свойств ТСМ. Некоторые российские эксперты, в том числе из КИ, наоборот, предлагали относительно быстрое извлечение ТСМ, их переработку и разборку ОУ, вплоть до «зеленой лужайки».

В результате изучения проектов американские эксперты, кстати, до этого руководившие ликвидацией последствий тяжелой аварии на американской станции ТМІ-2, предостерегли от извлечения ТСМ, особенно с помощью робототехники. Они отметили, что не представляют, как бы они выполняли какой-либо из представленных проектов на ОУ. Только на данном этапе конкурса было осознано отсутствие хранилища для ТСМ и РАО, что стало слабым местом для многих проектов. Слабыми были признаны проекты металлических арок из-за низкой устойчивости к пожару. Тем не менее, после конкурса организаторы стали склоняться к сооружению надвигной арки для длительного хранения и проведения в будущем разборки завалов и извлечения топливосодержащих масс.

Несмотря на решение рабочей группы, по решению жюри, российский проект Монолит, а также проект Курчатовского института Плутон и четыре иностранных проекта вошли в число финалистов и призеров конкурса. В итоге победителя конкурс не выявил, однако для дальнейшего сотрудничества была выбрана фирма Комптон Бернар, в консорциуме с рядом европейских партнеров и украинскими организациями. В дальнейшем, уже в рамках программы ЕС TACIS, подготовлен План осуществления мероприятий на объекте "Укрытие" - "Shelter Implementation Plan" (SIP) [2-4]. Первая фаза SIP - сбор исходных данных, вторая - усиление конструкции и третья фаза - окончательное преобразование «Укрытия» в долговременное экологически безопасное сооружение. Реализовать третью фазу разработчики плана «SIP»

предложили с помощью варианта «Монолит» [1]. Было также решено создать международный Чернобыльский фонд "Укрытие" для финансирования SIP. В 1997г. план «Sip» был утвержден странами «Большой семерки». Украина подписала план «SIP» без третьей фазы. На реализацию плана «SIP» первоначально предполагалось затратить 800 млн. долларов США, в настоящее время – уже более 1 млрд. Первоначальный срок завершения плана «SIP» в 2002 году изменился и сейчас определен 2015 годом. В результате только в настоящее время начато строительство нового безопасного конфайнмента, извлечение ТСМ и РАО предусматривается в отдаленном будущем. Министр МЧС Украины 30 января 2013 года назвал цифру в 1 млрд. долларов, которые нужны только на достройку предприятий по переработке жидких и твердых радиоактивных отходов и для постройки сухого хранилища для отработавшего топлива и нового Укрытия. А стоимость работ по переводу Укрытия в экологически безопасную систему так и осталась неизвестной [4].

Российский проект Монолит, отклоненный в 1993 году, предусматривал примерно в 100 раз меньшие затраты. Вполне вероятно, что выполнение проекта в настоящее время было бы уже давно завершено.

В январе 2013 года часть стеновых конструкций машинного зала и часть крыши ОУ обвалились. Очевидно, что цель первых этапов плана «SIP» – стабилизация конструкций – все еще не достигнута. И если однажды объект успешно пережил 4 балльное Карпатское землетрясение, то его повторение в настоящее время может привести к разрушению конструкций ОУ.

### Литература

1. Моисеев И.К., Сафутин В.Д., Завадский М.И. Взгляд генпроектировщика на объект «Укрытие» Чернобыльской АЭС 20 лет спустя, ФГУП «ВНИПИЭТ» <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=878>  
Размещено на сайте: 13.03.2007.
2. Валентин Купный: "Укрытие-2". Патовая ситуация сегодня, что делать завтра. ч.1 <http://pripyat.com/articles/valentin-kupnyi-ukrytie-2-patovaya-situatsiya-segodnya-chto-delat-zavtra-ch1.html>
3. Экологическая правда ЧАЭС-«Укрытие»: бег на месте по-украински и сюрприз по-европейски/ Михаил Уманец, Владимир Щербина. [http://www.eco-pravda.ru/page.php?al=chernobyl\\_SIP](http://www.eco-pravda.ru/page.php?al=chernobyl_SIP) Размещено на сайте: 21.05.2009.
4. Николай Карпан: Замечания к проекту Закона о программе снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС/ Карпан Н.В. <http://pripyat.com/articles/nikolai-karpan-zamechaniya-k-proektu-zakona-o-programme-snyatiya-s-ekspluatatsii-chernobyls> Размещено на сайте: 11.02.2007.

## ОСОБЕННОСТИ ВЫБРОСА АЭРОЗОЛЕЙ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ И НАЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА ПРИ ТЯЖЕЛОЙ АВАРИИ

Наумов А. В. (г. Апатиты, ФГБУ науки Горный институт КНЦ РАН)

The problem of emergency transport of aerosols from the spent fuel storage was studied. a study of emissions from land-based storage facility in Cadarache in Comparison of an underground storage facility, located at a depth of 100 meters was carried out.

Особенности выброса радиоактивных аэрозолей при тяжелой аварии в подземном хранилище отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) применительно к возможности строительства подземного хранилища (ПХ) в скальных породах Кольского полуострова были рассмотрены автором в работе [1]. В докладе смоделирован аварийный выброс аэрозолей применительно к наземному складу-хранилищу CASCAD в Кадараше, как типичному наземному хранилищу (НХ) для ОЯТ, описанному в [2], см. Рис. 1. Схема течения выброса на выходе из ПХ приведена на Рис.2.

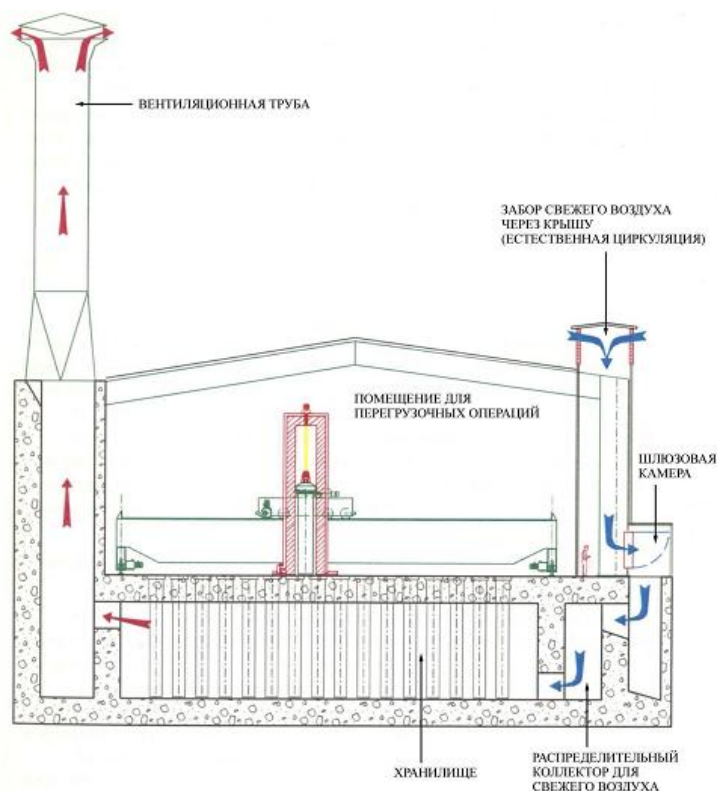


Рисунок 1. Общий вид склада-хранилища ОЯТ CASCAD [2].

Компоновка НХ характеризуется наличием залов для перегрузки кассет с ОЯТ и размещения ОЯТ в ячейках или камерах. В здании длиной 35 м, шириной 25 м и высотой 16 м находится бетонная структура, в



которой расположены 319 ячеек хранения ТВС. Для снятия до 200 кВт выделяемой в ОЯТ мощности тепловыделения вдоль ячеек проходит струя вентиляции. Хранилище сообщается с окружающей средой через воздухозаборник в его нижней части, и через вентиляционную трубу – в его верхней части.

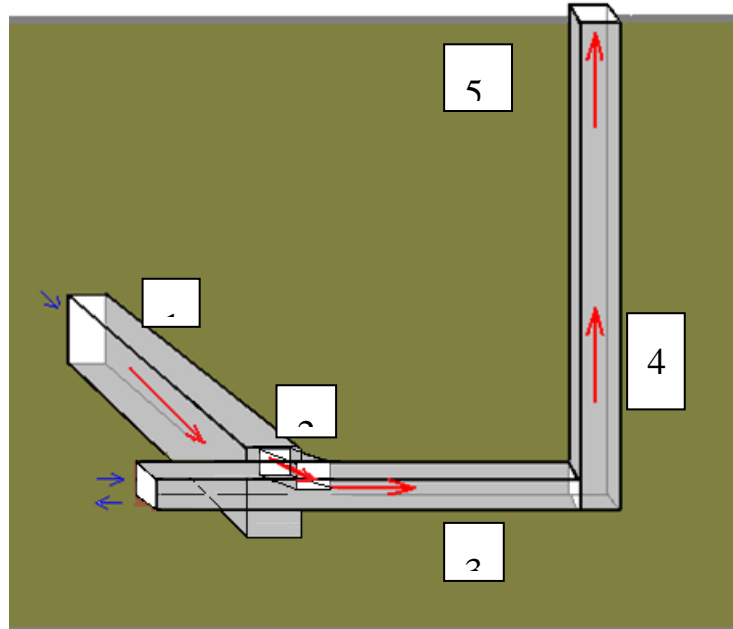


Рисунок 2. Схема переноса аэрозолей в ПХ  
1-аварийный модуль с ОЯТ; 2 - КО; 3 - ВСГ; 4 - ствол; 5 –  
поверхность земли.

Целью данного исследования является сравнение аварийного переноса аэрозолей как в наземном, так и в подземном хранилище ОЯТ.

Аварийный выброс из ПХ описан уравнениями модели Назарова из [3], адаптированной к условиям переноса активности аэрозолей дисперсной формы для четырех последовательно расположенных выработок ПХ: аварийного модуля с ОЯТ, КО, ВСГ и вертикального ствола, выводящего струю вентиляции в атмосферу. В модели использовано уравнение баланса активности, см. [3], имеющее вид:

$$\frac{d(v_i c_i)}{dt} = E_i + C_{i-1}[Q_S(1 - \varepsilon_S) + Q_N + Q_S p] - C_i[Q_F \varepsilon_F + \beta_i V_i + Q_N + Q_S + Q_L],$$

где  $C_i$  - концентрация аэрозолей в  $i$ -м объеме, Ки/м<sup>3</sup>;  $E$  – источник аэрозолей, Ки/сек;  $V_i$  – значение  $i$ -го объема, м<sup>3</sup>;  $Q$  – объемный расход, м<sup>3</sup>/сек;  $\beta$ ,  $\varepsilon$ ,  $p$  -коэффициенты выведения аэрозолей, (1/сек); фильтрации (-) и утечки (-), соответственно;  $N$ ,  $S$ ,  $L$ ,  $F$  – обозначают естественную и напорную вентиляцию, эффекты протечки и очистки, соответственно.

Коэффициенты и параметры модели более подробно описаны в [1].

На Рис. 3 показана динамика радиоактивного загрязнения ПХ аэрозолями диаметром 50 мкм при расходе 10 м<sup>3</sup>/сек и длине ВСГ, равной 30 м. В стволе через 100 сек после аварии на протяжении около 200 сек

устанавливается примерно постоянная концентрация радиоактивных аэрозолей на уровне около 4 милликюри на кубический метр, в результате чего в атмосферу происходит выброс аэрозолей с активностью менее 1 Кюри.

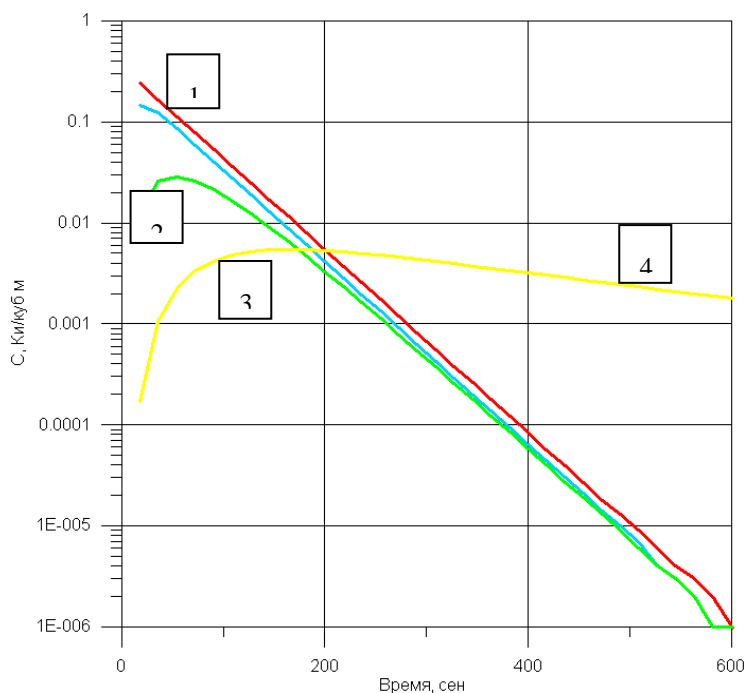


Рисунок 3. Концентрация аэрозолей в аварийном модуле с ОЯТ (1), КО (2), ВСГ(3) и вентиляционном стволе (4) [1].

Виду сходства конструкции помещения для хранения ОЯТ в наземных и подземных условиях, примерного равенства их объема и высоты, а также энерговыделения, выполнено сравнение выхода аэрозолей в этих двух случаях. Параметры течения и осаждения аэрозолей соответствовали данным, приведенным в [1]; отличие было в объеме помещения, обозначенного ВСГ, он был уменьшен в 100 раз. Результаты для НХ приведены на Рис. 4, где штриховая линия обозначает изменение концентрации аэрозолей диаметром 50 мкм в воздухе вентиляционной трубы. Сравнение с аналогичными данными для ПХ (для вентиляционной выработки это кривая 4 на Рис. 3) показывает, что концентрация аэрозолей в выбросе из НХ примерно в более чем в три раза больше в временном интервале от 0 до 600 секунд; примерно в такой же пропорции соотносятся общий выход радиоактивности из НХ и из ПХ.

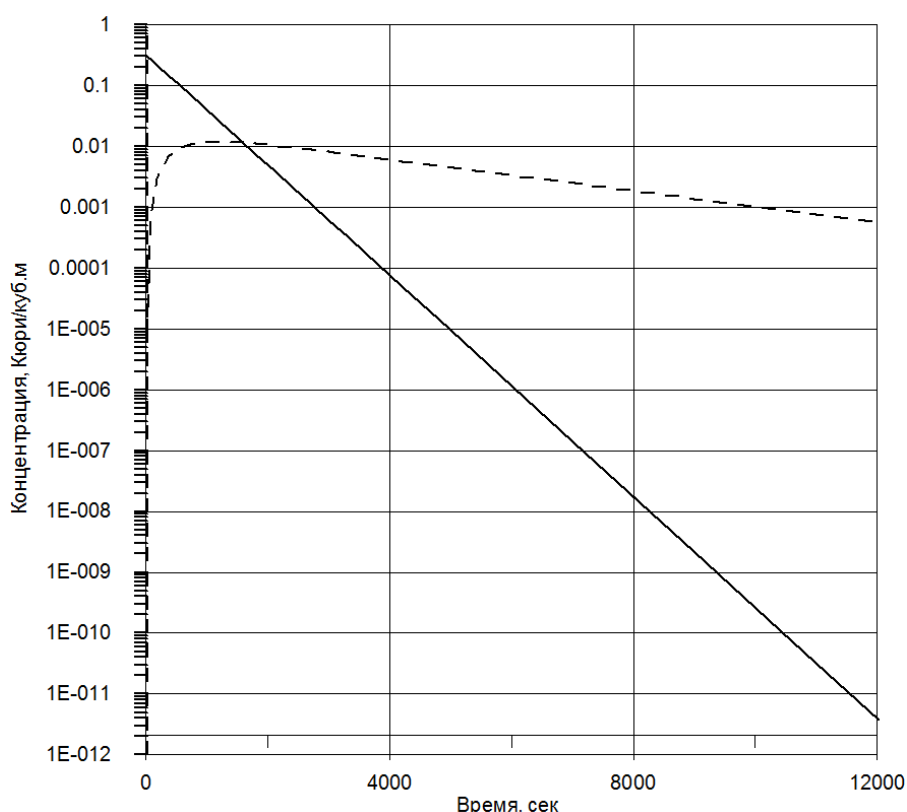


Рисунок 4. Концентрация аэрозолей в наземном хранилище с ОЯТ (сплошная), КО (2), и вентиляционной трубе (штриховая линия).

В заключение можно отметить, что полученный результат свидетельствует о большей безопасности и более высокой потенциальной защищенности окружающей среды в случае размещения ОЯТ в ПХ.

### Литература

1. Наумов А.В. Особенности вентиляции и течения аэрозолей при тяжелой аварии в подземном хранилище отработавшего ядерного топлива //Проблемы и тенденции рационального и безопасного освоения георесурсов: сб. докл. Всерос. науч.-техн. конф. с Междунар. участием, посвященной 50-летию Горного ин-та КНЦ РАН. Апатиты – СПб.: Реноме, 2011. – С. 460-464.

2. В.И. Калинин, В.Г. Крицкий, А.И. Токаренко, Н.С. Тихонов, Н.В. Размашкин, А.Л. Серова, А.Н. Балицкая. Хранение отработавшего ядерного топлива энергетических реакторов. Препринт. - СПб.: ОАО «ГОЛОВНОЙ ИНСТИТУТ «ВНИПИЭТ», 2009. - 124 с.

3. Nazaroff, W.W. Indoor Particle Dynamics, Indoor Air. University of California. (2004). URL: <http://www.inp.nsk.su/%7Ekozak/start.htm> (дата обращения: 13.03.2006).

## БИОПОЗИТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Яшкина А. А.<sup>1</sup>, Плотникова Е. А.<sup>2</sup> (<sup>1</sup> г. Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды, <sup>2</sup> г. Мурманск, ЦЛАТИ по Мурманской области)

### Abstract

There is the problem of polluted natural water reservoirs treating. Conventional purification technologies are not very acceptable. It is suggested to use a system of artificial reefs – biopositive constructions covered with algae for natural reservoirs purification. The main idea of this purification method is to use the algal capability for active consumption from water and accumulation in their biomass of different environment pollution components.

На данный момент существуют меры по снижению загрязнения вод побережья, например, очистка сточных вод на берегу. Этот метод позволяет задержать вещество на суше и предотвратить его попадание в море. Заметим, что полная очистка сточных вод на берегу малореальна по техническим и экономическим соображениям. Следует также учесть многолетнее накопление в водоеме значительных количеств загрязняющих веществ в воде и в составе донных осадков, что создает угрозу вторичного загрязнения водной экосистемы.

Следовательно, нужно организовать извлечение загрязняющих веществ из воды обратно на сушу. Это означает необходимость возврата вещества из разбавленного вида (в море) в концентрированную форму. Для того, чтобы концентрировать загрязнитель можно использовать процессы биологического накопления веществ в тканях гидробионтов. В процессе жизнедеятельности гидробионты аккумулируют загрязняющее вещество в своих тканях, тем самым понижая концентрацию его в среде. Соответственно, извлекая биомассу водорослей, накопивших загрязнитель, можно добиться эффекта доочистки прибрежных вод [3, 4].

Вышеописанный принцип возможно воплотить, используя водорослевое биообрастания естественных и искусственных субстратов (биопозитивных конструкций). В основе его лежит периодическое изъятие и использование образовавшейся биомассы, накопившей компоненты загрязнения в ходе роста [2].

Предварительные физиологические и инженерные изыскания необходимы, чтобы максимизировать эффективность очистки, которую могут обеспечить водоросли. Наиболее предпочтительна тактика конструирования инженерных сооружений на основе предварительного анализа соотношений между их физико-геометрическими характеристиками и биологическими параметрами популяции водорослей.

В литературе описаны исследования биообрастаний на экспериментальных модулях (биопозитивных конструкциях или искусственных рифах). Авторы выявили ряд закономерностей, которые необходимо иметь в виду при конструировании сооружений и оценке их экологического качества.

Экспериментальные конструкции, помещаемые в водоем, за определенное время обрастают водорослями. Экспериментальная конструкция и формируемый на ней фитоценоз водорослей вместе образуют биокосную фитосистему, структура и функция которой во многом определена структурой экспериментальной конструкции. Важным здесь является оптимизация условий роста водорослей за счет размещения в пространстве дополнительной обрастаемой поверхности и создания оптимальных условий обитаемого пространства. В этой связи базовыми геометрическими характеристиками экспериментальных конструкций является размер заселяемой поверхности, размер обитаемого пространства, а также размер "трофического окна" определяющего поступление вещества и энергии в обитаемое пространство. За счет изменения соотношений названных параметров осуществляется управление количеством и качеством создаваемой фитомассы [5].

Для того чтобы выращивать растения необходимо создание конструкций, помещаемых на дно, в толщу воды или на поверхности. Считается, что химическая природа субстрата (материала конструкций), столь важная для наземной растительности, не существенна для морских водорослей. Субстрат служит только местом прикрепления, из которого водоросли не получают питательных элементов. Наоборот, физическая природа субстрата, степень твердости, шероховатости и гладкости играют важную роль. Отдельные виды водорослей развиваются на определенных субстратах: на скалах, валунах, крупной гальке, в иле [6].

Местом прикрепления могут служить как естественные субстраты (например, камни), так и искусственные (некоторый строительный мусор). Также для улучшения качества доочистки, упрощения его и контроля над ним создаются специальные инженерные сооружения, называемые искусственными рифами. Первые ИР – бамбуковые стержни с грузилами – появились в Японии в 1795г. Сейчас Япония лидирует в области конструирования и применения ИР. Работы по созданию ИР ведутся также в США и ряде других стран [3].

К ИР первого поколения относятся сооружения из случайных и подручных материалов. Сюда, в частности, входят нерегулярные системы в виде каменных набросок, используемых для отсыпки дамб, укрепления берегов (например, волнорез – тетрапод). Основным направлением развития ИР второго поколения стало создание специализированных регулярных структур из бетона и железобетона для привлечения рыб в открытых районах шельфа. Здесь проявляется тенденция совмещения

различных биопозитивных конструкций с техническими устройствами марикультуры. ИР третьего поколения отличаются не только более обширным диапазоном используемых материалов – напряженный железобетон, пластмассы, стали, композиты, но и серьезной гидродинамической и биологической проработкой.



Рис.1 – Тетрапод.

Одна из основных задач проектирования – проработка формы элементов конструкции с приданием им оптимальных соотношений размеров и конфигурации. При этом недостаточно добиться максимальной удельной поверхности, также важно учитывать гидродинамические условия среды конкретного района и особенности будущих организмов–обрастателей [3].

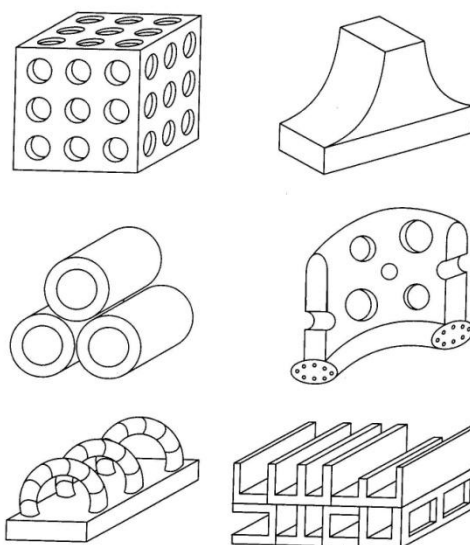


Рис. 2 – Модели биопозитивных конструкций.

Сейчас конструкции подбираются соответственно целям и могут быть реализованы во многих вариантах различной формы и размера. Оптимизация биопозитивных конструкций любых применений требует развития соответствующей теории. В качестве элементов таковой демонстрируется возможность связывать основные биологические параметры обрастания (суммарная масса и эффективная поверхность организмов) с физическими параметрами ИР (масса, объем, величина поверхности).

### **Возможности применения биопозитивных конструкций на Севере**

В 1980-е годы была поставлена в губе Дальнезеленецкой опытно-промышленная плантация для выращивания ламинарии сахаристой в Баренцевом море [19]. Площадь плантации была около 1 га и дважды в 1986 и в 1989 гг. был собран урожай ламинарии около 60 т/га. Помимо опытно-промышленной плантации в губе Дальнезеленецкой с 1985 г. по настоящее время проводилось экспериментальное выращивание водорослей для выяснения механизмов репродукции, адаптации и регуляции роста, накопления биологически активных веществ в условиях высоких широт. Исследования проводились с привлечением методов биохимии, физиологии, цитологии, анализировалось влияние плантации на гидрохимические характеристики среды, изучалось обрастание макрофитов [1].

На данный момент имеется запатентованный способ очистки морских прибрежных вод от пленочных и диспергированных в поверхностном слое воды нефтепродуктов.

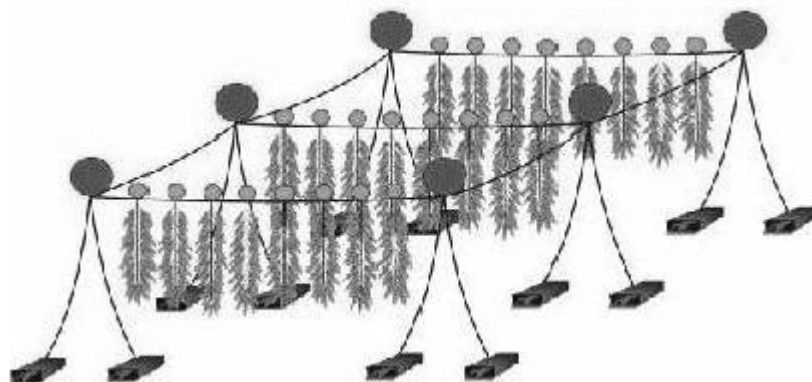


Рис.3 – Схема плантационного выращивания [1]

#### **Вывод:**

Интенсивная производственная деятельность в литоральной зоне способствует усилению загрязнения, что отрицательно сказывается на прибрежных биоценозах. Естественный выход из сложившейся ситуации – введение компенсационных мер, одной из которых является санитарная марикультура с применением биопозитивных конструкций.

#### **Литература:**

1. Воскобойников Г.М. Технология плантационного выращивания макрофитов в баренцевом море: многофункциональная направленность [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.kolasc.net.ru/russian/innovation\\_ksc/4.3.pdf](http://www.kolasc.net.ru/russian/innovation_ksc/4.3.pdf). – Загл. с экрана.
2. Марикультура [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Марикультура>. – Загл. с экрана.
3. Павлова Е.В. Акватория берега Севастополя: Экосистемные процессы и услуги обществу / Е.В. Павлова, Н.В Шадрин – Севастополь: Аквавита, 1999. – 70 с

4. Силкин В.А. Биоэкологические механизмы управления в аквакультуре / В. А. Силкин, К. М. Хайлов. – Л.: Наука, 1988. – 230 с.;
5. Силкин, В. А. Биотехнология морских макроводорослей / В. А. Силкин, Е. Ю. Золотухина, К. С. Бурдин. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 152 с.: ил.
6. Хайлов К.М. Функциональная морфология морских многоклеточных водорослей / К. М. Хайлов [и др.]. – Киев: Наук. думка, 1992. – 280 с.



## **ТОКСИЧНОСТЬ КАТИОНОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ И НАКОПЛЕНИЕ ИХ В КЛЕТКАХ ХЛОРЕЛЛЫ**

**Овсянникова М. Н.** (г. Москва, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М.Эмануэля РАН)

The effect of alkali metal cations on the growth and development of *Chlorella* cells is studied. The toxicity of each cation is determined. The toxicity is located in the following order  $Na < K < Rb < Li < Cs$ .

Огромное количество самых разнообразных веществ ежедневно засоряет окружающее нас пространство. Совершенно очевидно, что процесс этот носит глобальный характер. Нарушается экологическое равновесие на больших территориях: загрязняется атмосфера, почва, внутренние водоёмы, моря и океаны. Это поставило человечество перед проблемой необратимых изменений, которые угрожают в целом биосфере, а значит, и человеку. Загрязнение биосферы имеет далеко идущие генетические последствия. В связи с этим на рубеже семидесятых годов возникла генетическая токсикология. Эта наука занимается изучением мутагенной активности антропогенных факторов, разрабатывает методы оценки генетической активности загрязнений различного типа [1]. Это касается в первую очередь многочисленных химических веществ, тяжёлых металлов и их органических солей, нитрозосоединений, алкилирующих соединений, супермутагенов, а также сложных смесей, усиливающих мутагенную активность при взаимодействии друг с другом. Кроме того, некоторые вещества, сами по себе не мутагенные, приобретают генетическую активность в результате активации в организме животных и человека. Таким образом, генетическая токсикология, которую ещё называют службой генетической безопасности, имеет своей целью выявлять возможности появления различных факторов, обладающих генетической активностью. Разобраться в процессах, происходящих в природе под действием антропогенных факторов, невозможно без использования системы тестов для изучения мутагенной активности одного или суммы определённых веществ.

В качестве тест-объектов используют клетки животных и человека, бактерии, грибы, высшие и низшие растения, одноклеточные водоросли. В нашей работе по изучению токсичности катионов щелочных металлов в качестве тест-объекта взята одноклеточная зелёная водоросль хлорелла. Такой выбор связан с тем обстоятельством, что альгобактериальные сообщества часто используют как последнее звено в биологической очистке стоков [2], причём в некоторых случаях альгофлора биологических прудов представлена монокультурой хлорококковых

водорослей, что объясняется их способностью адаптироваться к достаточно высоким концентрациям токсических веществ. С другой стороны, выбор ряда катионов щелочных металлов обоснован значительным их участием как в природном, так и в промышленном засолении окружающего пространства. Запасы природных засоленных вод (засоляющий катион – натрий) практически неограничены, а в большинстве промышленных сточных вод (особенно предприятий химической промышленности и атомной энергетики) галогениды щелочных металлов являются основным фактором, угнетающим рост водорослей. При изучении мутагенеза под действием факторов, загрязняющих среду, трудно предположить характер будущих генетических изменений. Поэтому для исследований берут несколько штаммов одного и того же микроорганизма, а в качестве мутагенов используют эталонные вещества.

Целью нашей работы было изучить влияние ряда катионов щелочных металлов на рост и развитие клеток хлореллы и определить степень токсичности каждого катиона, а затем под действием супермутагена проследить за генетическими изменениями клеток на фоне засоления хлоридами щелочных металлов. Для этой цели использовали два природных штамма хлореллы с заведомо разными свойствами – солеустойчивый (галофит) и несолеустойчивый (гликофит). В качестве мутагенного фактора применяли нитрозометилмочевину.

Для определения токсичности использовали хлориды всего ряда щелочных элементов (литий, натрий, калий, рубидий, цезий) в градиенте концентраций от 0,05 до 2,5% (концентрации изоосмотические по хлористому натрию). При низких концентрациях натрия, калия и рубидия наблюдались зоны стимуляции клеточного деления. Эффект стимуляции составлял 17 – 20% для натрия и 9 – 10% для калия и рубидия. У цезия и лития подобного явления в исследованном диапазоне концентраций не обнаружено, то есть крайние элементы ряда щелочных металлов оказались более токсичными. Повышение концентрации солей в среде приводило к угнетению клеточного деления. Наблюдалась линейная зависимость числа автоспор в клетке от концентрации в среде солей натрия, калия и цезия, и ступенчатая – для рубидия. Если в норме клетка делится максимально на  $2^6$  автоспор, то при увеличении концентрации солей в среде показатель степени постепенно снижался, то есть происходило уменьшение числа последовательных репликаций ДНК. Определение среднего количества автоспор, на которое делится клетка, и продолжительности клеточного цикла показало, что в порядке увеличения токсичности катионы можно расположить в следующий ряд: натрий < калий < рубидий < литий < цезий, причём токсичность крайних элементов этого ряда при низких концентрациях отличается приблизительно в 20 раз. Механизм токсичности ионов цезия обусловлен в основном накоплением этого

элемента в клетках в концентрациях, более чем в три раза превышающих содержание основного неорганического иона калия. Токсичность лития можно объяснить большим его сродством с высокомолекулярными соединениями, поскольку клетки гибнут, когда содержание лития в три раза ниже, чем содержание калия.

Определение содержания элементов в биомассе хлореллы на атомно-адсорбционном фотометре позволило установить, что увеличение концентрации элементов во внешней среде приводит к увеличению накопления их в клетке.

Хотя пресноводная хлорелла является типичным калиофилом, при эквивалентных концентрациях во внешней среде клетки накапливают больше всего рубидий. Ряд накопления элементов в клетке не совпадает с рядом токсичности (элементы расположены в порядке увеличения): литий < натрий < калий < цезий < рубидий [3].

Приведённые данные показывают, что клетка при избытке катионов щелочных металлов гибнет. Однако, в случае присутствия в среде мутагена (в нашем случае нитрозометилмочевины) могут возникнуть мутации соле- и ионоустойчивые, которые будут способны жить при высоких концентрациях катионов щелочных металлов. Показано, что преимуществом в отношении появления мутаций устойчивости обладает несолеустойчивый штамм. Мутации к природному засолению (то есть к сумме различных солей, каждая из которых находится в небольшой концентрации) можно получить быстрее, а частота возникновения их больше, чем мутаций ионоустойчивости. На примере мутантов по хлористому литию показано, что независимо от качества исходного штамма мутанты сходны по фенотипу, а биохимические характеристики полученных мутантов сходны по ряду показателей: по мере увеличения засолённости среды снижается оводнённость клеток, количество сухого вещества увеличивается за счёт органики, тогда как зольный состав меняется незначительно. Все выделенные мутанты являются соленакапливающими, соленапроницаемых мутантов не обнаружено. Значительно изменилась устойчивость к повышенным концентрациям катионов в среде. Для самых токсичных катионов лития и цезия она поднялась до 2,0 и 2,5% соответственно. Накопление лития в клетках достигало 5 мг на 1 г сухой массы клеток хлореллы. Процесс шёл по типу пролиновой адаптации. Одновременно уменьшалось содержание калия и значительно возрастало количество липидов в клетке.

#### **Литература**

1. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. -Москва, 1989
2. Ленова Л.И., Ступина В.В. Водоросли в доочистке сточных вод. -Киев, 1990
3. Овсянникова М.Н. Физиолого-биохимические механизмы устойчивости клеток хлореллы к катионам щелочных металлов. Сб. «Проблемы экологии и физиологии микроорганизмов». -Москва, 2000, с. 83

## РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ РЫБООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

*Дровнева Е. А., Васильева Ж. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды)*

**Аннотация.** Разработана ресурсосберегающая технология переработки отходов рыбообработывающих производств. В статье представлены технологии 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 is described technologies 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.

Конверсия отходов рыбоперерабатывающих производств – особая экологическая и инженерная проблема, которая требует высокопрофессионального подхода. Скоропортящиеся отходы переработки гидробионтов не только загрязняют окружающую среду, создают в ней неблагоприятные микробиологические условия, но и являются источником потерь потенциально ценных биологически активных веществ, свойственных рыбному сырью.

Практическое использование таких отходов переработки рыб, как их внутренности, повышает эффективность производства ввиду того, что их исходная стоимость невелика, так как традиционно для рыбопереработчиков внутренности рыб являются "бросовым сырьем", которое очень часто оказывается на свалке, и, напротив, конечная стоимость полученных из них целевых продуктов значительно превышает стоимость традиционной кормовой, технической или даже массовой продукции. Кроме того, имеющий место в нашей стране дефицит ферментных препаратов обуславливает потенциальную актуальность создания технологии переработки этих видов рыбных отходов. Ферментативные препараты из внутренностей рыб, богатых протеолитическими ферментами, перспективно использовать в пищевой,

медицинской, кожевенной, химической и других видах отечественной промышленности.

Вопросы разработки и совершенствования технологий производства ферментных препаратов остаются актуальными и в настоящее время вследствие целесообразности разработки и применения конкретных способов, которые обоснованы спецификой региональных особенностей, видом рыбных отходов, требованием соответствия технологии нуждам конкретного производства и другими значимыми факторами.

Известные способы получения ферментных препаратов основаны на таких операциях извлечения ферментов из измельченной ткани как экстракция водой или водными растворами солей, водными растворами кислот, автопротеолиз. Последующие операции сводятся к отделению ферментов от жидкой фазы высаливанием, осаждением из раствора и проч. Затем в зависимости от требований к препарату может проводиться обессоливание, кристаллизация, концентрирование, очистка и, наконец, следует финишная фаза в виде стерилизации, сушки и оформления препарата в товарный вид.

Цель проведенной работы состояла в сравнительном анализе и выборе технологии получения ферментативного препарата из отходов переработки традиционного сырья Баренцевоморского региона на основе оптимизации и адаптирования существующих технологий в области получения ферментов.

В качестве сырья для проведения исследований использованы отходы разделки сельди предприятия ООО «Марин Трейд». Изучение протеолитической активности (ПА) полученных ферментных препаратов проводили по модифицированному методу Ансона. В качестве субстрата, подвергаемого расщеплению полученным ферментным препаратом, использовался казеинат натрия.

В качестве базовых способов получения ферментного препарата были выбраны технологии, предложенные сотрудниками АтлантНИРО [4], ТИНРО [3], и специалистами АГТУ [8], описанные в патентной и научной литературе:

1 способ (АтлантНИРО): измельчение > автолиз в присутствии NaCl > центрифугирование > сепарирование > упаковывание хранение [4];

2 способ (ТИНРО): измельчение > автолиз в присутствии H<sub>2</sub>O > центрифугирование > концентрирование > высушивание > упаковывание и хранение [3];

3 способ (АГТУ): измельчение > автолиз в присутствии воды и HCl > центрифугирование > очистка > упаковывание и хранение [8].

Апробация способа №1 была осуществлена следующим образом.

Размороженные внутренности измельчали до частиц размерами не менее от 8 до 10 мм, так как при сильном измельчении сырья образуются устойчивые суспензии, затрудняющие переработку.

Ферменты очень хорошо экстрагируются солевыми растворами, поэтому ко всей массе обрабатываемого сырья добавляли 10 % NaCl. Так как ферменты термолабильны и инактивируются при температуре свыше 38°C, массу сырья нагревали до температуры 35 °С и постоянно перемешивали в течение 2 часов для лучшего извлечения ферментов, подвергали грубому фильтрованию через сетчатый фильтр и подавали на горизонтальную центрифугу со скоростью вращения ротора 1500 об/мин в течение 20 минут для отделения жидкой фракции (ферментного препарата) из гомогената внутренностей.

Апробация способа № 2 заключалась в следующем.

Размороженные внутренности измельчали до частиц размерами от 8 до 10 мм. Ферменты – водорастворимые белки и лучшим экстрагентом для них является вода, поэтому к измельченному сырью добавляли H<sub>2</sub>O в гидромодуле 2:1. Всю массу сырья нагревали до температуры 30 °С и постоянно перемешивали в течение 2 часов для лучшего извлечения ферментов. Затем полученную массу фильтровали через сетчатый фильтр; для отделения осадка от жидкости, от суспензированных частиц, экстракт подавали на горизонтальную центрифугу со скоростью вращения ротора 1500 об/мин в течение 20 минут. Для повышения протеолитической активности препарата, наиболее полного извлечения ферментов, технология ТИПРО была модифицирована после стадии центрифугирования следующим образом. Ферменты хорошо извлекаются при pH от 5 до 7, поэтому проводили осаждение ферментов СН<sub>3</sub>СООН до pH не ниже 5,0, концентрация СН<sub>3</sub>СООН не превышала 0,1 н из-за исключения инактивации ферментов. Далее экстракт выдерживали в течение 30 минут для выпадения осадка. Затем снова центрифугировали со скоростью вращения ротора 1500 об/мин в течение 20 минут для отделения осадка (ферментного комплекса).

Апробация способа № 3 была осуществлена следующим образом. Размороженные внутренности измельчали до частиц размерами от 8 до 10 мм. Измельченное сырье подвергали нагреванию до 38°C в присутствии воды при гидромодуле 2:1 и подкисляли HCl до pH от 1,5 до 2,5 для повышения протеолитической активности. Процесс вели при постоянном перемешивании в течение 2 часов для лучшего извлечения ферментов. Затем подвергали грубому фильтрованию через сетчатый фильтр и подавали на горизонтальную центрифугу со скоростью вращения ротора 1500 об/мин в течение 20 минут для отделения жидкости из гомогената внутренностей (ферментного препарата).

Последовательность технологических операций получения ферментных препаратов из рыбных отходов показана на рисунке 1.

Режимы технологических этапов и характеристика полученных препаратов представлены в таблице 1. В результате апробации технологий, были получены ферментативные препараты, значительно

отличающиеся по значению ферментативной активности. Предположительно низкое значение протеолитической активности в технологии №2 вызвано весьма низкой концентрацией уксусной кислоты в качестве осадителя.

Недостатком технологии №3 в данном случае является очень высокая концентрация соляной кислоты, что привело к инактивации ферментных комплексов.

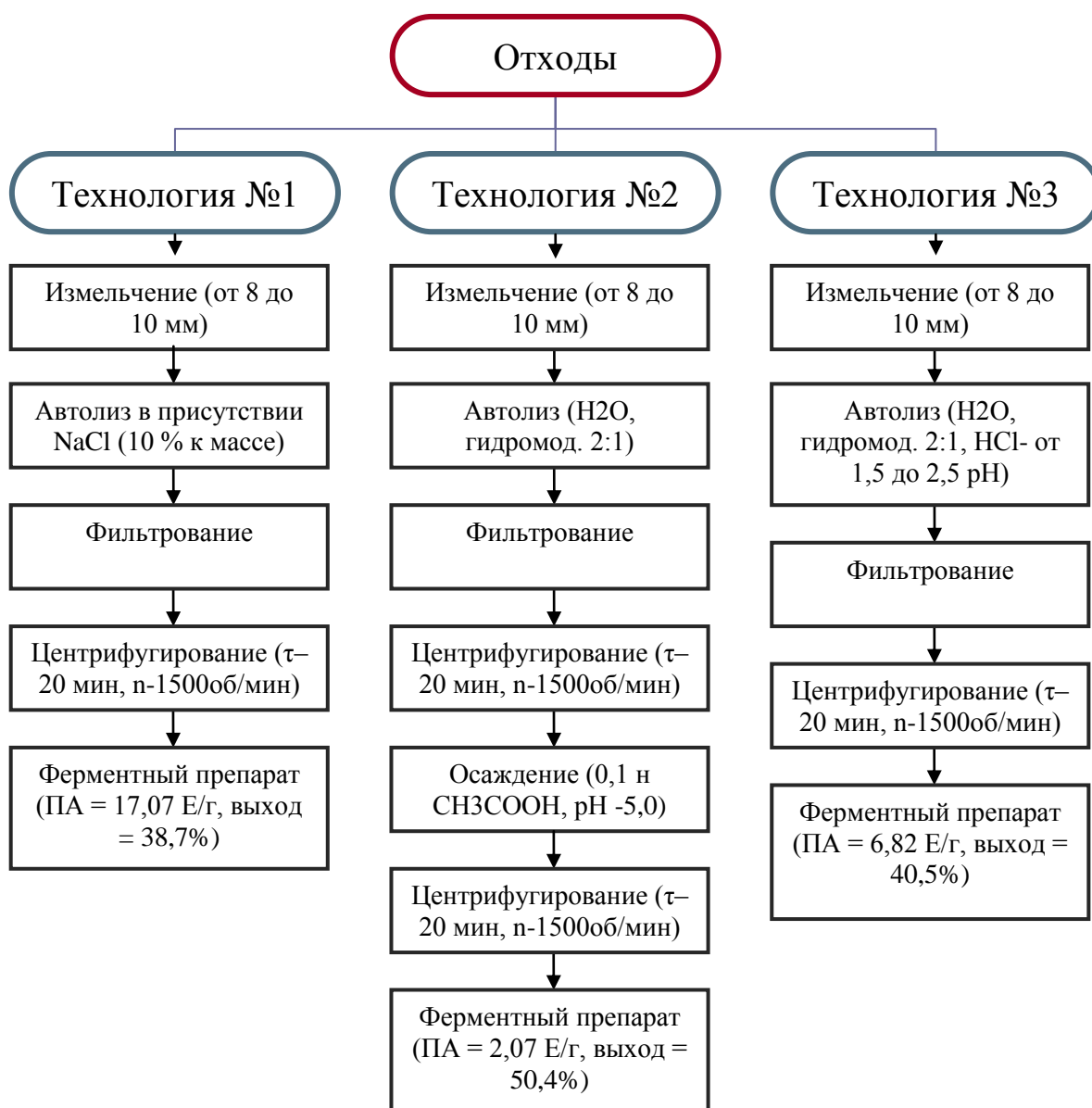


Рис. 1 – Последовательность технологических операций получения ферментных препаратов из отходов переработки рыбы, выработанная по базовым технологиям

Таблица 1 – Режимы технологических этапов и характеристика полученных препаратов

Название технологии и номер	Режимы обработки						Выход ферментного препарата, %	ПА, Е/г
	Размер частиц, мм	Гидро-модуль	Экстрагент\осадитель	рН	Температура, °С	Продолжительность экстракции/автолиза, час		
Технология, (№1)	от 8 до 10	-	Р-р NaCl от 10 до 12% к общей массе	-	35	2	38,7	17,07
Технология, (№2)	от 8 до 10	2:1	0,1 н СН <sub>3</sub> СОО Н	ниже 5,0	30	2	50,4	2,07
Технология, (№3)	от 8 до 10	2:1	НСl <sub>конц.</sub>	1,5 - 2,5	38	2	40,5	6,82

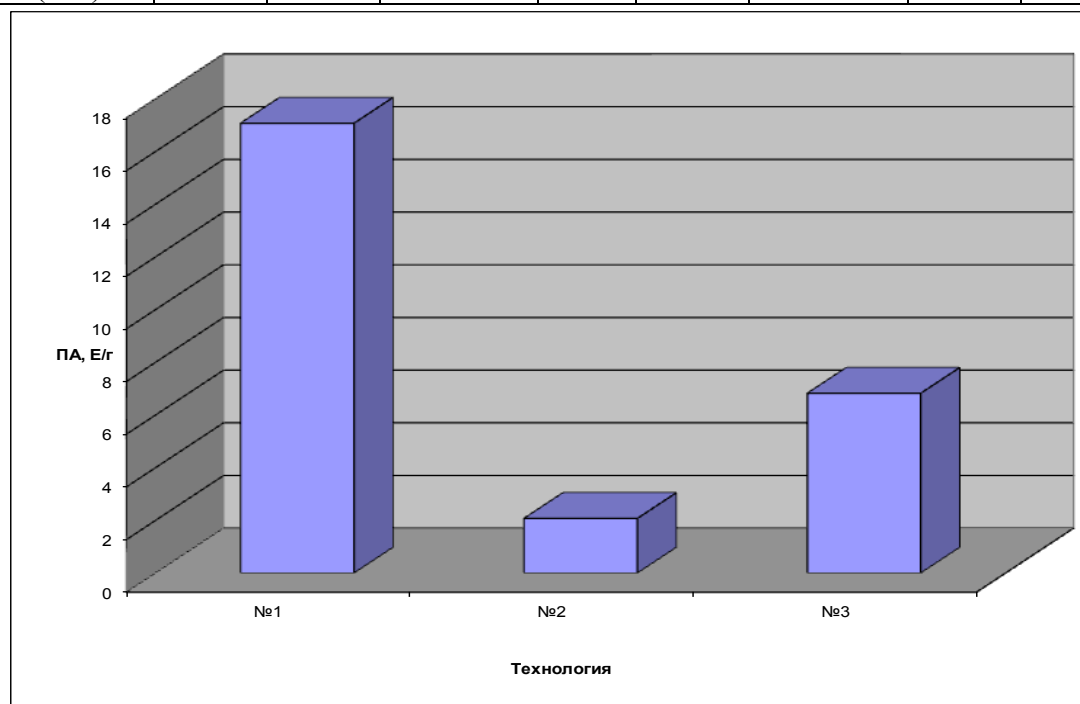


Рис. 2 - Протеолитическая активность ферментных препаратов из отходов переработки рыбы



На основании апробации технологий и сравнения качественных характеристик полученных препаратов может быть предложена оптимальная для исследуемого вида отходов технология производства ферментных препаратов. Таковой служит технология, основанная на автолизе в присутствии NaCl. В отличие от других апробированных в ходе работы технологий, данная технологическая схема имеет существенные преимущества перед другими технологиями. Так, протеолитическая активность составляет 17,07 Е/г, в то время как две другие технологические схемы имеют довольно низкие значения протеолитической активности – 2,07 Е/г и 6,82 Е/г соответственно. Кроме того, доступность и простота технологической схемы, нетоксичность, в применении, хранении и дешевизна поваренной соли в качестве консерванта свидетельствуют о выборе именно данной технологии, что является немаловажным фактором.

### Литература

1. Андрусенко П.И. Технология рыбных продуктов.- М.: Пищевая промышленность, 1990. – 320 с.
2. Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов А. И. Определение активности катепсинов мышечной ткани / Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001. – С. 288–292.
3. Байдалинова Л.С., Лысова А.С., Мезенова О.Я. Биотехнология морепродуктов / Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова, Т.Н. Слуцкая, Г.Е. Степанцова - М.: Мир, 2006.- с.357
4. Голенкова В.В., Некрасова Г.Т. Технология ферментного препарата «Океан» и его модификации // Сб. научн. тр. АтлантНИРО. Прогрессивная технология производства пресервов, соленой и копченой рыбопродукции, 1988, с.67-90.
5. Грачева И.М. Технология ферментных препаратов: учебное пособие для высш. учеб. завед. /И.М. Грачева.- М.: Агропромиздат, 1987.- 37- 65с.
6. Данилова Н.И. Токсикологическая оценка и экспериментальное обоснование применения полиферментных препаратов в птицеводстве и свиноводстве: автореф. дис.канд. биологич. наук/ ФГУ «Федеральный центр токсикологии и радиационной безопасности животных» . – Казань., 2009.- 26 с.
7. Ершов А.М. Технология рыбы и рыбных продуктов [Текст] / А.М. Ершов. - СПб: Георгд. – 2010. – с. 650 – 652.
8. Мукатова М. Д., Киричко Н. А., Утеушев Р. Р. Ферменты. Способы получения ферментов и методы определения их активности: метод. указания к лабор. практикуму по дисциплинам «Основы технологии продуктов питания» и «Технология переработки рыбных белков в новые формы пищи» для подготовки студентов специальности 240902.65 «Пищевая биотехнология. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2006. – 62 с.

9. Николаенко О.А. Методы исследования рыбы и рыбных продуктов: учеб.пособие / О.А. Николаенко, Ю.В. Шокина, В.И. Волченко.- СПб.: ГИОРД, 2011. - 136 с.

**К ВОПРОСУ ОБ ОБРАЩЕНИИ С ДОННЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ**

**Кишинская Е. А., Федорова О. А.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды)

**Abstract.** This article is about the imperfection of the Russian environmental legislation in the sphere of dredging and the necessity to develop technology for bottom sediments disposal.

Донные отложения представляют собой сложную многокомпонентную систему, которая, в зависимости от условий, складывающихся в водоеме, от сорбционных свойств самих осадков и от свойств веществ, которые поступают в водоемы, может быть аккумулятором химических соединений и источником их вторичного поступления в толщу воды [1]. В связи с тем, что последнее десятилетие характеризуется увеличением объемов работ по дноуглублению, выполняемых при строительстве и эксплуатационном обслуживании фарватеров и портов, а также при сооружении других гидротехнических объектов, вопрос обращения с изъятими при таких работах донными отложениями является особо актуальным в РФ.

В международной практике накоплен богатый опыт обращения с изъятими при проведении дноуглубительных работ донными отложениями. Например, в нормативно-правовой базе Финляндии закреплены не только правила обращения с донными отложениями, но и определены ориентировочные критерии качества загрязняющих веществ, составленные для облегчения выполнения оценки пригодности грунта, извлеченного при дноуглубительных работах, для последующего дампинга [2]. Опыт европейских стран представляет безусловный интерес для России, т.к. современное состояние нормативно-правовой базы в Российской Федерации не отвечает современным, а тем более перспективным потребностям и требует кардинального пересмотра.

В настоящее время деятельность по обращению с изъятими при дноуглублении морской акватории донными отложениями регламентируется Федеральным законом от 31.07.1998 г. №155-ФЗ «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации». Статья 37 вводит полный запрет на захоронение отходов и других материалов, а также сброс вредных веществ во внутренних морских водах и в территориальном море РФ [3]. По логике законодателя, к отходам и вредным веществам относятся также и донные отложения от дноуглубления. Подтверждением данного факта и, следовательно, невозможности их складирования на морском дне является Письмо Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30.04.2009 г. №05-12-44/5332, в котором прямо указывается, что «донные отложения, песчано-гравийные и иные нерудные материалы, поднятые со дна

водоемов в процессе производства дноуглубительных работ и не предназначенные для дальнейшего использования, попадают под категорию отходов» [4].

В то же время рассматриваемый Федеральный закон № 155 содержит противоречие в части, касающейся возможности размещения донных отложений во внутренних морских водах и территориальном море. Статья 34 закона гласит, что документы и/или документация, имеющие отношение к захоронению отходов и других материалов во внутренних морских водах и в территориальном море, являются объектами государственной экологической экспертизы. Из этого положения следует, что на документацию по размещению донных отложений от дноуглубления во внутренних водах и территориальном море может быть получено положительное заключение экологической экспертизы, хотя статья 37 Федерального закона №155-ФЗ такое размещение однозначно запрещает.

Возможность захоронения отходов и других материалов в морских водах все же законодательно установлена, но исключительно за пределами внутренних морских вод и территориального моря РФ, на ее континентальном шельфе и при условии их надежной локализации. Кроме того, данная норма мало применима в условиях, где в силу значительной изрезанности береговой линии континентальный шельф в его правовом определении начинается на значительном удалении от побережья.

Относительно захоронения донных отложений в береговых отвалах следует отметить, что значительные объемы изымаемых донных отложений, достигающие сотен тысяч кубометров, предполагают использование таких же значительных по площади карт намыва. Эти территории, в силу длительных технологических перерывов в процессе намыва, будут надолго выпасть из хозяйственного оборота. Кроме того, поиск подходящих участков зачастую является трудновыполнимой задачей, учитывая ландшафтные особенности территории, уровень развития хозяйственной деятельности на морском побережье и ограничения природопользования в виде многочисленных заповедников, заказников и памятников природы.

Размещению донных отложений на полигонах твердых бытовых отходов, что при соблюдении ряда условий допустимо по санитарно-эпидемиологическим нормативам, препятствуют неизбежные сложности с их доставкой ввиду значительной обводненности. При этом любые варианты временного складирования донных отложений в береговой зоне с целью их обезвоживания, например, с использованием геосинтетических контейнеров, также наталкиваются на необходимость занятия значительной по площади территории, что далеко не всегда возможно в условиях плотной городской застройки и в связи с особенностями прибрежного рельефа.

Понимание того, что портовая деятельность является стратегическим аспектом развития экономики государства и одним из ключевых звеньев функционирования транспортной системы, диктует необходимость уже сейчас искать пути решения возникающих при проведении дноуглубительной деятельности задач, а именно устранить противоречия в действующем законодательстве РФ в области обращения с донными отложениями и разработать технологию обезвреживания донных отложений перед их захоронением в водных объектах, с целью не допустить вторичного загрязнения водного объекта.

Правительством РФ была разработана «Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года», в соответствии с которой порт Мурманск в перспективе должен стать крупнейшим центром перевалки как внешнеторговых, так и арктических грузов. Порту Мурманск необходимо будет адаптироваться к тенденции укрупнения тоннажа используемых судов. Для достижения этого требования понадобится проводить дноуглубительные работы для приема и ремонта крупнотоннажных судов; строительства новых причалов и терминалов с выносом причальных сооружений на естественные глубины. Данные работы повлекут за собой оживленность в вопросах утилизации донных осадков, извлекаемых при проведении дноуглубительных работ в Кольском заливе.

Все перечисленной выше свидетельствует о необходимости разработки технологии обезвреживания донных отложений при дноуглубительных работах применительно к условиям Кольского залива Мурманской области. Данная технология позволит предотвратить возможность вторичного загрязнения водного объекта, а также существенно снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду.

#### **Литература**

1. Вторичное загрязнение водных экосистем / Л. М. Кондратьева [ и др.] // Водные ресурсы. - 2000. - № 2. – с. 221-231;
2. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje / Ympäristöministeriö. – Helsinki: Ympäristöministeriö, 2006. - 15 p.
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. Письмо Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30.04.2009 г. №05-12-44/5332 9.

## К ВОПРОСУ ОБ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Лескова О. Н., Рябцева М. Е., Федорова О. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды)

### Abstract.

The aim of this article reflects the need of complex measures for post-treatment to ensure the effective reduction of phosphate concentration in the purified waste water to a level of 0.05 mg / dm<sup>3</sup> in the Murmansk region, taking into account the low trophic fishery water reservoirs.

В настоящее время в связи с ужесточением нормативных требований, предъявляемых к качеству очищенных сточных вод, наиболее приоритетным направлением в разработке технологий очистки хозяйственно-бытовых сточных вод является ориентация на удаление биогенных элементов – азота и фосфора, вызывающих эвтрофикацию водных объектов, которая приводит к нарушению экологического равновесия водных объектов. Излишнее обогащение питательными веществами ведет к росту первичного продуцирования, что влечет за собой изменения в структуре и функционировании всей экосистемы и нарушение ее стабильности. Следовательно, избыточное обогащение азотом и фосфором может привести к нежелательным последствиям.

Достаточно распространенным способом снижения концентраций азотных форм до нормативных значений является проектирование аэротенков–нитри-денитрификаторов на второй ступени технологической схемы. Поэтому одной из главных задач при доочистке сточных вод является эффективное удаление соединений фосфора с минимальными экономическими затратами. В хозяйственно-бытовые сточные воды соединения фосфора попадают в большинстве случаев из моющих и чистящих средств, а также в результате жизнедеятельности человека в виде ортофосфатов, полифосфатов и фосфорорганических соединений [1].

В России эксплуатируется значительное количество сооружений по очистке сточных вод. Нередко на таких сооружениях реализуются методы и способы очистки, разработанные во второй половине прошлого столетия, которые уже не отвечают современным нормативным требованиям к качеству очищенной воды [5]. Стоит отметить, что интенсивное развитие промышленности, улучшение степени благоустроенности городов и поселков и их быстрый рост, а также постоянное увеличение количества применения в быту синтетических моющих средств привели к снижению эффективности очистки воды, в том числе и от соединений фосфора. Осуществление реконструкции, направленное на интенсификацию работы очистных сооружений такого типа и строительства блока сооружений для

глубокой очистки хозяйственно-бытовых сточных – одна из наиболее сложных инженерных задач, направленная на улучшение экологической обстановки в различных регионах России и охрану водоемов от загрязнения и истощения.

В последние два десятилетия в мировой практике в области удаления азота и фосфора из сточных вод достигнуты существенные успехи. Созданы технологические схемы и математические описания процессов удаления биогенных элементов [3]. При этом основными и применимыми в современной практике остаются два способа удаления фосфора на различных этапах очистки сточных вод: физико-химический и биологический, а также их комбинация.

Физико-химическое удаление фосфора, основанное на осаждении фосфатов при добавлении солей металлов, в комбинации с биологическими методами очистки, например, применяется в очистных сооружениях хозяйственно-бытовых сточных вод ООО «Экоинструмент» (с добавлением коагулянта перед биологической ступенью очистки; дозирование коагулянта в аэротенк и его связывании с активным илом с последующей седиментацией во вторичном отстойнике; доочистка коагулянтном после механической и биологической очистки). Недостатком этих систем очистки является поздняя реакция на большие скачки и нестабильность концентрации фосфора [1].

Как пример современного применения биологической очистки можно привести установку глубокой очистки хозяйственно-бытовых сточных вод «Тверь-С» ТД «Инженерное оборудование», в которой реализованы комплексные решения для обеспечения эффективной работы очистных сооружений в сложных климатических условиях Севера, в том числе с учетом возможного залпового характера поступления сточных вод на очистку и нестабильности концентраций загрязняющих веществ. Минусом является значительная стоимость (высокие капиталовложения) рассматриваемого очистного оборудования при внедрении [4]. По данным производителей [1, 4], рассматриваемые очистные сооружения позволяют очищать стоки по фосфатам до  $0,2 \text{ мг/дм}^3$  (при условии их работы в оптимальном режиме).

Нормирование качества воды в РФ состоит в установлении для воды водного объекта совокупности допустимых значений показателей ее состава и свойств, в пределах которых надежно обеспечиваются здоровье населения, благоприятные условия водопользования и экологическое благополучие водного объекта. Для установления допустимой концентрации загрязняющих веществ в сточной воде разрабатывается и утверждается проект нормативов допустимых сбросов (НДС) веществ и микроорганизмов в водные объекты.

НДС веществ и микроорганизмов устанавливается для субъектов хозяйственной и иной деятельности в соответствии с показателями массы

химических веществ, иных веществ и микроорганизмов, допустимых для поступления в окружающую среду от стационарных, передвижных и иных источников в установленном режиме и с учетом технологических нормативов, и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды. Для предприятий, осуществляющих сброс сточных вод в черте населенного пункта или без очистки, а также при отсутствии смешения и разбавления сточных вод с водой водоприемника в контрольном створе нормативы допустимого сброса определяются исходя из отнесения нормативных требований к составу и свойствам воды водных объектов к самим сточным водам, то есть по предельно допустимой концентрации (ПДК) веществ для данного водного объекта [6].

В Мурманской области абсолютное большинство водных объектов относятся к категории рыбохозяйственных. При сбросе сточных вод или других видах хозяйственной деятельности, влияющих на состояние водных объектов рыбохозяйственного значения, нормативы качества поверхностных вод или их природный состав и свойства должны соблюдаться на протяжении всего участка водопользования, начиная с контрольного створа, но не далее чем 500 м от места сброса сточных вод или расположения других источников загрязнения поверхностных вод [6].

ПДК веществ для водных объектов рыбохозяйственного значения установлены приказами №20 от 18.01.2010 г. и №695 от 04.08.2009 г. ФАР (далее - Приказ). В соответствии с Приказом нормативные требования для водоемов рыбохозяйственного значения по фосфат-ионам определяются в зависимости от трофности водного объекта. Согласно письму ФГУП ПИНРО (исх. № 15-12-859 от 25.05.2010 г.) практически все водоемы Мурманской области по уровню трофии относятся к олиготрофному типу (соответственно ПДК<sub>р/х</sub> фосфатов равно 0,05 мг/дм<sup>3</sup>), за исключением водных объектов в зоне северной тайги (Кандалакшский залив бассейн Белого моря, Кольский залив бассейн Баренцева моря), которые относятся по типу трофности к мезотрофным (соответственно ПДК<sub>р/х</sub> фосфатов равно 0,15 мг/ дм<sup>3</sup>).

Следовательно, в условиях Мурманской области, с учетом низкой трофности водных объектов, необходима реализация комплексных мероприятий по доочистке для обеспечения эффективного снижения концентрации фосфатов в очищенных хозяйственно-бытовых сточных водах до уровня 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. Наиболее остро данная проблема затрагивает интересы водоканализационных организаций, в которые передается большинство городских хозяйственно-бытовых сточных вод, причем в Мурманской области абсолютное большинство организаций ВКХ осуществляет сброс хозяйственно-бытовых сточных вод в водоемы рыбохозяйственного значения.

Концентрация фосфатов в сточных водах организаций ВКХ Мурманской области характеризуются суточной и сезонной



неравномерностью и не достигает очистки до нормативных требований ( $0,05 \text{ мг/дм}^3$ ). На рис. 1, в качестве примера, приведены усредненные данные концентраций фосфатов в очищенных сточных водах ООО «Тепловодоканал» и ОАО «Мончегорскводоканал» за 2012 год.

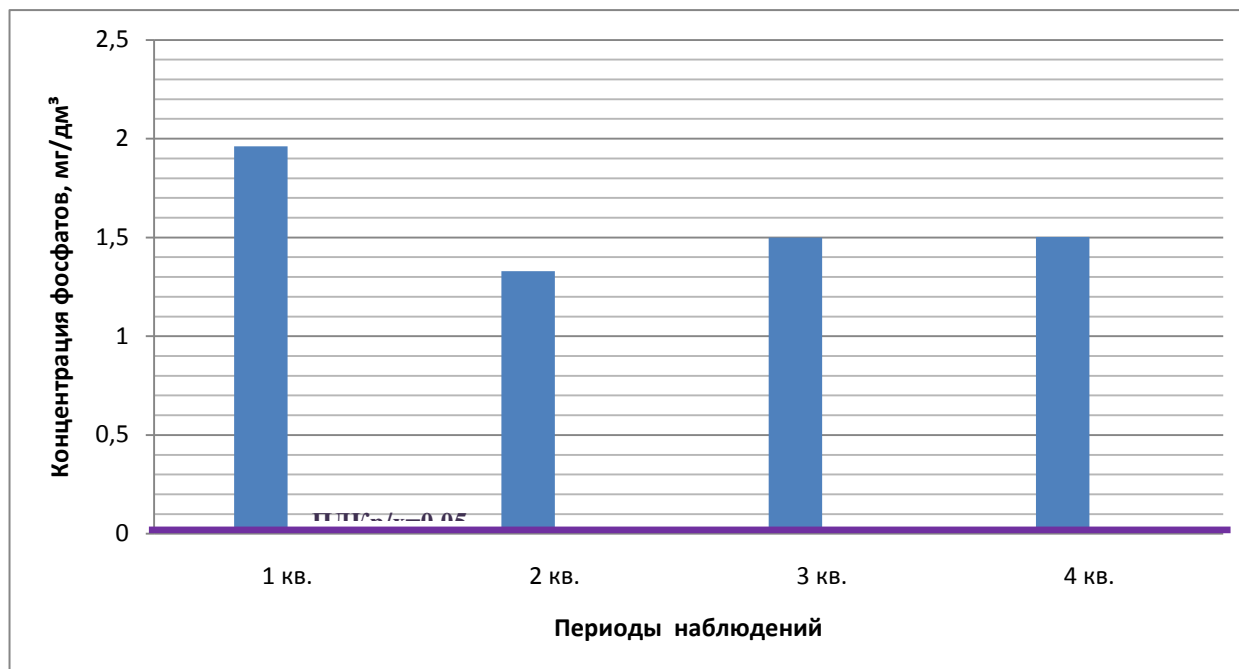


Рис. 1. Концентрация фосфатов в очищенных сточных водах организаций ВКХ в 2012 г.

Анализ патентов, касающихся очистки хозяйственно-бытовых и близких к ним производственных сточных вод, позволяет сделать вывод о невозможности применения предлагаемых способов очистки в условиях Мурманской области, т.к. ожидаемая концентрации фосфатов в очищенных сточных водах находится на уровне  $0,2 \text{ мг/дм}^3$  и выше. Исключением является патент RU 2449950 С2, в котором описан способ очистки сточных вод пищевых производств с расходом  $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ , в рамках экспериментального апробирования которого достигнута концентрация фосфатов в очищенной воде  $0,05 \text{ мг/дм}^3$  и менее при исходной концентрации –  $3,5 \text{ мг/дм}^3$ . Возможность применения данного способа для объектов ВКХ вызывает большие сомнения в связи с существенной разницей количественных и качественных показателей [7].

Таким образом, с целью предотвращения эвтрофикации водных объектов Мурманской области необходима разработка эффективной технологии доочистки хозяйственно-бытовых сточных вод от фосфатов до нормативных показателей.

### Литература

1. Анисимов, Д.В. Удаление фосфора из сточных вод / Д.В. Анисимов // Экология производства. – 2012. - №5. – С. 84-87.

2. Большаков, Н.Ю. Очистка от биогенных элементов на городских очистных сооружениях / Н.Ю. Большаков. - СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. - 112 с.

3. Зейфман, Е.А. Интенсификация процессов очистки сточных вод от биогенных элементов: учеб. пособие / Е.А. Зейфман, Е.А. Лебедева, Г.А. Тихановская; М-во образования Рос. Федерации, Вологодский гос. техн. ун-т. – Вологда: ВоГТУ, 2003. – с. 121.

4. Кунахович, А.А. Установка глубокой очистки сточных вод для северных регионов / А.А. Кунахович // Экология производства. – 2012. - №8. – С. 70-73.

5. Мацарюк, Н.Н. Реконструкция локальных очистных сооружений, работающих как биофильтры / Н.Н. Мацарюк, С.В. Чекмарева // Экология производства. – 2011. - №11. – С. 72-74.

6. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей, утвержденная Приказом МПР России 17.12.2007г. №333.

7. Пат. 2449950 Российская Федерация, С 02 F 1/24, 1/52. Способ очистки сточных вод / А. А. Золотников, В. Е. Бомштейн, А.Н. Золотников, Е.В. Бомштейн; заявитель и патентообладатель ООО "НТИЦ Экст-Эко". - 2010117606/05; заявл. 05.05.2010 ; опубл. 10.05.2012, Бюл. № 13.

## СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Третьякова С. Ю., Гапоненков И. А., Сергин А. Н., Луценко Е. С.  
(г. Мурманск, МГТУ, кафедра Экологии и защиты окружающей среды)

**Abstract.** Is it possible to use the method of case-studies in the teaching of engineering and environmental sciences in high school? This paper discusses the first experience to create and solutions case-study at the Department of Ecology and Environmental Protection MSTU.

В условиях современной образовательной политики, перехода на образовательные стандарты третьего поколения, направленных на реализацию компетентного подхода, весьма актуальной и обязательной деятельностью преподавателей высшей школы становится разработка и внедрение современных способов и форм проведения учебных занятий. Если раньше активные и интерактивные методы проведения занятий проводились по личной инициативе преподавателя, то сейчас, в соответствии с требованиями ФГОС ВПО, не менее 20% аудиторных учебных часов должны проводиться именно в такой форме.

Стандарты третьего поколения требуют формирования компетенций, общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК), которые частично могут быть сформированы при проведении новых форм занятий: учебных и исследовательских проектов, «мозговых штурмов», кейс-методов, деловых и ролевых игр, научно-творческих работ, тренингов, презентаций, и т.п. Широко известен опыт применения подобных методов за рубежом, в школах права и бизнеса.

Анализ конкретных учебных ситуаций (в переводе с английского языка case – случай; case-study – обучающий случай) — метод активного проблемно-ситуационного анализа, основанный на обучении путем решения конкретных задач – ситуаций (решение кейсов). Предполагается, что студенты при обучении получают навыки групповой работы - слушать и понимать друг друга; работать в команде. Приобретут опыт работы с информацией, ее анализа и синтеза, осмысления деталей и аргументов, выявления и решения проблем, навыки работы с предположениями и заключениями, опыт оценки альтернатив и принятия решений [1].

«Кейс это всегда моделирование жизненной ситуации. Он позволяет рассмотреть жизненную ситуацию за «письменным столом». То решение, которое найдет участник кейса, может служить как отражение его компетентности, профессионализма, так и реальным решением проблемы. Как правило, кейсы не имеют единственно верного решения, участник всегда может придумать свой неповторимый вариант решения». [2]

Непосредственная цель метода case-study – совместными усилиями группы студентов проанализировать ситуацию – case, возникающую при конкретном положении дел, и выработать практическое решение; окончание процесса – оценка предложенных решений и выбор лучшего в контексте поставленной проблемы.

В последние годы в России наметилась тенденция к использованию кейс-метода не только в бизнес - образовании, но и в предметном обучении, например при обучении органической химии в колледже (Санкт-Петербург).

Но насколько возможно применение данного метода в преподавании естественнонаучных и технических дисциплин, где в теоретическом курсе преобладают формулы, технологические и технические схемы, расчетные методы?

Для оценки перспективы применения методов учебных проектов и case-study в учебном процессе студентов по направлению подготовки 280700.62 «Техносферная безопасность», на кафедре Экологии и ЗОС было принято решение разработать кейс и продемонстрировать его возможности.

Тема учебного проекта «Разработка кейса для преподавания экологических дисциплин», была предложена магистрантам в рамках дисциплины «Современные образовательные технологии». В процессе разработки проекта мы осваивали и технологию создания кейса, и технологию разработки учебного проекта.

**1 этап.** Процесс создания учебного проекта начался с изучения новых форм проведения занятий (активных и интерактивных), теоретических материалов по современным образовательным технологиям.

**2 этап.** Следующим этапом учебного проекта стало ознакомление с компетентностным подходом, изучение стандартов и обсуждение компетенций, на формирование которых направлена технология кейс-стади. По общему мнению, из перечня компетенций стандарта 280700.62 «Техносферная безопасность» были выбраны следующие: ... способность к принятию нестандартных решений и разрешению проблемных ситуаций (ОК-12); способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности... (ПК -4); способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, ... (ПК-8); готовность использовать знания... охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики (ПК-12); способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях (ПК-13).

**3 этап.** Получив представление о компетенциях, частичное формирование которых должен обеспечить наш кейс, мы стали обсуждать, в рамках каких дисциплин, на каком курсе обучения может быть применен метод кейс-стади? Каким по объему должен быть кейс?

По классификации кейсов, предложенной Н. Федяниным и В. Давиденко [2,3]:

- - Структурированный: минимальное количество информации; при работе с ним студент должен применить определенную модель или формулу; у задач этого типа существует оптимальное решение;
- - Маленькие наброски: одна-десять страниц текста и одна-две страницы приложений; знакомят только с ключевыми понятиями и при их разборе студент должен опираться еще и на собственные знания;
- - Большие неструктурированные кейсы объемом до 50 страниц - самый сложный из всех видов; очень подробная информация, в т.ч. совершенно ненужная; необходимые для разбора сведения, наоборот, могут отсутствовать; студент должен распознать такие «подвохи» и справиться с ними.
- - Первооткрывательские кейсы, при разборе которых от студентов требуется предложить нечто новое, при этом студенты и преподаватели выступают в роли исследователей.

По размерам могут быть: миникейсы – от одной до нескольких страниц, обычно занимают часть двухчасового практического занятия; сжатые – 5-20 страниц, на решение отводится обычно двухчасовое занятие; полные – более 20 страниц, обычно решаются пошагово, т.е. на нескольких занятиях или даже в течении всего практического курса. [2]

После проработки всех материалов было принято решение создать неструктурированный сжатый кейс, который можно предложить для решения на многих специальных дисциплинах кафедры – таких, например, как «Промэкология», «Техногенные системы и экологический риск», «Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС)» и т.п., в зависимости от целей занятия.

**4 этап.** Много времени мы уделили выбору той темы (случая), которая будет показательной для первого знакомства с технологией кейс-стади. В итоге обсуждения различных вариантов была выбрана тема с условным названием «Кейс про АЗС». Почему именно автозаправочные комплексы? Они известны всем как небольшой промышленный объект, практически все на них бывали, каждый может легко описать, какие производственные процессы там осуществляются, какие опасные вещества там используются, к каким последствиям может привести нестандартная ситуация на таком объекте.

**5 этап.** Сбор информации для составления кейса. Этот этап не оказался самым сложным, достаточно быстро общими усилиями из интернета было получено много различной информации. Сложнее было отсортировать лишнее, причем много споров было по поводу объема кейса. Кейс создавали «от обратного» - сначала проанализировали варианты ответов, которые могут

быть получены, а затем выбрали те материалы, которые могут «натолкнуть» студента на предполагаемый ответ.

**6 этап.** Структурирование кейса. Содержание готового кейса получилось следующим: Актуальность темы, климатическая и гидрологическая характеристика региона; опасные природные явления, экологические опасности и потенциально опасные объекты, обзор транспортной инфраструктуры Мурманской области; местоположение, схема и состав проекта АЗС, описание производственного и технологического процесса АЗС, технологическая схема резервуара АЗС, список нормативно-технической документации, которая должна быть на АЗС. Как приложение к кейсу добавили полный текст некоторых документов: правила технической эксплуатации автозаправочных станций, эксплуатации очистных сооружений, план и порядок действий персонала АЗС при возникновении и ликвидации возможных аварийных и чрезвычайных ситуаций.

**7 этап.** Проведение практического занятия (семинара) с использованием метода кейс-стади. Участников (сотрудников и преподавателей кафедры, магистрантов) разделили на две команды, каждая команда за своим круглым столом получила раздаточные материалы (текст кейса и подготовленные для заполнения таблицы), разъяснили цели и задачи проведения занятия.

Цель - Составить план мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций на АЗС г. Мурманска. Задачи: перечислить факторы воздействия предприятия на окружающую среду; перечислить, какие устройства должны быть предусмотрены для защиты окружающей среды. Сделать предположение, какое негативное событие может произойти, исходя из специфики деятельности предприятия. Перечислить (описать) факторы, которые могут повлиять на возникновение ЧС; описать последствия, которые может повлечь за собой чрезвычайная ситуация. Предложить меры по предупреждению ЧС; составить план мероприятий по предупреждению ЧС с указанием на требования нормативных документов.

**8 этап.** Результаты и обсуждения. После получения задания и изучения документов участники стали активно обсуждать кейс, делать предположения, что может произойти на АЗС. Некоторое замешательство и дополнительные вопросы были вызваны тем, что не все участники знакомы с терминологией кейса. Было сделано предложение - включать в состав кейса список с разъяснением используемых терминов и определений.

При заполнении таблиц, предложенных для записей, некоторое время было потрачено на выяснение причинно-следственных связей: *Событие (ЧС), которое может повлечь за собой негативные последствия - Последствия ЧС - Причины возникновения события.* Практический

вывод: таблицы или другие формы отчетов, которые студенты будут заполнять при решении кейса, должны быть более тщательно подготовлены: - с одной стороны, должны быть простыми для понимания, с другой стороны, не давать подсказок.

Выводы по первому занятию с применением case-study:

1. Метод case-study должен использоваться в единстве с другими методами обучения, в том числе традиционными. Использовать ситуационное обучение для решения не только естественнонаучных, но и технических дисциплин возможно, если ставить задачу достаточно узкую (структурированный кейс).

2. Основными источниками кейса для преподавания экологических и технических дисциплин, по нашему мнению, могут стать отчеты по практике студентов, дипломные и курсовые работы по различным дисциплинам, которые имеются в больших количествах на выпускающих кафедрах. На их основе можно постепенно создать общую кафедральную, а затем университетскую базу кейсов, которая может быть доступна всем преподавателям. Кроме того, пополнять базу кейсов можно, используя информацию из СМИ, интернета.

3. Применение метода case-study, других активных форм обучения должно быть методически обосновано и обеспечено. Для создания материалов кейсов и организации учебного процесса по образовательной программе в целом, потребуются дополнительные затраты времени преподавателей, что значительно увеличит трудоемкость дисциплин. Повышение трудоемкости, несомненно, необходимо учитывать при планировании нагрузки преподавателей.

#### **Литература.**

1. Степанов, А.В. Ключевые факторы и средства формирования компетенций. - Вестник Алтайской Академии экономики и права [Электронный ресурс] – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://journal-aael.intelbi.ru/>

2. Юлдашев, З.Ю., Бобохужаев, Ш.И. Инновационные методы обучения Особенности кейс-стади метода обучения и пути его практического использования. права [Электронный ресурс] – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/847581/>

3. Миленина, Т.П. История и теория метода case-study [Электронный ресурс]–Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://nsportal.ru/shkola/obshchestvoznanie/library/istoriya-i-teoriya-metoda-case-study>.

## ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ВЫБРОСОВ ЧЕРНОГО УГЛЕРОДА В Г. МУРМАНСКЕ. ВОЗМОЖНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ.

Третьякова С. Ю. (г. Мурманск, МГТУ, доцент кафедры Экологии и защиты окружающей среды)

**Abstract.** The article assesses the impact of black carbon on the environment and human health. This paper discusses the problems that arise in the course its inventorization.

Влияние выбросов парниковых газов на глобальное изменение климата общеизвестно, парниковый эффект был описан еще в начале XIX века. В ближайшей перспективе рассчитывать на снижение темпов потепления от снижения выбросов диоксида углерода, долгоживущего в атмосфере газа, рассчитывать не приходится. В 2011 – 2012 гг. вышел ряд обзорных исследований по воздействию на климатическую систему короткоживущих веществ, где рассматриваются проблемы снижения выбросов в атмосферу черного углерода, метана, находящихся в атмосфере от нескольких дней до нескольких лет, а не десятки лет как, например, CO<sub>2</sub>. О необходимости срочных действий заявила ЮНЕП, к проблеме очень серьезно отнеслись арктические страны. В последнее время пристальное внимание исследователей во всем мире направлено на изучение источников эмиссии черного углерода, в связи с его уникальной ролью в Арктике.

Важность проведения научных исследований в этой недостаточно изученной области, а также тщательная инвентаризация выбросов связана с необходимостью разработки рекомендаций по сокращению выбросов. Предполагается, что, если меры будут приняты, то ожидать снижения темпов потепления в Арктике можно будет в самое ближайшее время. По расчетам ЮНЕП - 2011<sup>1</sup> показано, что, если кардинально снизить выбросы «черного углерода наряду со снижением выбросов CO<sub>2</sub> и метана, то антропогенное повышение глобальной температуры можно снизить еще на несколько десятых градуса, может быть даже на 0,5<sup>0</sup>C к 2050 г. [2].

Потеплению арктического климата способствуют выбросы черного углерода как в самом арктическом регионе, так и за его пределами. Тепловое воздействие на отражающие поверхности арктического снега и льда усиливается, когда черный углерод физически оседает на них. Чем ближе источники выбросов к Арктике, тем больше вероятность их осаждения, и, предположительно, выше степень воздействия в расчете на единицу выбросов. Истинный масштаб такого потепления пока неясен для науки и требует проведения дальнейших научных исследований [1].

---

1 См. [http://hqweb.unep.org/dewa/Portals/67/pdf/Black\\_Carbon.pdf](http://hqweb.unep.org/dewa/Portals/67/pdf/Black_Carbon.pdf) они также детально рассмотрены в докладе US EPA, <http://www.epa.gov/blackcarbon>, стр. 29



По имеющимся оценкам, Россия занимает 8-ое место после США по выбросам «черного углерода» и 3-е место по выбросам «органического углерода» (с учетом вклада африканских регионов).

Источниками выбросов «черного углерода» является сжигание всех видов топлива, (угля, мазута, древесины, биомассы, и др.), в промышленности, в котельных и генераторах, лесные пожары и травяные палы, значительный вклад дает транспорт при сжигании дизельного топлива.

Наиболее полное аналитическое обобщение ситуации с выбросами «черного углерода»<sup>2</sup> дано в докладе US EPA. Там же даны определения черного углерода по отношению к понятиям «взвешенные частицы, сажа и органический углерод». «Черный углерод» (black carbon) – твердые частицы, в основном из чистого углерода, абсорбирующие солнечную радиацию во всех длинах волн, являются наиболее активной частью взвешенных частиц. Взвешенные частицы - (particulate matter) - более широкое понятие, в которое входит и твердые частицы, включая пыль, и жидкие аэрозоли, всевозможные органические соединения. «Органический углерод» (organic carbon) - смесь соединений, содержащих углерод, водород и кислород. Мелкие частицы с аэродинамическим размером менее 10 и 2,5 микрон - PM10 и PM2.5 являются объектом мониторинга загрязнения атмосферного воздуха и оказывают негативное воздействие на здоровье. [2]. Проблема загрязнения воздуха городов мира взвешенными частицами диаметром менее 10 мкм (PM10), признана одной из важнейших и находится на постоянном контроле ВОЗ.

В России понятие «черный углерод» пока не принято, выбросы в атмосферу от сжигания топлива нормируются на содержание сажи, которая является сложной смесью черного и органического углерода, поэтому сажа несколько более широкое понятие, чем «черный углерод», хотя и близкое, вероятно, возможно употреблять термин «сажевые частицы».

Первая проблема, с которой сталкиваются исследователи выбросов черного углерода в России – это определение доли именно «черного углерода» при расчете выбросов по принятым методикам, где к расчетам применяются удельные выбросы сажи.

Для того, чтобы получить максимально достоверные данные о выбросах черного углерода в Мурманской области, в январе 2012 года началась реализация российско-американского проекта WWF России и US EPA – PNNL, Battelle Memorial Institute – MSTU.

Даже если скептически относиться к влиянию выбросов «черного углерода» на ледовый покров и климат Арктики, существует немало доказательств его отрицательного влияния на здоровье человека.

---

<sup>2</sup> Научный обзор по «черному углероду», март 2012 г.: US EPA. Report to Congress on Black Carbon, March 2012, 338 pp. <http://www.epa.gov/blackcarbon>

Частицы сажи не взаимодействуют с кислородом воздуха и поэтому удаляются только за счёт коагуляции и осаждения, которые идут очень медленно. Сажа относится к 3 классу опасности. Влияет на лёгкие, так как частицы менее 5 мкм не отфильтровываются в верхних дыхательных путях. При вдыхании сажи ее частицы вызывают негативные изменения в системе дыхательных органов человека, ухудшаются течения хронических заболеваний, особенно заболеваний легких, например, хронического бронхита. Появляются признаки ишемии (нарушения кровоснабжения сердца) при физической нагрузке у людей с заболеваниями сердца. Сажа в воздухе опасна для беременных женщин; дети, живущие в городах с интенсивным автомобильным движением, то есть с высоким уровнем загрязнения воздуха, имеют IQ ниже, чем дети, живущие в более экологически чистых районах. Дым от дизельных двигателей, имеющий высокое содержание сажи, считается особенно опасным из-за того, что сажа (частицы черного углерода) - являются активными сорбентами и концентрируют на своей поверхности другие опасные вещества, в частности, бенз-а-пирен - сильный канцероген. Исторически известна так называемая болезнь трубочистов - рак кожи, возникающий при контакте с сажей.

Поэтому меры, направленные на сокращение выбросов черного углерода, положительно повлияют на здоровье всех людей, подверженных воздействию выбросов частиц, содержащих черный углерод.

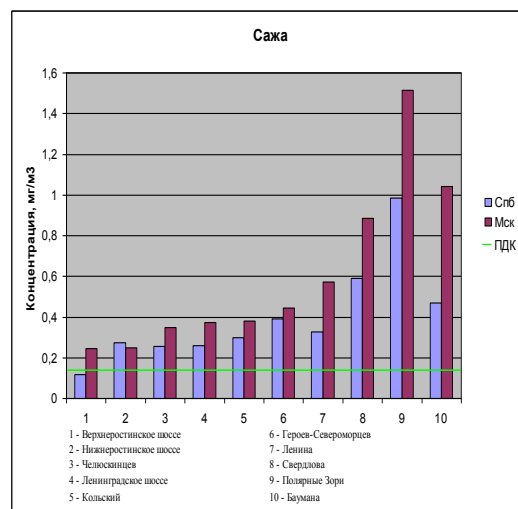
#### **Существующие подходы к инвентаризации.**

Крупнейшими источниками выбросов черного углерода в арктической зоне являются наземный транспорт (дизельные автомобили, автобусы, специальная техника), использование дизельных генераторов, а также морское судоходство, в связи с его непосредственной близостью к снегам и льдам. Для формирования наиболее полного представления о масштабах выбросов от сжигания дизельного топлива, недостаточно знать только удельные значения выбросов от сжигания топлива и количество транспортных средств. Проблема инвентаризации выбросов усугубляется тем, что удельные выбросы от передвижных источников, которыми являются все виды транспорта, в том числе автомобильного, связаны с режимами работы двигателя (прогрев, холостой ход, разгон, пробег, торможение). Кроме того, удельные выбросы зависят от типа двигателя, от качества топлива, от технического состояния, года выпуска автомобиля, даже от манеры вождения автомобиля.

Принятые в России методики инвентаризации выбросов от автотранспорта в городах, с определенной степенью детализации, основаны на исследовании распределения автотранспортных потоков, их изменений во времени [3,4]. Их цель - подсчет количества разных видов транспорта на магистралях, и расчет массы выбросов по удельным значениям. При расчете выбросов автотранспорта учитываются основные

закономерности их изменения при реальном характере автотранспортного движения в городских условиях. При этом учитывается, что в районе регулируемого перекрестка транспортное средство совершает торможения и разгоны, перемещаясь с некоторой средней скоростью на конкретном участке автомагистрали, определяемой дорожными условиями.

На рис. 1 представлена диаграмма выбросов сажи, для некоторых улиц г. Мурманска, рассчитанная по двум российским методикам: ОАО «НИИАТ» Москва, 2008, и ОАО «НИИ Атмосфера» С-Пб, 2005. Полученные значения отличаются, что явно отразится на результатах общей инвентаризации выбросов черного углерода. Вероятно, что такая же разница в результатах будет получена и при расчетах с использованием принятых в Европе или США. На наш взгляд, целесообразно сравнивать



расчетные методы с аналитическими результатами исследований, чтобы дать оценку адекватности полученной модели инвентаризации. Но самой сложной проблемой при оценке выбросов черного углерода от автотранспорта станет выявление количества дизельных автомобилей в транспортном потоке. Как, например, в транспортном потоке можно отличить автомобиль, работающий на бензине, от такого же, работающего на дизтопливе? Положение усугубляется тем, что в ГИБДД в настоящее время не регистрируется тип двигателя, поэтому сложно выявить долю дизельных в общем количестве зарегистрированных автомобилей.

Итак, проблемы, которые возникнут при инвентаризации выбросов черного углерода, связаны с долей именно черного углерода в выбросах сажи, принятых для учета в России, выделении дизельных автомобилей в транспортном потоке, либо оценке другими путями – по количеству сжигаемого дизельного топлива, например. Кроме того, необходима аналитическая оценка выбросов для проверки соответствия расчетных методов действительности.

Тем не менее, необходимо подчеркнуть, что инвентаризация выбросов черного углерода, меры, которые могут быть предложены для их снижения, помимо превентивных мероприятий для климата Арктики, будут абсолютно бесприоритетными для снижения загрязнения атмосферы городов и положительного воздействия на здоровье населения.

### Литература.

1. Целевая группа Арктического Совета по вопросам нестойких соединений, способствующих изменению климата. Доклад о ходе работы и рекомендации для министров. [Электронный ресурс] – Электрон. текст.

дан. – Режим доступа: [http://www.bellona.ru/bellona.ru/fires-and-the-arctic-ru/subjects/publications\\_ru](http://www.bellona.ru/bellona.ru/fires-and-the-arctic-ru/subjects/publications_ru)

2. «Черный углерод», физика процессов и новая международная инициатива США. [Электронный ресурс] – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://www.wwf.ru/data/climate/2012/obzormejdunarod.doc>

3. «Методика инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух» Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта (ОАО «НИИАТ»), Москва, 2008;

4. «Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов» Научно-исследовательский институт охраны атмосферного воздуха (ОАО «НИИ Атмосфера»), Санкт-Петербург, 2005.

# **Экология и рациональное природопользование**

**Effects of different conditions of incubation on appearance of the main deformations of Ballan wrasse (*Labrus bergylta*) larvae after hatching.****Shchepak L.V., Zhuravleva N.G., Oddvar Ottesen (*Murmansk, MSTU, Bioecology department*)**

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. The results obtained from the experiment allowed to distinguish 6 major types of body malformations of the newly hatched Ballan wrasse larvae, reared at different temperature and salinity during the embryonic development. The most common deformities of newly hatched Ballan wrasse larvae were axial (lordosis or kyphosis) or lateral (scoliosis) curvature of the vertebrae in the abdominal or caudal region.

Ballan wrasse has an increasing importance in commercial cold water marine aquaculture, but the production of viable juveniles could be a bottleneck.

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 (Helvik, Walther, 1993; Morehead, Hart, 2003; Gracia-López, Kiewek-Martínez, 2004; Yang, Chen, 2005).

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 (Kjorsvik, Olsen et al. 2009). Development of Ballan wrasse is not well described and the effects of environmental parameters such as temperature and salinity is not known.

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.

The main aim of this work was to examine how different temperatures and salinities influence fertilized eggs of Ballan wrasse (*Labrus bergylta*) through the period of incubation and find optimal values of these parameters during egg stage and hatching.

To achieve the main aim of the work the malformations of early larva fish *Labrus bergylta* (Ballan wrasse) according to various range of environmental conditions like temperature and salinity at early developmental stages were examined.

The present study was done at Mørkvedbukta – Marine Research Station of University of Nordland, Bodø, Norway. Eggs of Ballan wrasse were collected from a broodstock of fish caught in Agder (Sørlandet, Norway), adapted to captivity and kept at station for two years. All eggs for experiment were collected from one batch and with more than 95% fertilization success. Eggs were taken at “morula stage” for further incubation at 9 different combinations

of temperature and salinity: 10 C° 26‰; 10 C° 30‰; 10 C° 33‰; 15 C° 26‰; 15 C° 30‰; 15 C° 33‰; 20 C° 26‰; 20 C° 30‰; 20 C° 33‰.

Incubation experiments with batches of eggs were conducted till hatch of larvae, which then were fixated in EM-fixative for further examination under the microscope. The results of the experiment are presented in figures and tables. Total 2246 egg were incubated and 1523 larvae were examined.

Larvae at hatch had different types of axial deformations and that could be related to notochord alterations during embryogenesis, which could be effected by rearing at different temperature and salinity during the embryonic development. (Andrades, Becerra et al. 1996).

The results obtained from the experiment allowed to distinguish 6 major types of malformations of Ballan wrasse (*Labrus bergylta*) larvae, that made it possible to create proper classification of malformations, those major types were further divided into subtypes. The imagery of various types of defective larvae is presented in figures conducted using microscope Olympus SZ-12 and the software program Cell A, Olympus.

A and B types characterized as newly hatched larvae with axial (lordosis or kyphosis) or lateral (scoliosis) curvature of the vertebrae in the abdominal or caudal region (Fig. 1). Type B represent the same axial deformities but accompanied by slight deformation of the yolk sac with oedema (Fig.1, B1,B7).

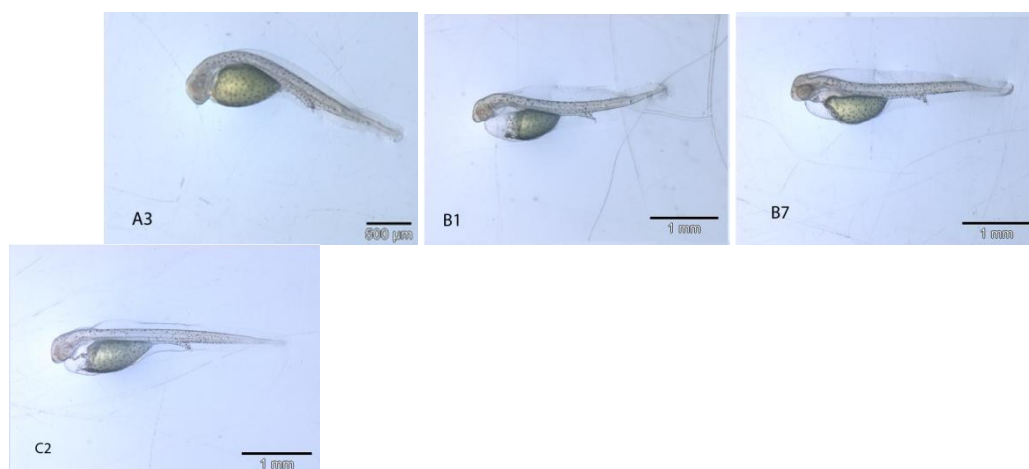


Fig. 1. Different types of deformations of Ballan wrasse larvae *L. bergylta* “A, B, C”.

Type C was also widespread deformity of Ballan wrasse larvae (21,9% from total occurrence). This malformations include just oedema-affected deformation of anterior part of the yolk sac without any axial deviation (Fig.1, C2).

At early larval stages in some specimens such abnormalities of A and B type was a minor defect compare with the other, more severe axial deviations were observed – type D (2,6% from total occurrence), E (7,2%), F (3,8%), but they were not so widespread.

Type D include: larvae with downward axial curve in abdominal and caudal regions; larvae with coiled or bent spinal column larvae (“C-shaped”); abnormalities included a small body size and deformations of the spinal column, such larvae were shorter than normal –“shortened body”. Type E represent the same axial deformities but accompanied by slight deformation of the yolk sac with oedema.

F1 (2,5% from total occurrence) and F2 (1,3% from total occurrence) types of malformations are characterized as sharp deformation of spinal column, such larvae commonly had several deformations, scoliosis in the abdominal and caudal region, the tail was often abnormally asymmetrically curved. Type F2 accompanied by deformation of the yolk sac with oedema.

The detailed examination of the larvae showed vertebral deformations to be most common from all defects recorded (Table1). The occurrence rate of big pericardial/yolk sac oedema were lower at 10°C compared to 15°C and 20°C, in 30‰ compare to 26‰ and 33‰ (Table 1, marked as C).

Table A6. Presence of main seven types of abnormality singled out in newly hatched Ballan wrasse larvae incubated at three different temperatures and in three different salinities (mean % from total) (N-normal).

Type of abnormality	Temperature, °C			Salinity, ‰		
	10	15	20	26	30	33
A	63,48	21,64	4,12	28,21	34,34	31,32
B	15,68	23	43,34	30,77	25,85	20,36
C	10,33	23,85	24,46	21,61	17,55	18,79
D	1,53	2,21	3,39	2,2	1,89	2,91
E	0,38	2,73	19,37	7,69	3,58	8,28
F	4,59	1,19	5,08	3,48	4,53	2,01
N	4,02	25,38	0,24	6,04	12,26	16,33

The relative frequencies of larvae just with axial deformity demonstrated an upward trend from higher temperature to lower (Table 1, marked as A deformities), while the same axial deformities but with oedema (marked as B) and more severe deformities (marked as D and E) showed upward trend from lower to higher temperature from 1,53 to 3,39% (D type) and from 0,38 to 19,37% (E type) (Table 1).

For salinities there was clear trend of increase of larvae proportions without any deformations trend from lower to higher salinity (6% at 26 ‰; 12,3% at 30‰ and 16,3 at 33‰) (Fig.1, marked as N).

Larvae with a sharp bend in the notochord type D, E were observed in all combinations of temperature and salinity, but the occurrence of these malformations showed clear trend to increase from lower temperature to higher (Table1).

The lowest frequency of defects was recorded in treatment 15°C and 33‰, the highest rate of deformed larvae (100%) was in combinations: 20°C,



26‰ and 20°C, 33‰. The occurrence of larvae with a sharp bend in the notochord showed clear trend to increase from lower temperature to higher.

The frequency occurrence of larvae with big pericardial/yolk sac oedema increased with increasing the temperature. The most common malformations in this study involving various vertebral abnormalities accompanied by oedema were more frequent in the larvae kept at 20°C.

Embryos with mild deformities can survive until hatching, and slightly deformed yolk-sac larvae may survive, but appear to be less viable. The spinal curvature might be a response to environmental stress, including exposure to extremes of salinity and temperature (Okamoto, T., T. Kurokawa, 2009).

Lordotic specimens may further show unbalanced growth. But lordosis in larvae does not totally interfere with swimming and feeding behaviour and is not deleterious (Andrades, Becerra, 1996).

The high level of spinal malformations appearing in hatchery fish is an important problem for the development of this industry. This is often associated with growth depression, leading to high mortality rates. The etiology of these syndromes is not well understood. Environmental factors such as mechanical or thermal shocks, presence of pollutants in the water, radiation, salinity, oxygen depletion and light intensity have also been reported to cause aberrations in development (Andrades, Becerra, 1996).

The present study provides valuable information about influence of different rearing conditions during egg incubation like temperature (10, 15, 20°C) and salinity (26, 30, 33‰), and it can be useful for establishing the requirements of commercial egg incubations for further larval optimal welfare and growth.

#### **Список литературы**

1. Andrades, J. A., J. Becerra, et al. (1996). "Skeletal deformities in larval, juvenile and adult stages of cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata* L)." *Aquaculture* 141(1-2): 1-10
2. Artuz, M. L. (2005). "Embryonic and larval development of the ballan wrasse *Labrus bergylta* Ascanius 1767." *Hidrobiologica* 10: 98-10
3. Bjelland, R. M. and A. B. Skiftesvik. Larval development in European hake (*Merluccius merluccius* L.) reared in a semi-intensive culture system.// *Aquaculture Research* 2006. 37(11): 1117-1129
4. Gracia-López V., M. Kiewek-Martínez, et al. Effects of temperature and salinity on artificially reproduced eggs and larvae of the leopard grouper *Mycteroperca rosacea*// *Aquaculture* 2004, 237(1-4): 485-498
5. Kjorsvik, E., C. Olsen, et al. (2009). "Comparison of dietary phospholipids and neutral lipids on skeletal development and fatty acid composition in Atlantic cod (*Gadus morhua*)." *Aquaculture* 294(3-4): 246-255
6. Helvik J. V. and B. T. Walther. Environmental parameters affecting induction of hatching in halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) embryos// *Marine Biology* 1993, 116(1): 39-45

7. Morehead D. T. and P. R. Hart . Effect of temperature on hatching success and size of striped trumpeter (*Latris lineata*) larvae// Aquaculture 2003,220(1-4): 595-606
8. Okamoto, T., T. Kurokawa, et al. (2009). "Influence of salinity on morphological deformities in cultured larvae of Japanese eel, *Anguilla japonica*, at completion of yolk resorption." Aquaculture 293(1-2): 113-118
9. Oliveira, R., I. Domingues, et al. (2009). "Effects of triclosan on zebrafish early-life stages and adults." Environmental Science and Pollution Research 16(6): 679-688
10. Ottesen, O. H. and S. Bolla (1998). "Combined effects of temperature and salinity on development and survival of Atlantic halibut larvae." Aquaculture International 6(2): 103-120
11. Sayer M., Treasurer W., et al. Wrasse: biology and use in aquaculture. Oxford, Fishing News Books,1996
12. Yang Z. and Y. Chen. Effect of temperature on incubation period and hatching success of obscure puffer *Takifugu obscurus* (Abe) eggs// Aquaculture 2005,246(1-4): 173-179

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОЛУЧЕНИЮ АЛЮМОАММОНИЕВЫХ КВАСЦОВ ИЗ РАСТВОРОВ АЗОТНОКИСЛОТНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ НЕФЕЛИНА

**Веляев Ю. О., Матвеев В. А., Майоров Д. В.** (г. Апатиты, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева Кольского научного центра Российской академии наук)

The paper discusses the studies of potassium alums production from solutions of nepheline decomposition by nitric acid. The main process parameters ( $\text{HNO}_3$  concentration and consumption and the amount of added ammonium sulphate) have been determined and a schematic flow diagram is proposed.

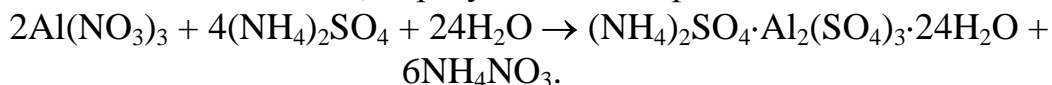
Нефелин является минералом, входящим в состав апатито-нефелиновой руды, добываемой на Кольском полуострове в крупных масштабах. Однако если фосфатная часть этого сырья извлекается и используется достаточно полно, то количество используемого нефелина не превышает 10% от всей его массы, добываемой в составе этих руд. В связи с этим целесообразным является разработка новых и усовершенствование существующих технологий переработки этого минерала, который из-за своего ограниченного применения скапливается в огромных количествах в хвостохранилищах, наносящих вред окружающей среде.

Особенностью нефелина является то, что он достаточно легко и полно вскрывается практически всеми неорганическими и даже некоторыми органическими кислотами. Кроме того, кислотные методы переработки нефелина имеют целый ряд других преимуществ, а именно: отсутствие сложных переделов по предварительной подготовке к переработке, снижение требований к качеству сырья, т.к. балластная часть его (кремнезем и сопутствующие инертные минералы) выводятся из процесса на первых технологических стадиях, сокращение числа технологических операций, энергетических и материальных затрат, расширение ассортимента получаемых продуктов и др.

Ранее в ИХТРЭМС КНЦ РАН был разработан азотнокислотный способ переработки нефелинового концентрата (НК), включающий разложение НК 35%  $\text{HNO}_3$ , отделение кислотонерастворимого остатка от раствора с дальнейшим его упариванием и термообработкой с получением алюминатных спеков, которые затем перерабатывались известными методами с получением глинозёма, соды и поташа [1].

Нами предложен метод азотнокислотной переработки нефелина с выделением из получаемых растворов от разложения нефелина алюминия в виде алюмоаммониевых квасцов (ААК), которые имеют широкий спектр применения, от прекурсора для получения металлического алюминия до

дубителей кож и минеральных удобрений. Метод основан на введении в азотнокислый раствор сульфата аммония (СА) с последующей кристаллизацией из него ААК, образующихся по реакции



Методика экспериментов заключалась в следующем. В реакционный сосуд при перемешивании загружались расчетные количества воды и НК, после чего в него заливалась концентрированная (56%) азотная кислота. По окончании процесса разложения кислотонерастворимый минеральный остаток отделяли от раствора фильтрованием, а затем, с целью исключения «проскока» мельчайших частиц нерастворимого остатка, раствор перефильтровывали через намытый на фильтре слой остатка. В полученном растворе, содержащем нитраты алюминия, калия, натрия, железа и растворенный кремнезем, растворяли при температуре  $\sim 60^\circ\text{C}$  определенное количество сульфата аммония и затем охлаждали до  $15^\circ\text{C}$  для кристаллизации из него алюмокалиевых квасцов, которые отделяли от маточного раствора на фильтрующей центрифуге TS 1 ( $d_{\text{ротора}} = 0.118 \text{ м}$ ;  $n_{\text{рабочее}} = 4500 \div 5000 \text{ с}^{-1}$ ).

В ходе проведения исследований концентрацию  $\text{HNO}_3$  при разложении НК изменяли от 16 до 22% при ее расходе 90-100% от стехиометрии на  $\Sigma(\text{Al}_2\text{O}_3, \text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O})$ . Установлено, что оптимальными условиями для выделения ААК являются: концентрация  $\text{HNO}_3$  – 20%; расход  $\text{HNO}_3$  – 100%, количество вводимого СА – 1.37 кг на 1 кг НК. При этом выход ААК составляет  $\sim 1.8$  кг/кг НК (при влажности 16-18%). Использование  $\text{HNO}_3$  с концентрацией более 20% приводит к возникновению опасности желатинизации растворов, а введение СА в количестве, превышающем 1.37 кг на 1 кг НК – к выделению смеси квасцов и сульфата аммония.

Данные кристаллооптического анализа показали, что квасцы, кристаллизующиеся при расходе вводимого СА не более 1.37 кг на 1 кг НК, состоят из кристаллов ААК  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  с небольшой (5-10%) примесью алюмокалиевых квасцов  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ , что подтверждается данными РФА.

Очистка кристаллов ААК от примесей железа проводилась как путем отдельной промывки их на фильтре или перекристаллизации при различных соотношениях Т:Ж, так и комбинированным способом, включающим промывку на фильтре с последующей перекристаллизацией. Исследования показали, что наибольшая степень очистки (содержание в ААК  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  менее 0.005%) с наименьшими потерями ААК, обусловленными растворением их в промывной воде или остаточным содержанием в маточнике, достигается при осуществлении двойной перекристаллизации с соотношением Т:Ж = 1:0.9. При этом потери ААК с

маточными растворами составляют ~15% на каждой стадии перекристаллизации. Для их устранения было предложено маточный раствор от 2-й перекристаллизации возвращать на 1-ю перекристаллизацию, а маточный раствор от 1-й перекристаллизации – на стадию разложения НК для разбавления исходной 56% HNO<sub>3</sub>. Реализация такой схемы позволила увеличить количество кристаллизующихся ААК из азотнокислых растворов до ~2.2 кг/кг НК (при влажности 16-18%) и исключить потери квасцов с маточными растворами.

На основе полученных данных была предложена принципиальная технологическая схема переработки нефелинового концентрата с получением алюмоаммониевых квасцов, представленная на рисунке 1.

### **Литература**

1. Захаров В.И., Калинин В.Т., Матвеев В.А., Майоров Д.В. Химико-технологические основы и разработка новых направлений комплексной переработки и использования щелочных алюмосиликатов. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1995. -182 с.

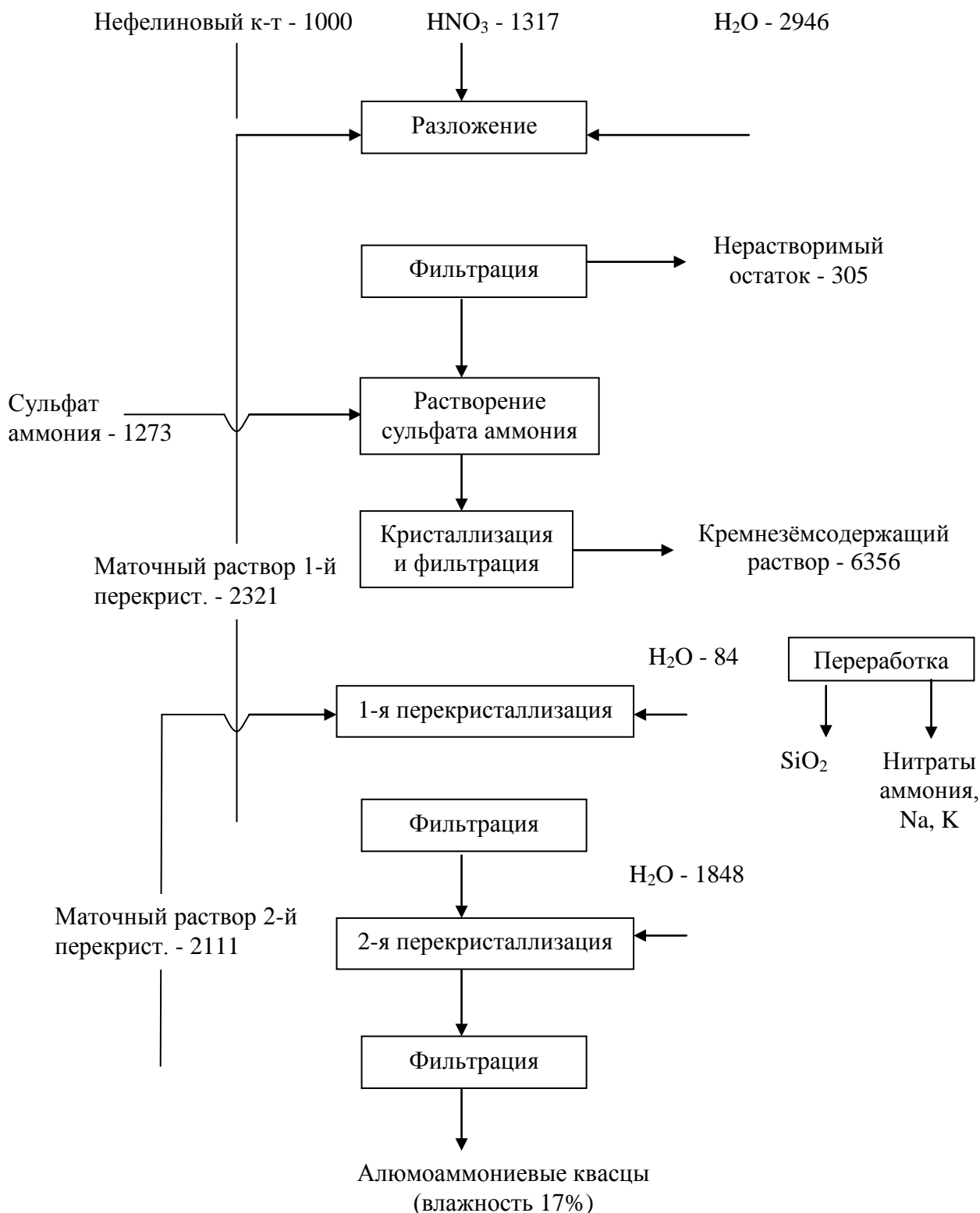


Рис. 1 Принципиальная технологическая схема переработки нефелинового концентрата с получением алюмоаммониевых квасцов с материальными потоками, кг.

## РЕЗУЛЬТАТЫ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОТКРЫТЫХ РАЙОНОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Горбачева Е. А. (г. Мурманск, ПИНРО)

Bottom sediments of the Barents Sea were analysed for toxicity using tests on the alga *Phaeodactylum tricorutum* and larval crustaceans *Artemia salina*. It was revealed that the adverse effect on the division of algal cells and crustacean survival was most often produced by sediment elutriate from the areas occupied by the Murman coastal waters and from the Eastern Basin.

В настоящее время для оценки качества морской среды наряду с методами химико-аналитического контроля используют приемы биотестирования. Биотестирование характеризует качество среды по интегральному показателю «токсичность» на основе унифицированной экспериментальной оценки реакции водных организмов (тест-объектов) на токсическое воздействие. Токсичность среды определяется целым комплексом поллютантов, которые могут как усиливать, так и ослаблять токсическое действие друг друга в среде [1].

Материалом для исследований служили донные отложения, отобранные в рейсах научно-исследовательских судов в 2000-2012 гг.

В качестве тест-объектов использовали морскую золотистую водоросль *Phaeodactylum tricorutum* и личинок солоноватоводного жаброногого рачка *Artemia salina*.

О токсичности донных отложений судили на основании биотестирования их водных вытяжек. При получении вытяжек каждую пробу донных отложений смешивали с морской водой из условно чистого района в объемном соотношении 1:4 и встряхивали в течение 2 ч. После смешивания суспензии давали отстояться 1 ч. Полученную надосадочную жидкость сливали и центрифугировали в течение 10 мин при скорости 4000 об/мин.

Водоросль *Ph. tricorutum* культивировали на среде Гольдберга в модификации Кабановой, при освещенности 4000 лк и температуре 20-22 °С. При постановке экспериментов использовали общепринятую методику [2]. В качестве регистрируемого показателя выбрали изменение численности водоросли.

Изучение воздействия вытяжек донных отложений на *A. salina* осуществляли по выживаемости личинок. В соответствии с методикой в чашки Петри, содержащие 40 мл чистой морской воды или исследуемого раствора, помещали по 20 личинок в возрасте до 1 сут. Подсчет количества выживших рачков проводили через каждые 24 ч [2]. Продолжительность экспериментов 96 ч.

Результаты биотестирования показали, что для личинок *A. salina* из 89 исследованных образцов донных отложений Баренцева моря

токсичными являлись 13. Это донные отложения из восьми промысловых районов, расположенных как на незначительном удалении от берега, так и на расстоянии несколько сотен километров от материка. Токсичными (смертность рачков в вытяжках 22-95 %) для личинок *A. salina* оказались 4 из 8 изученных образцов донных отложений, отобранных в Западном Прибрежном промысловом районе. На Финмаркенской банке из трех исследованных проб повышенную (до 65 %) гибель личинок *A. salina* наблюдали лишь в одной. В Западно-Центральном промысловом районе, на Северо-Западном склоне Мурманской и Западном склоне Гусиной банок для оценки токсичности было отобрано по одному образцу донных отложений, в вытяжках из которых смертность рачков достигала 20-38 %. В Вайгачском промысловом районе из 16 изученных проб токсичной для личинок *A. salina* оказалась лишь одна, где погибло 27 % рачков. На Центральной возвышенности и в Центральном желобе повышенную (20-30 %) смертность личинок *A. salina* зафиксировали в вытяжках донных отложений 2 из 3 и 2 из 8 станций соответственно.

Для водоросли *Ph. tricornutum* из 56 изученных проб донных отложений токсичными оказались только две, отобранные на Нордкинской банке и в Западном Прибрежном промысловом районе. В вытяжках из этих донных отложений наблюдали снижение численности клеток водоросли до 25-79 % по сравнению с контролем.

Более часто (14 % исследованных проб) в вытяжках отмечали кратковременное подавление размножения клеток *Ph. tricornutum* в начале эксперимента, которое в последующем сменялось восстановлением и стимуляцией роста культуры водоросли. Это свидетельствует о присутствии поллютантов 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 эксперимента. Такие донные отложения токсичными для *Ph. tricornutum* не считаются [2]. Кратковременное подавление размножения клеток водоросли наблюдали в вытяжках донных отложений, отобранных на отдельных станциях Западного Прибрежного и Вайгачского промысловых районов, Центрального желоба, Мурманского мелководья, Северо-Западного склона Мурманской банки, Финмаркенской, Новоземельской и Рыбачьей банок.

Анализ результатов исследований показал, что наиболее загрязнены донные отложения в районах распространения мурманских прибрежных вод в Западном Прибрежном промысловом районе, на Мурманском мелководье, Северо-Западном склоне Мурманской банки, Финмаркенской и Рыбачьей банках. В целом для личинок *A. salina* токсичными оказались 20 % проб донных отложений, отобранных в районах присутствия мурманских прибрежных вод. Негативное (токсическое или кратковременное подавление размножения клеток водоросли) воздействие



на *Ph. tricornutum* отмечали в 31 % вытяжек, полученных из образцов донных отложений этих районов. Известно, что мурманские прибрежные воды традиционно характеризуются более высоким содержанием загрязняющих веществ по сравнению с другими водными массами Баренцева моря [3]. Эти воды являются «продолжением» норвежских прибрежных, физическая природа которых тесно связана с Норвежским прибрежным течением [4]. Адвекция поллютантов с водами Норвежского прибрежного течения является одним из источников загрязнения прибрежных районов Баренцева моря [5].

В районах присутствия атлантических водных масс токсическое воздействие на личинок *A. salina* отмечали в 12, негативное влияние на *Ph. tricornutum* – 14 % исследованных проб донных отложений. Атлантические воды наиболее широко распространены в западной части моря (к западу от 35° в.д.). Они имеют адвективную природу и формируются за пределами Баренцева моря [4]. В этих водных массах отмечают более низкое, чем в мурманских прибрежных водах содержание загрязняющих веществ [3]. Негативное влияние на *Ph. tricornutum* наблюдали лишь в вытяжках, полученных из донных отложений, отобранных в одном из юго-западных районов моря – на Нордкинской банке. Токсическое воздействие на личинок *A. salina* зарегистрировали в донных отложениях районов удаленных друг от друга на десятки и даже сотни километров – на склонах Центральной возвышенности, Западном склоне Гусиной банки и в Западно-Центральном промысловом районе. Уровень содержания загрязняющих веществ в донных отложениях зависит не только от концентрации поллютантов в водной среде, но и гидродинамических условий и рельефа дна, определяющих аккумуляцию осадочного материала, сорбционной емкости самих донных отложений и др. Все эти факторы обуславливают наблюдающуюся неравномерность в накоплении токсикантов донными отложениями.

В Центральном желобе распространены баренцевоморские водные массы. Полагают, что эти воды формируются в Баренцевом море главным образом из атлантических вод [4]. В районе Центрального желоба токсичными для личинок *A. salina* являлись вытяжки, полученные из 20 % исследованных проб донных отложений, и в таком же количестве вытяжек наблюдали кратковременное подавление роста *Ph. tricornutum*. В водных массах этого района отмечали относительно повышенные концентрации ПАУ, олова, кадмия, свинца, мышьяка и меди [5]. Считают, что существование здесь циклонического круговорота способствует концентрированию загрязнения, приносимого Северо-Атлантическим течением, на склонах Центрального желоба [6], в донных отложениях которого зарегистрировали высокое по сравнению с другими районами (за исключением прибрежной зоны) Баренцева моря содержание нефтяных

углеводородов, ПАУ, ПХБ, хлорданов, свинца, меди, кадмия, никеля, хрома, железа, цинка и мышьяка [5,6].

В Вайгачском промысловом районе, где распространены печорские прибрежные воды, токсичные для личинок *A. salina* донные отложения обнаружили лишь на одной станции, что составило 6 % отобранных здесь проб. В вытяжке донных отложений другой станции отмечали кратковременное подавление роста *Ph. tricorutum*. Известно, что Печорское море, в состав которого входит Вайгачский промысловый район, является наиболее чистым по донным отложениям районом Баренцева моря [7]. Особенности рельефа и активный гидродинамический режим обусловили отложение на дне Печорского моря преимущественно песчаных и бедных органическим веществом осадков, для которых характерен низкий уровень аккумуляции загрязняющих веществ.

Проведенные исследования позволили оценить частоту встречаемости токсичных донных отложений в районах распространения мурманских прибрежных и атлантических водных масс. Данных биотестирования оказалось недостаточно, чтобы сделать заключение в целом об уровне загрязнения донных отложений в районах присутствия баренцевоморских и печорских прибрежных вод, где исследования проводились только на участках, ограниченных Центральным желобом и Вайгачским промысловым районом соответственно.

Таким образом, токсичные донные отложения в открытых районах Баренцева моря встречаются достаточно редко, что свидетельствует о низком содержании в них загрязняющих веществ. Результаты биотестирования указывают на наиболее высокое загрязнение донных отложений в районах распространения мурманских прибрежных вод и Центральном желобе.

### Литература

1. Соколова, С.А. Экотоксикологические исследования в Двинском заливе Белого моря / С.А. Соколова, А.И. Старцева // Комплексные исследования экосистемы Белого моря: сб. научн. тр. / ВНИРО – М., 1994. – С. 94-104.
2. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. – М.: РЭФИА, НИА – Природа, 2002. – 118 с.
3. Плотицына, Н.Ф. Мониторинг химического загрязнения водных масс Баренцева моря / Н.Ф. Плотицына // VI-VII Международные семинары «Рациональное использование прибрежной зоны северных морей». Часть II. Изучение биотопов прибрежных экосистем. Социально-экологические и экономические исследования в прибрежной зоне северных морей. ( Кандалакша, 18 июля 2002 г., 17 июля 2003 г.): материалы докладов / РГГМУ.– СПб, 2004.– С. 136-149.

4. Ожигин, В.К. Водные массы Баренцева моря / В.К. Ожигин, В.А. Ившин; ПИНРО.– Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1999. – 48 с.

5. [5] Ильин, Г.В. Распространение загрязняющих веществ в шельфовых морях Российской Арктики / Г.В. Ильин // Геология и геоэкология континентальных окраин Евразии. Выпуск 1.– М.: ГЕОС, 2009. – С. 124-163.

6. Новиков, М.А. Загрязнение элементов экосистемы Баренцева моря нефтяными компонентами в районах освоения ШГКМ / М.А. Новиков, А.Ю. Жилин // Нефть и газ арктического шельфа – 2008: материалы междунар. конф. (Мурманск, 12-14 ноября 2008 г.) / ММБИ КНЦ РАН. – Мурманск, 2008. – С. 252-257.

7. Научно-методические подходы к оценке воздействия газонефтедобычи на экосистемы морей Арктики (на примере Штокмановского проекта) / К.В. Галактионов, В.В. Денисов, С.Г. Денисенко [и др.]. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. – 391 с.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ УРОВНЕЙ ШУМА, ПОЛУЧЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ «ЭКОЛОГ-ШУМ», И РЕЗУЛЬТАТОВ НАТУРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**

*Дроздова Е.И.<sup>1</sup>, Смирнов Ю.Ю.<sup>2</sup> (1 - г. Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии, ст. преподаватель, 2 – г. Мурманск, Управление Роспотребнадзора по Мурманской области)*

**Summary.** In this report the analysis of results of rating data by comparison with results practical measurements of noise level of motor transport on residential territories of Murmansk city is given here.

Одним из важных факторов, определяющим качество жизни в современном городе, является акустическое состояние окружающей среды. В настоящее время городской шум является серьезной гигиенической, социальной и экономической проблемой.

Изучение взаимосвязи факторов среды обитания и заболеваемости населения является одной из основных задач социально-гигиенического мониторинга, в рамках которого Управление Роспотребнадзора по Мурманской области с 2006г. осуществляет контроль уровней шума на нормируемых территориях г. Мурманска и крупных городов области от различных источников (промышленных и энергетических предприятий, городского транспорта и др.). Проведение измерений обеспечивается аккредитованным испытательно-лабораторным центром ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области» в рамках выполнения социально-гигиенического мониторинга.

С целью формирования общей картины акустической ситуации в крупных городах Управлением Роспотребнадзора по Мурманской области организованы и проводятся ежегодные мониторинговые измерения шума на селитебных территориях, прилегающих к основным транспортным магистралям. В первую очередь, измерения выполняются в жилых домах и на примыкающей территории.

В период 2006-2012гг. формировалась общая картина акустической обстановки г. Мурманска. В 2010-2012г.г. проведена корректировка методики измерения уровней шума – учтены рекомендации ГОСТ Р 53187-2008 «Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий»: измерения уровней шума выполняются 4-5 раз за сутки, в 3 сезона (с апреля по декабрь) за год для получения результатов, наиболее точно отражающих шумовую обстановку. Ориентируясь на максимальный охват городских территорий мониторингом, количество исследований ежегодно увеличивалось и в 2012г. составило 2565. Всего за указанный период (2006-2012гг.) было выполнено 7032 измерений.

Проведение и оценка уровней шумового загрязнения города Мурманска в 2010-2012гг. проводилась авторами в контрольных точках на

автомагистралях и в точках на селитебных территориях, прилегающих к основным транспортным магистралям Кольского, Октябрьского и Ленинского районов: автомагистраль по пр. Кольский, автомагистраль по пр. Ленина, автомагистраль по ул. Полярные Зори, автомагистраль по ул. Шмидта, автомагистраль по ул. Лобова, автомагистраль по ул. Героев-Североморцев, автомагистраль по ул. Свердлова. Проведение исследований шумовых характеристик и выбор точек производился с учетом требований ГОСТ Р 53187-2008 «Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий».

В настоящей работе авторами приведен сравнительный анализ расчетных уровней шума и результатов натурных измерений. Основой для работы явились материалы, полученные в результате проведения измерений уровней шума на селитебных территориях г. Мурманска, и расчетные значения, полученные при использовании программы «Эколог-Шум» (модуль «Расчет шума от транспортных потоков»).

Программа «Эколог-Шум», разработанная Фирмой «Интеграл», предназначена для расчета распространения шума от внешних источников выполняется согласно требований актуализированного СНиП 23-03-2003[3], ГОСТ 31295.1-2005 [4].

На первоначальном этапе выполнялась разбивка основных транспортных магистралей на линейные источники шума. Следующим этапом работы являлось определение параметров источников шума: высотных отметок расположения, координатных характеристик расположения источника шума и др. Кроме геометрических параметров каждому линейному источнику была присвоена шумовая характеристика эквивалентного уровня звука, рассчитанная с помощью модуля «Расчет шума от транспортных потоков» (при расчете учитывается количество и структура автотранспортных потоков с разбивкой легкового и грузового транспорта, а также параметры скоростного режима на рассматриваемых участках).

Получив интенсивность автотранспорта по каждому участку автомагистрали (линейному источнику шума), выполнялся расчет эквивалентного уровня звука для каждой магистрали LA<sub>Экв</sub> (дБА), на расстоянии 7,5м от оси первой полосы движения (актуализированный СНиП 23-03-2003).

Интенсивность движения автотранспорта характеризовалась средней за период дневной пропускной способностью автомобилей в час с выделением как легкового, так и грузового транспорта из общего потока (общественный транспорт рассматривался как вариант грузового транспорта). При проведении расчетов учитывали особенности скоростного режима магистрали, параметры дорожного покрытия (взято асфальтобетонное покрытие), продольный уклон автодорог.

Собранная исходная информация была нанесена на векторную карту г. Мурманска. На заключительном этапе были проведены акустические расчеты магистралей по пр. Кольский, магистраль по пр. Ленина, магистраль по ул. Полярные Зори, магистраль по ул. Шмидта, магистраль по ул. Лобова, магистраль по ул. Героев-Североморцев, магистраль по ул. Свердлова.

Результатом расчета являются:

- эквивалентные уровни звука, которые представляются в графическом виде наложенном на топооснову: изолиниями разного цвета с указанием уровней шума цифрой.
- уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5 – 8000 Гц, представленные в табличном виде.

Сопоставления натуральных измерений уровней шума с расчетными данными проводились для всех заданных магистралей на примере пр. Кольского, д.133 и ул. Лобова они представлены в таблицах 1, 2.

Таблица сравнения результатов измерений и результатов расчета уровней шума по ул. Лобова за весенний, летний, осенний периоды 2011г. и весенний период 2012г.

Таблица 1

	Весна 2011	Лето 2011	Осень 2011	Весна 2012
ПДУ ( $L_{A_{ЭКВ}}$ , дБА)*	55	55	55	55
Измеренное значение уровней шума, $L_{A_{ЭКВ}}$ дБА	69	72,1	71	70,6
Расчетное значение уровней шума, $L_{A_{ЭКВ}}$ дБА	68,3	69,5	69,9	68,4
Отклонение (+/-), дБА	-/0,7	-/2,6	-/1,1	-/2,2

Таблица сравнения результатов измерений и результатов расчета уровней шума по пр. Кольскому, д. 133 за весенний, летний, осенний периоды 2011г. и весенний период 2012г.

Таблица 2

	Весна 2011	Лето 2011	Осень 2011	Весна 2012
ПДУ ( $L_{A_{ЭКВ}}$ , дБА)	55	55	55	55
Измеренное значение уровней шума, $L_{A_{ЭКВ}}$ , дБА	69,2	71,5	71,8	71,7
Расчетное значение уровней шума, $L_{A_{ЭКВ}}$ , дБА	68,4	68,8	69	69,5
Отклонение (+/-), дБА	-/0,8	-/2,7	-/2,8	-/2,2

\* предельно допустимые эквивалентные уровни звука  $L_{A_{ЭКВ}}$  для территорий, непосредственно прилегающих к жилым домам (дневное время) [5].

Сравнение результатов измерений и расчетных значений по магистрали по пр. Кольский, магистрали по ул. Лобова, магистрали по пр. Ленина, магистрали по ул. Полярные Зори, магистрали по ул. Шмидта, магистрали по ул. Героев-Североморцев и магистрали по ул. Свердлова показало, что максимальное отклонение измеренного значения уровня шума и расчетного не превышает 2,8 дБА, что является типичным значением погрешности для существующих методов акустических расчетов [6].

Таким образом, в результате исследования можно отметить, что программа «Эколог-Шум» правильно описывает акустические процессы распространения звука в пространстве и позволяет быстро и достаточно точно произвести расчет и сравнение вариантов складывающейся акустической обстановки.

Таким образом, результаты натуральных измерений уровней шума, выполненных в ходе социально-гигиенического мониторинга, свидетельствуют о существенной шумовой нагрузке на население (превышение ПДУ), проживающее в жилых домах, расположенных вдоль городских дорог. Сложность решения проблемы шумового воздействия от транспортных потоков связана с приближенностью источников шума к территориям проживания населения и ограниченностью технических средств, направленных на снижение шумового воздействия. В данной ситуации наиболее эффективными являются мероприятия, снижающие уровни шума в источнике, и связанные, главным образом, с интенсивностью замены личного и городского автомобильного транспорта, на автотранспорт с более жесткими техническими характеристиками (стандарта не ниже ЕВРО-3).

## Литература

1. Материалы Государственного доклада Управления Роспотребнадзора по Мурманской области «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Мурманской области в 2012 году».
2. ГОСТ Р 53187-2008. Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий. – М.: Стандартинформ. – 2009.
3. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.
4. ГОСТ 31295.1-2005 (ИСО 9613-1:1993). Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 1. Расчет поглощения звука атмосферой. – М.: Стандартинформ. – 2005.
5. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Введ. с 31.10.1996.
6. ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-1:1993). Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета. – М.: Стандартинформ. – 2006.



## ВЛИЯНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД НА КАТИОННЫЙ СОСТАВ ПОЧВЕННЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

Евтюгина З. А. (г. Апатиты Апатитский филиал МГТУ, кафедра геоэкологии)

Trend change in the ratio of cations in soil water and surface water run-off are similar to the trend change of the CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O in unconsolidated sediments of forest landscapes, in which these categories of waters are formed.

Химический состав воды любого источника, любой реки или озера в той или иной степени определяется геологическими условиями данной местности и, прежде всего, литологией горных пород [1].

Исследования, направленные на выявление особенностей формирования химического состава различных категорий природных вод (атмосферных, почвенных, поверхностных) проводили в фоновом (условно) районе (пл. 5) и в западной части территории водосбора оз. Имандра, подверженной воздействию выбросов комбината «Североникель» Кольской горно-металлургической компании – пл. 1 – пл. 4 (рис.1).

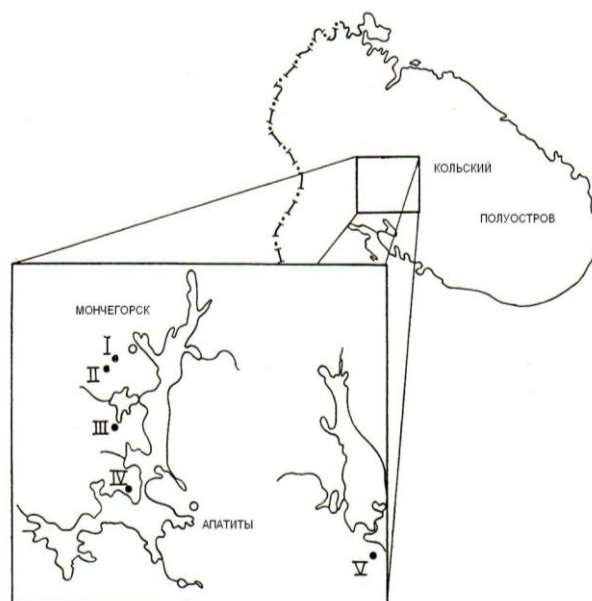


Рис. 1. Схема расположения исследуемых ландшафтов

Каждый ландшафт, на котором проводились работы по изучению особенностей формирования состава природных вод, имеет особые черты геологического строения, химический состав и петрографические особенности горных пород. Если смотреть на геологическую карту Кольского полуострова, то можно отметить в направлении от пл. 5 к пл. 1 преимущественное распространение щелочных, затем кислых, и основных пород [2].

И действительно, площадки отличаются друг от друга по химическому составу почвообразующих горных пород. Такой вывод

сделан на основе результатов обработки данных из табл.1, методом однофакторного анализа. Критерий Фишера (F), по которому проводилось сравнение средних значений содержаний компонентов в рыхлых отложениях, превысил  $F=5$  при уровне достоверности 99% и составил для:  $\text{SiO}_2$  - 10.48;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 20.52;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 44.25;  $\text{CaO}$  - 55.29;  $\text{MgO}$  - 84.09;  $\text{K}_2\text{O}$  - 67.58;  $\text{Na}_2\text{O}$  - 5.84.

Таблица 1  
Химический состав рыхлых отложений на площадках мониторинга  
(почвенные горизонты: ВС, С; фракция <1мм), %

Компонент	пп 5*		пп 4**		пп 3**		пп 2**	
	$n = 5$		$n = 5$		$n = 6$		$n = 7$	
	$x$	$s$	$x$	$s$	$x$	$s$	$x$	$s$
$\text{SiO}_2$	65.3	0.24	69.3	2.00	63.3	2.93	60.7	3.59
$\text{Al}_2\text{O}_3$	15.3	0.41	13.1	0.52	14.1	0.72	15.8	0.67
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	5.22	0.32	4.60	0.44	8.75	1.48	9.52	0.69
$\text{CaO}$	3.48	0.22	3.66	0.36	4.71	0.22	5.35	0.34
$\text{MgO}$	2.02	0.26	1.64	0.18	3.80	0.39	4.72	0.52
$\text{Na}_2\text{O}$	4.83	0.20	3.88	0.74	3.35	1.01	3.92	1.35
$\text{K}_2\text{O}$	2.61	0.34	1.16	0.11	1.05	0.13	0.92	0.22
$\text{MnO}$	0.14	0.03	0.05	0.01	0.10	0.00	0.10	0.00
$\text{SO}_3$	0.08	0.06	0.04	0.03	0.09	0.02	0.10	0.00

Примечания: пп – пробная площадка;  $x$  – среднее;  $s$  – среднеквадратичное отклонение,  $n$  – количество проб; \* – [3]; \*\* – [4].

В почвообразующих породах на пл. 5 (южная часть территории водосбора оз. Умбозеро) были обнаружены гальки нефелиновых сиенитов, имеющие следы выветривания, охарактеризованные В.В. Добровольским [5] так: "на месте нефелина образуются впадины, а зерна эгирина и полевых шпатов рельефно выступают на поверхности" (стр. 36). В почвенных и поверхностных водах этого района в составе главных катионов преобладают калий и натрий, наиболее легко выщелачиваемые из вышеназванной породы. Затем, по мере приближения к источнику выбросов, доминирующими становятся кальций, натрий, а на площадке 2, примерно в 7 км от комбината, - кальций и магний (рис. 2: а и б). Последнее, в частности, может быть обусловлено тем, что минералы полосчатых разновидностей амфиболизированного габбро, обломочный материал, представленный которыми, присутствует на этой площадке, выветриваются с различной интенсивностью: более интенсивно выветриваются основные плагиоклазы, чем роговая обманка и гранат [5]. Изучение четвертичных отложений Мончетундровского района [6], где расположены пл. 1 и пл. 2, показало, что минеральный состав глинистой фракции морены связан с составом близлежащих или подстилающих морену кристаллических пород. Глинистые частицы морены, залегающей

на основных породах, представлены смесью иллита, хлорита и иллит-вермикулита или хлорит-вермикулита, т.е. минералами, богатыми магнием. Аналогичная зависимость, то есть близость состава глинистой фракции составу подстилающих пород была выявлена при изучении морены, залегающей на щелочных породах [7].

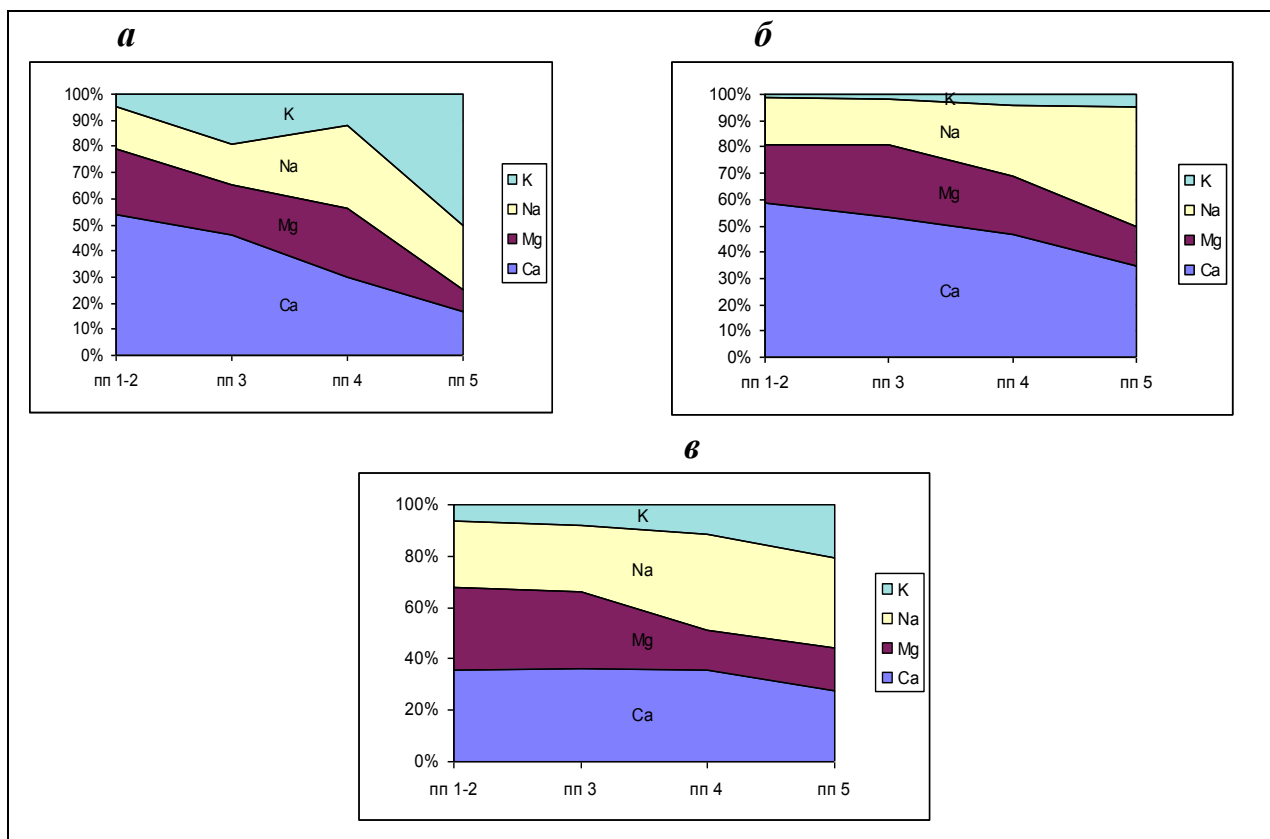


Рис. 2. Относительные содержания (%-экв.) катионов в водах почвенного профиля (*a*), малых водотоков (*б*) и соотношении щелочных и щелочноземельных элементов в почвообразующих породах (*в*) в исследуемых ландшафтах.

Действие геологического фактора на состав почвенных вод "нивелируется" и/или усиливается техногенно инициируемыми процессами разрушения "живого вещества" и внутрипочвенного выветривания. Так, в фоновом ельнике (пп 5, 100 км) в водах, поступающих за пределы почвенного горизонта ВС, калий неизменно (в течение всего периода наблюдений) доминировал среди катионов. В ельнике начальной стадии разрушения (пп 4, 36 км) калий включается в биологический круговорот и удерживается в ландшафте (рис. 2, а).

Резюмируя вышеизложенное, можно сказать, что, в целом, отмечаемая, по мере приближения к комбинату, тенденция изменений соотношений главных катионов в водах внутрипочвенного и поверхностного стока, аналогична тенденции изменения содержаний CaO,

MgO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O в рыхлых отложениях лесных ландшафтов, где формируются эти категории вод.

### **Литература**

1. Шварцев С. Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998, –366 с.
2. Минеральные месторождения Кольского полуострова / Г. И. Горбунов [и др.]. – Л. : Наука, 1981. – 272 с.
3. Манаков, К. Н. Биологический круговорот минеральных элементов и почвообразование в ельниках Крайнего Севера / К. Н. Манаков, В. В. Никонов. – Л. : Наука, 1981. – 195 с.
4. Кашулина, Г. М. Содержание и запасы тяжелых металлов в подстилке ельников, подверженных техногенному воздействию / Г. М. Кашулина // Антропогенное воздействие на экосистемы Кольского Севера. – Апатиты : Изд. КФАН СССР, 1988. – С. 51–54.
5. Добровольский, В. В. Минералогия и ландшафтно-геохимическая характеристика четвертичных отложений Кольского полуострова / В. В. Добровольский // Материалы к геохимии ландшафтов Кольского полуострова. – М., 1972. – С. 3–68.
6. Евзеров В. Я., Кошечкин Б. И. Палеогеография плейстоцена западной части Кольского полуострова. – Л.: «Наука», 1981. – 104 с.
7. Афанасьев А. П. Глинистые минералы четвертичных отложений некоторых районов Кольского полуострова / А. П. Афанасьев // Четвертичные отложения и грунтовые воды Кольского полуострова. – М-Л: «Наука», 1964. – С. 78–91.
8. Антонов, А. А. О гидрогеохимическом методе поисков медно-никелевых сульфидных месторождений на Кольском полуострове / А. А. Антонов // Разведка и охрана недр. – 1962. – № 3. – С. 15–19.

## **ИСТОРИЧЕСКИЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТ ИЗУЧЕНИЯ ПТИЦ-ДУПЛОГНЁЗДНИКОВ КАК СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОРНИТОФАУНЫ В ГОРОДЕ МОНЧЕГОРСКЕ**

**Голубева Т. Н.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии*)

The paper presents a historical overview of the Lapland Biosphere Reserve, shows the educational role of research conducted in the biosphere reserve. Also the author focused on the importance and practical application of the Action "Feed the birds!" for the environmental education of various strata of society.

Лапландский заповедник организован 17 января 1930 г. Хотя в тематике заповедника преобладало териологическое направление, достаточно внимания уделялось и птицам. Изучением орнитофауны занимались разные специалисты, но практически в сборе материалов участвовал весь коллектив заповедника [8].

Непосредственно на территории Лапландского заповедника работа по искусственным гнездовьям была начата до Великой отечественной войны. Комплексно это направление стало развиваться с 60-х годов XX века. С 1966 по 1983 гг. на заповедной территории работал охотовед А.Б. Брагин, выпускник Иркутского сельхозинститута. Энергичный и трудоспособный специалист, он подключил к развешиванию и обслуживанию на заповедной территории сотен гоголятников и синичников лесников охраны, студентов и лаборантов. В последний десяток лет около 50 гоголятников и 150 синичников используются для целей мониторинга, как гарантированный поставщик сведений по гнездованию индикаторных видов. Результаты этой работы представлены в служебных отчетах по мелким дуплогнёздикам за 1974, 1977, 1978, 1979, 1980, 1983, 1984 гг. и публикациях [2,3].

С 1968 г. в Лапландском заповеднике велось научное мероприятие «Изготовление и развешивание искусственных гнездовий». В рамках этой работы были развешены дуплянки для привлечения разных птиц, но основное внимание сосредоточено на водоплавающих. В дальнейшем эти данные были обобщены в кандидатской диссертации А.Б. Брагина «Водоплавающие птицы Лапландии, биологические основы и пути повышения эффективности их размножения» в 1979 г [1].

В 80-х гг. XX века были заложены несколько линий искусственных гнездовий около Чунозерской усадьбы заповедника, в сумме составляющих около 100 синичников. В этой работе принимали участие юннаты отряда «Муравейник» из Дворца пионеров г. Мончегорска.

С 1985 г. Лапландский заповедник является биосферным. Поэтому, кроме продолжения традиционных многолетних наблюдений на стационарах, орнитологические исследования проводятся на антропогенно

измененных ландшафтах, в том числе в окрестностях и в черте города Мончегорска.

В 1995 году Федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» определил государственные природные заповедники и национальные парки как эколого-просветительские учреждения, а эколого-просветительскую работу как одно из главных направлений их деятельности. В 1998 г. в Лапландском заповеднике создан отдел экологического просвещения.

Одним из основных направлений эколого-просветительской деятельности государственных природных заповедников являются экологические праздники и акции. Эти мероприятия являются эффективным средством привлечения внимания широких слоев населения к современным проблемам заповедного дела [7].

В соответствии с Предложениями к государственной стратегии... [6], необходимо шире привлекать местных жителей к участию в организуемых и проводимых заповедниками и национальными парками экологических акциях и иных мероприятиях природоохранной направленности. В информационно-познавательном аспекте, участники массовых орнитологических акций, получают экологически значимые знания о видовом разнообразии, особенностях местообитаний и жизнедеятельности различных представителей орнитофауны [4].

Несколько лет подряд отдел экологического просвещения Лапландского заповедника является организатором на местном уровне Всероссийской эколого-культурной акции «Покормите птиц!» и природоохранной акции «Тише! Птицы на гнёздах!», которые инициирует Союз охраны птиц России (г. Москва). С 2010 г. эта работа проводится систематично и целенаправленно.

Важность и значимость этих акций заключается в том, что они имеют практическое применение. Акция «Покормите птиц!» нацелена на содействие выживанию зимующих птиц в тяжелое для них время года, вовлечение в природоохранную деятельность широких слоёв населения. Акция «Тише! Птицы на гнёздах!» носит информационно-прикладной характер: пропагандирует снижение беспокойства у птиц в период гнездования и включает изготовление, развешивание и мониторинг искусственных гнездовий.

В рамках акции «Покормите птиц» совместно с образовательными учреждениями города изготовлено и установлено 9 кормушек. Каждая кормушка оснащена с трёх сторон стёклами, что позволяет защищать корм от дождя, ветра и снега.

В поддержку акции «Тише! Птицы на гнёздах!» изготовлены стандартные ящичные гнездовья для мелких воробьиных птиц в соответствии с методическими рекомендациями. Примечательно, что в этой работе задействованы многие целевые группы: школьники, их

родители, преподаватели, волонтеры подключались к проекту на разных стадиях его реализации и оказывали реальную практическую помощь

Изготовление и установка искусственных гнездовых позволили провести и собрать данные по фенологии размножения птиц, снять оологические параметры, разобрать компоненты строительного материала гнёзд, изъятых после вылета птенцов из синичников.

Благодаря этим наблюдениям удалось достоверно установить, что на территории города Мончегорска, где были установлены синичники, гнездятся три вида птиц, относящиеся к Отряду Воробьиные *Passeriformes*: большая синица (*Parus major* L.), обыкновенная горихвостка (*Phoenicurus phoenicurus* L.) и сероголовая гаичка (*Parus cinctus* Bodd.). Основными видами, гнездящимися в искусственных гнездовьях в черте города, являются большая синица и обыкновенная горихвостка.

Таким образом, организация и проведение природоохранных акций является эффективной и достаточно результативной эколого-просветительской формой работы, позволяет задействовать и вовлечь в природоохранную деятельность широкую аудиторию разных возрастов.

### Литература

1. Брагин, А. Б. Водоплавающие птицы Лапландии. Биологические основы и пути повышения эффективности их размножения: автореф. канд. диссертации. - Петрозаводск, 1974. - 21 с.
2. Брагин А. Б., Гилязов А. С. Результаты привлечения в искусственные гнездовья птиц таёжной зоны Кольского полуострова / Проблемы охраны природы в бассейне Белого моря. № 18. – Мурманск, 1984. – С. 42-50.
3. Гилязов А. С. Влияние летних похолоданий на успешность размножения воробьиных Лапландского заповедника / Экология. 1981. № 4. – С. 91-93.
4. Вандышева, В.В. Цикл массовых эколого-орнитологических акций – инновационная технология в формировании экологической культуры школьников в системе регионального дополнительного экологического образования : автореф. канд. дис. - Нижний Новгород, 2010 - 21 с.
5. Киселева, Н.Ю., Левашкин А.П. Строим домики для птиц. Методическое пособие / Авторы-сост. Киселева Н.Ю., Левашкин А.П.. – Нижний Новгород: Экологический центр «Дронт», 2010. – 40 с.
6. Степаницкий, В.Б. Предложения к государственной стратегии по развитию системы государственных природных заповедников и национальных парков в Российской Федерации на период до 2015 года /Под ред. к.г.н. Е. А. Шварца – М.: Изд-во «СИГНАР 5», 2002. – 32 с.
7. Сборник руководящих документов по заповедному делу / Сост. В.Б. Степаницкий. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2000. – 703 с.
8. Семёнов-Тян-Шанский, О. И., Гилязов, А. С. Птицы Лапландии. - М. : Наука, 1991. - 288 с.

## ОБЗОР ЖЕСТКОКРЫЛЫХ (*INSECTA, COLEOPTERA*) СЕМЕЙСТВ *CARABIDAE* И *SCARABAEIDAE* В ПОСЕВАХ ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ

Леонтьева И. А. (г. Елабуга, Казанский (Приволжский) Федеральный Университет (филиал в г. Елабуга), кафедра биологии и экологии)

The fauna's structure of the coleopterous families of the ground beetles (*Coleoptera*) and the lamellifeeler beetles (*Scarabaeidae*) in the crops of the alfalfa in Yelabuga District of the Republic of Tatarstan was studied during the scientific researches. Seven species of the ground beetles (*Coleoptera*) and ten species of the lamellifeeler beetles (*Scarabaeidae*) were discovered.

Изучение фауны насекомых в агроценозах имеет важное практическое значение, т.к. многие виды из различных семейств могут наносить ощутимый вред с/х растениям. Нами проведено изучение видового состава и обилия жужелиц (*Carabidae*) и пластинчатоусых жуков (*Scarabaeidae*) в посевах люцерны посевной (*Medicago sativa* L.). Место проведения исследований – два поля общей площадью в 80 га, принадлежавшие к растительно-животноводческому комплексу д. Колосовка Елабужского района РТ в период с мая по сентябрь 2010-11 гг.

Сем. *Carabidae* – важнейший компонент почвенного населения б/п животных. Жужелицы играют существенную роль в регуляции численности многих насекомых, в том числе опасных вредителей сельского хозяйства. Встречаются они практически во всех ландшафтах суши и тонко реагируют на изменения почвенно-растительных и микроклиматических условий среды. Эти особенности определили достоинства этой группы животных как удобного объекта для экологических исследований. Сем. *Scarabaeidae* составляют важнейшее звено общего биоразнообразия и играют существенную роль в функционировании природных экосистем.

Изучением фауны и экологии жужелиц и пластинчатоусых жуков в РТ занимались Н.М. Утробина (1964), А.К. Жеребцов (1986, 1989, 2000), В.В. Леонтьев (1997), С.М. Шафигуллина (2000, 2001), А.В. Бондарь, Н.Г. Климанова (2003). К настоящему времени неполнота сведений о видовом составе жужелиц и особенно пластинчатоусых жуков в агроценозах, об особенностях их образа жизни, о трофических связях и распространении обуславливает необходимость более детального исследования.

Для учета жуков использовался метод банок-ловушек [ссылка 2], которые были прикопаны (в количестве 10 штук) на расстоянии 2,5 м друг от друга в агроценозах, где в течение 5 месяцев ежедневно проводилась выемка насекомых. Также были использованы другие стандартные методики сбора насекомых: ручной сбор, энтомологическое кошение,



стрягивание жуков в сачок с растений, метод флотации. В лабораторных условиях проводилось расправление и определение собранного материала. Всего было собрано и обработано 548 имаго жуков. Видовая идентификация жужелиц и пластинчатоусых жуков проводилась по определительным таблицам из работ: А.Ю. Исаева (2002), А.К Жеребцова (2000), О.Л. Крыжановского (1983).

Ниже представлены видовые списки жужелиц и пластинчатоусых жуков фауны посевов люцерны посевной.

### **Подотряд ADEPHAGA – Плотоядные жуки**

Надсемейство CARABOIDEA – Карабоидные

Семейство Carabidae Latreille, 1802 – Жужелицы (7 видов)

Род *Agonum* Bonelli, 1810 – Быстряк.

1. *Agonum sexpunctatum* (Linnaeus, 1758) – Быстряк (бегун) шеститочечный (28.06.2011). 8 экз. 7-9 мм. Найден с помощью почвенных ловушек в краевых зонах полей, методом ручного сбора. Дневной хищник.

Род *Broscus* Panzer, 1813 – Головач.

2. *Broscus cephalotes* (Linnaeus, 1758) – жужелица головастая. Головач обыкновенный (май-август 2010-2011). 50 экз. 16-20 мм. Обычный вид. Собран методом почвенных ловушек, ручного сбора и под камнями. Хищник.

Род *Carabus* Linnaeus, 1758 – Жужелица.

3. *Carabus arcensis* Herbst, 1784 – Карабус полевой. Жужелица полевая (3.07.2010; 24.06.2011). Широко распространенный лугово-полевой вид в РТ. 3 экз. 16-20 мм. Имаго собраны нами методом почвенных ловушек. Хищник.

Род *Cicindela* Linnaeus, 1758 – Скакун.

4. *Cicindela silvatica* Linnaeus, 1758 – Скакун лесной (2.08.2010). Обычный вид. 3 экз. 15-18 мм. Имаго собраны на краю поля около дубовой посадки методом почвенных ловушек и ручного сбора. Дневной хищник.

Род *Harpalus* Latreille, 1802 – Бегун настоящий.

5. *Harpalus rufipes* (DeGeer, 1774) – Бегун рыженогий (15.06.2011). 8-15 мм. 7 экз. Широко распространенный вид в РТ; встречается в различных типах агроценозов. Собран с помощью почвенных ловушек и методом ручного сбора. Многоядный хищник, на стадии имаго – миксофитофаг.

Род *Pterostichus* Bonelli, 1810 – Птеростих.

6. *Pterostichus niger* (Schaller, 1783) – Птеростих черный (май-август 2010-2011). 66 экз. 10-20 мм. Широко распространенный лесной вид. Собран методом почвенных ловушек в зоне краевых полос агроценозов. Хищник.

7. *Pterostichus strenuus* (Panzer, 1796) – Птеростих проворный (май-август 2010-2011). 106 экз. Многочисленный вид. Имаго собраны методом почвенных ловушек в краевых зонах полей, методом ручного сбора и под камнями. Хищник.

**Подотряд POLYPHAGA – Разноядные жуки**

Надсемейство SCARABAEOIDEA – Скарабеидоподобные

Семейство Scarabaeidae Latreille, 1802 – Пластинчатоусые (10 видов)

Род Amphimallon Berthold, 1827 – Нехрущ.

1. *Amphimallon solstitiale* (Linnaeus, 1758) – нехрущ июньский, нехрущ обыкновенный (июнь 2010). 3 экз. 13,8-19 мм. Обычный вид. Имаго отмечены на голом участке поля, а также на растениях люцерны посевной; собраны методом кошения и ручного сбора. Фитофаг. Филлофаг.

Род Anisoplia Dejean, 1821 – Кузька.

2. *Anisoplia austriaca* (Herbst, 1783) – Жук хлебный, кузька посевной (июнь-август 2011) 43 экз. 12-13 мм. Многочислен. Имаго собраны методом кошения и ручного сбора. Фитофаг. Карпофаг.

Род Anomala Leach, 1819 – Хрущик.

3. *Anomala dubia* Scopoli, 1763 – Хрущик луговой, хрущик полевой, цветоед металлический (22.07.2010; 1.08.2010; 19.07.2011). 3 экз. 12-15 мм. Имаго отмечены на соцветиях люцерны посевной; собраны методом ручного сбора и отряхиванием. Фитофаг. Антофаг.

Род Cetonia Fabricius, 1775 – Бронзовка.

4. *Cetonia aurata* (Linnaeus, 1758) – Бронзовка золотистая (май-июль 2010-2011). 49 экз. 15,1-20,4 мм. Обычный вид. Имаго отмечены на соцветиях нивяника обыкновенного; собраны методом ручного сбора и отряхиванием. Фитофаг. Антофаг (может быть поллинофагом, карпофагом).

Род Copris Geoffroy, 1762 – Копр.

5. *Copris lunaris* (Linnaeus, 1758) – Копр лунный. 17-23 мм. Редкий вид. Один экземпляр имаго найден 28.06. 2011 г. методом почвенных ловушек. Сапрофаг. Копрофаг (может быть некрофагом).

Род Melolontha Fabricius, 1775 – Хрущ майский.

6. *Melolontha hippocastani* (Fabricius, 1801) – Хрущ майский восточный (конец мая 2010-2011). 7 экз. 20,5-29 мм. Имаго обнаружены на растениях люцерны посевной; собраны методом ручного сбора и кошения. Фитофаг. Филлофаг.

Род Oryctes Illiger, 1798.

7. *Oryctes nasicornis* (Linnaeus, 1758) – Жук-носорог обыкновенный (25-30.05.2010; 2011). 3 экз. 26-41 мм. Редкий вид. Найден на соцветиях одуванчика лекарственного; собран методом ручного сбора. Фитофаг. Хилофаг.

Род Onthophagus Latreille, 1802 – Калоед.

8. *Onthophagus nuchicornis* (Linnaeus, 1802) – Калоед коротконогий (7.07.2010). 8 экз. Редкий вид. Найден в куче коровьего навоза на окраине поля, методом флотации. Сапрофаг. Копрофаг.

Род Oxythyrea Mulsant, 1842.

9. *Oxythyrea funesta* (Poda von Neuhaus, 1761) – Оленка рябая, бронзовка вонючая (июнь-август 2010-2011). 152 экз. 8,9-13,7 мм. Многочисленный вид. Имаго отмечены на соцветиях щавеля конского; собран методом ручного сбора и отряхиванием. Фитофаг. Антофаг (может быть карпофагом).

Род *Trichius* Fabricius, 1787 – Восковик.

10. *Trichius fasciatus* (Linnaeus, 1758) – Восковик перевязанный, восковик полосатый (2.07.2010; 30.06.2011). 6 экз. 12,8-15 мм. Имаго собраны с соцветий одуванчика лекарственного методом ручного сбора. Фитофаг. Антофаг (может быть поллинофагом).

Из жувелиц доминирующими видами (с частотой встречаемости более 5 %) являются три вида: *Pterostichus strenuus* (43,6 % от всех собранных за период наблюдения карабид), *Pt. niger* (27,2 %) и *Broscus cephalotes* (20,6 %). Остальные четыре вида, представленные единичными экземплярами, по частоте встречаемости не превышают 3,5 %. Среди пластинчатоусых жуков явно доминируют четыре вида: *Oxythyrea funesta* (49,8 %), *Cetonia aurata* (16,1 %), *Anisoplia austriaca* (14,1 %) и *Amphimallon solstitiale* (10,8 %). Частота встречаемости остальных семи видов не превышает 3,5 %.

Три вида жуков из общего списка включены в Красную книгу РТ: *O. nasicornis* (*Scarabaeidae*), *C. silvatica* (*Carabidae*), имеющие II категорию, *C. lunaris* (*Scarabaeidae*), имеющий III категорию [ссылка 1]. Частота встречаемости их небольшая, в среднем не более 1,5 %. Эти виды были обнаружены нами непосредственно в краевой зоне исследуемых полей. Показатели плотности населения жесткокрылых в центральной части и в краевых зонах исследуемых полей равноценны (от 18,0 до 30%).

Изучая пищевую специализацию жесткокрылых мы пришли к тому, что семейство Пластинчатоусых жуков включает представителей двух трофических групп: фитофагов и сапрофагов. Фитофаги, доленое участие которых составляет 47,1 %, на имагинальной стадии представлены филлофагами (2 вида), карпофагами (1 вид), хилофагами (1 вид) и антофагами (4 вида). Сапрофаги (11,7 %) представлены 2 видами: *Onthophagus nuchicornis*, который встречается в навозе травоядных животных, посещающих агроценозы (копрофаг) и *Copris lunaris*, который может быть как копрофагом, так и некрофагом. Оба вида относятся к группе сирфетобионтов, которые питаются экскрементами, находящимися над поверхностью земли.

Сем. *Carabidae* представлено исключительно хищниками, за исключением *Harpalus rufipes*, имеющего смешанное питание. На личиночной стадии *H. rufipes* – многоядный хищник, на стадии имаго – миксофитофаг.

В агроценозах соотношение популяций хищных и растительноядных форм играет значительную роль. Размножение растительноядных

насекомых сдерживается преимущественно хищниками. Но если нормальное соотношение между растительноядными насекомыми и их врагами нарушаются, то численность первых может увеличиваться в десятки и сотни раз. Массовые размножения некоторых растительноядных насекомых наносят большой урон сельскому хозяйству.

Подводя итог в целом, по таксономическому составу карабидо- и скарабеидофауна посевов люцерны посевной довольно разнообразна. Она во многом зависит от окружающих биотопов, поэтому в ее составе обнаруживаются экологически и биотопически разнородные виды. Можно предполагать, что обилие жуков исследуемых семейств в агроценозах будет заметно меняться по мере усиления антропогенной трансформации ландшафта.

### **Литература**

1. Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы). – изд-е 2-ое. – Казань: Изд-во «Идел–Пресс», 2006. – 832 с.
2. Фасулати, К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. – М.: Высшая школа, 1971. – 424 с.

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДАМИ ВОДНЫХ МАСС БАРЕНЦЕВА МОРЯ В РАЙОНАХ РЫБНОГО ПРОМЫСЛА

Литовская А. М., Жилин А. Ю. (г. Мурманск, ПИНРО)

Water samples from the Barents Sea collected in 2012 were analysed for aliphatic hydrocarbons (AHs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). The levels of hydrocarbon concentration, composition, sources and potentiality toxicity to aquatic organisms were determined.

Определение уровня углеводородного загрязнения - важная задача при мониторинговых исследованиях открытых морских акваторий. Эта проблема становится особенно актуальной в связи с предстоящей разработкой морских нефтегазовых месторождений на шельфе арктических морей. ПИНРО проводит в Баренцевом море мониторинг загрязняющих веществ в объектах промысла и среде их обитания. Его программа предусматривает, в том числе выполнение регулярных наблюдений за уровнем концентраций алифатических углеводородов (АЛУ) и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в воде.

Углеводороды являются природной составляющей морской воды, так как они продуцируются организмами фито- и зоопланктона. Обычно в животных организмах преобладают *n*-алканы и изопреноиды, например, пристан и сквален, хотя в морских бактериях и водорослях могут быть широко представлены и ненасыщенные углеводороды [1]. Имеются три основных источника формирования ПАУ в окружающей среде: пиролиз органических материалов, генерация в органическом веществе осадочных пород и ископаемых топливах и биосинтез организмами [2]. ПАУ абсорбируются и аккумулируются морскими организмами из загрязненных водных масс, а их мониторинг в морской окружающей среде обусловлен канцерогенным и мутагенным воздействием [3].

Наиболее важные антропогенные источники поступления АЛУ в морскую окружающую среду - их транспортировка и поверхностные стоки с побережья. Присутствие углеводородов в пробах морской воды не является само по себе признаком наличия загрязнения от урбанизированных, промышленных или нефтяных источников. Однако высокие уровни содержания, особенно ароматических и высокомолекулярных АЛУ, зачастую являются показателем нефтяного загрязнения [4].

В работе использованы экспедиционные материалы, собранные сотрудниками ПИНРО в Баренцевом море в рейсах НИС «Фритьоф Нансен» в феврале и апреле 2012 г. и НИС «Вильнюс» в августе-сентябре 2012 г. Исследования охватывали 18 рыбопромысловых районов моря. В составе АЛУ определялись соединения C<sub>11</sub>–C<sub>30</sub>, а в составе ПАУ 16 индивидуальных соединений из списка Агентства по защите окружающей

среды США, а также 2-метилнафталин, 1-метилнафталин и перилен. Проанализированы 54 пробы воды из поверхностного и придонного слоев. Исследованные пробы характеризовали уровни загрязнения прибрежных мурманских и атлантических вод.

Концентрации АлУ в поверхностном слое воды в феврале 2012 г. варьировали от 1,18 до 4,09 мкг/л, в придонном слое – от 2,01 до 4,23 мкг/л. В мае 2012 г. концентрации АлУ в поверхностном слое воды изменялись от 3,24 до 33,4 мкг/л, в придонном слое – от 2,43 до 3,88 мкг/л. В августе-сентябре 2012 г. концентрации АлУ в поверхностном слое воды варьировали от 0,03 до 9,40 мкг/л, в придонном слое – от 0,88 до 9,77 мкг/л. Ни на одной из станций отбора проб концентрация АлУ не превышала предельно допустимую концентрацию нефтепродуктов в воде, установленную для водоемов рыбохозяйственного значения (ПДК<sub>р/х</sub>) 50 мкг/л [5]. Одним из показателей природы АлУ, растворенных в морской воде, служит отношение концентраций изопреноидов пристана и фитана. Относительно низкие значения этого коэффициента в исследованных пробах воды (0,2-0,9) характерны для углеводородов нефтяного происхождения. Для углеводородов биогенного происхождения его величина всегда больше 1,5, что наблюдалось только на одной станции на поверхности в зимний период (ст. 7, значение коэффициента - 1,8) и на одной станции у дна в весенний период (ст. 168, значение коэффициента - 4,6) [6].

Углеводороды ароматической структуры обычно присутствуют в морской воде в очень малых концентрациях. Рыбохозяйственные нормативы содержания ПАУ в морской воде отсутствуют, поэтому приблизительным ориентиром для оценки загрязнения относительно глобального фонового уровня может служить средняя концентрация ПАУ в морской воде чистых районов Антарктики - 20 нг/л [7].

Общая концентрация ПАУ ( $\Sigma$ ПАУ) в поверхностном и придонном слоях воды Баренцева моря находилась в диапазоне: в феврале 2012 г. от 0,17 до 16,1 и от 0,22 до 43,6 нг/л соответственно; в апреле 2012 г. от 4,47 до 13,8 и от 5,47 до 37,0 нг/л соответственно; в августе-сентябре 2012 г. от 7,56 до 45,6 и от 7,67 до 66,5 нг/л соответственно.

Некоторые незамещенные ПАУ и особенно их метаболиты, проявляют ярко выраженные канцерогенные свойства [8]. Суммарные концентрации канцерогенных соединений -  $\Sigma$ КПАУ (бенз(а)антрацен, бенз(б)флуорантен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен, индено(1,2,3-сd)пирен и дибенз(а,h)антрацен) изменялись: в феврале 2012 г. от 0,08 до 0,56 и от 0,07 до 0,34 нг/л соответственно в поверхностном и придонном слоях; в апреле 2012 г. - от 0,01 до 0,05 и от 0 до 0,03 нг/л соответственно; в августе-сентябре 2012 г. - от 0 до 0,09 и от 0 до 0,11 нг/л соответственно. В весенний и летний периоды 2012 г. концентрацию индено(1,2,3-сd)пирена и дибенз(а,h)антрацена не определяли.

Согласно классификации качества окружающей среды для морских вод, принятой в Норвегии, воды промысловых районов Баренцева моря, исследованные в 2012 г., содержали  $\Sigma$ ПАУ и  $\Sigma$ КПАУ в количествах, не вызывающих каких-либо токсических эффектов в морских организмах при длительном воздействии и соответствовали благоприятному уровню [9].

В феврале 2012 г. в поверхностном слое воды Баренцева моря на большинстве станций преобладали из индивидуальных ПАУ нафталин и его метилированные производные, которые составляли 50-99 % от  $\Sigma$ ПАУ. В придонном слое воды доля нафталина, его производных и фенантрена также была велика – до 99 % от  $\Sigma$ ПАУ. В пробах воды на станциях 42 и 49, как на поверхности, так и у дна, нафталин и его гомологи не обнаружены. В апреле 2012 г. в поверхностном и придонном слоях воды Баренцева моря на большинстве станций также преобладали нафталин и его метилированные производные, которые составляли до 96 и 98 % от  $\Sigma$ ПАУ соответственно в поверхностном и придонном слоях; в августе-сентябре 2012 г. - 96 и 93 % от  $\Sigma$ ПАУ соответственно.

В исследованных водах практически на всех станциях в зимний период 2012 г. отсутствовали аценафтен, флуорен, фенантрен и антрацен, а в весенний период 2012 г. отсутствовал бенз(k)флуорантен. В летний период 2012 г. в воде Баренцева моря не был обнаружен бенз(b)флуорантен.

Значимой корреляции между величинами концентраций индивидуальных ПАУ в исследованных пробах воды не наблюдалось ( $r$  для всех периодов исследований около 0,5), что свидетельствовало об отсутствии постоянных значимых локальных источников загрязнения в рассматриваемых промысловых районах Баренцева моря в 2012 г.

ПАУ в водных массах Баренцева моря имели как пирогенное, так и петрогенное происхождение (отношение фенантрен/антрацен  $> 10$ ). Для всех исследованных проб воды величина отношения концентраций флуорантен/пирен  $> 1$ , что характерно для ПАУ пиролитического происхождения. В качестве еще одного критерия происхождения ПАУ в воде Баренцева моря можно использовать отношение суммы концентраций низкомолекулярных ПАУ ( $\Sigma$ НМС) к сумме концентраций высокомолекулярных ПАУ ( $\Sigma$ ВМС). Выбор этого индекса происхождения основан на том факте, что петрогенное загрязнение характеризуется господством низкомолекулярных аренов, в то время как высокомолекулярные ПАУ доминируют в загрязнениях, вызванных протеканием пиролитических процессов [10].

На всех исследованных станциях в зимний период 2012 г. (в остальное время часть ВМС не определялась), кроме ст. 1, 2, 11 (придонный слой), 15 (поверхностный слой), величина отношения  $\Sigma$ НМС/ $\Sigma$ ВМС была меньше 1, что указывает на образование ПАУ в

результате процессов сгорания твердых и жидких органических материалов.

Таким образом, в воде исследованных промысловых районов Баренцева моря доминировали АлУ нефтяного происхождения, их концентрации не превышали утвержденный рыбохозяйственный норматив. Концентрации ПАУ находились на благоприятных уровнях, превышающих глобальные фоновые, но не вызывающих каких-либо токсических эффектов в морских организмах при длительном воздействии.

#### Литература

1. Kolattukudy P.E. Biogenesis of non-isoprenoid aliphatic hydrocarbons. In Sources, Effects and Sinks of Hydrocarbons in the Aquatic Environment. American Institute of Biological Sciences, Washington, D.C.: Arlington, 1976. P. 120-127.

2. LaFlamme R.E. and Hites R.A. The global distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in recent sediment. Geochim. Cosmochim. Acta. 1978. Vol. 42. P. 289-303.

3. Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 275 с.

4. Hites R.A. Sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment. In Sources, Effects and Sinks of Hydrocarbons in the Aquatic Environment. American Institute of Biological Sciences, Washington, D.C.: Arlington, 1976. P. 325-332.

5. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Приказ Федерального Агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20. Зарегистрирован в Минюсте РФ 9.02. 2010 г. № 16326. <http://fish.gov.ru/lawbase/Documents/Изданные/100020a.pdf> (дата обращения 01.02.2011)

6. Химические процессы в экосистемах северных морей (гидрохимия, геохимия, нефтяное загрязнение) / Г.Г. Матишов, Л.Г. Павлова, Г.В. Ильин, Т.Л. Щекатурина, О.Г. Миронов. - Апатиты, 1997. 404 с.

7. Cripps G.C. Baseline level of hydrocarbons in sea water of the Southern Ocean. Natural Variability and regional patterns// Mar. Poll. Bull. 1995. Vol. 30. №. 2. P. 133-145.

8. Conney A.H. Induction of microsomal enzymes by foreign chemicals and carcinogenesis by polycyclic aromatic hydrocarbons // Cancer. Res. 1982. Vol. 42. P. 4875-4917.

9. Veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment. Veiledning / T. Bakke, A. Oen, A. Kibsgaard, G. Breedveld, E. Eek, A.



Helland, T. Källqvist, A. Ruus, K. Hylland// SFT Veiledning, 2007. TA-2229/2007. 12 pp.

10. Soclo H.H., Garrigues Ph., Ewald M. Origin of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Coastal Marine Sediments: Case Studies in Cotonou (Benin) and Aquitaine (France) Areas // Mar. Poll. Bull. 2000. Vol. 40, № 5. P. 387-396.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АМОРФНОГО КРЕМНЕЗЕМА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СТЕКЛОМАТЕРИАЛА И КЕРАМИКИ

**Манакова Н.К.\***, **Мотина А.В.**, **Суворова О.В.** (*г. Апатиты, ИХТРЭМС  
КНЦ РАН, лаборатория минерального сырья и силикатного синтеза*)

**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 produced at Apatit OJSC. The resulting granular porous material was based on silica fume. Composites have been developed on the basis of a silicate matrix and the resulting grain material.

В перспективе применения кислотной технологии комплексной переработки нефелина произойдет накопление значительного количества аморфного кремнезема, использование которого возможно в производстве строительных и технических материалов. С целью утилизации аморфного кремнезема исследовалась возможность получения строительных материалов из технологической пробы кремнеземсодержащего продукта (сиштофа) с опытной установки “Глинозем”, действующей на ОАО “Апатит”. С использованием сиштофа в количестве 40 - 60 мас.%, гидроксида натрия и добавок готовили суспензию. С целью снижения себестоимости готового продукта и увеличения прочностных характеристик гранул взамен части гидроксида натрия вводились апатито-нефелиновые отходы (АНХ) в количестве до 10 мас.%. В качестве модифицирующей добавки, способствующей снижению водопоглощения, увеличению морозостойкости и прочности готового материала, использовали 2.5 - 22.5 мас.% золошлаковой смеси (ЗШС) Апатитской ТЭЦ. В качестве разрыхлителя применяли двууглекислый аммоний. Путем гидротермальной обработки суспензии при температуре 90°C в течение 20-25 минут варили жидкостекольную композицию, которую затем подвергали гранулированию. Полученные сырцовые гранулы после предварительной сушки вспучивали при температуре 300-500°C в течение 20-30 минут в зависимости от состава смеси. Сформированные гранулы размером от 0.3 до 2 см во избежание слипания подвергались обсыпке исходным микрокремнеземом.

Для определения оптимальных состава и режима получения качественного продукта изучалась зависимость прочности вспученных при различных температурах гранул от количества золошлаковой смеси (рис.1).

Из полученных данных следует, что наиболее предпочтительными для приготовления зернистого пористого материала на основе сиштофа являются использование 7.5-18 мас.% ЗШС и термообработка в интервале температур 350 - 450°C.

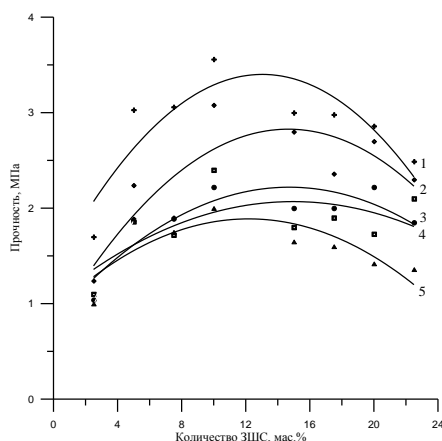


Рисунок 1 - Зависимость прочности гранул вспученного материала от количества ЗШС; температура вспучивания, °С: 1 - 300; 2 - 350; 3 - 400; 4 - 450; 5 - 500.

На рисунке 2 представлены фотография вспученных гранул и микроснимок среза гранулы ( $\times 4$ ). Форма пор в образцах разнообразна - закрытые поры при соединении с каналобразующими, червеобразными, петлеобразными переходят в открытые.



Рисунок 2 - Вспученный зернистый материал (а) и микроструктура среза гранулы (б)

Полученный пористый зернистый материал был подвергнут испытаниям по стандартным методикам.

Технические характеристики гранулята: насыпная плотность 0.21-0.25 г/см<sup>3</sup>; средняя плотность 0.15-0.24 г/см<sup>3</sup>; объем межзерновых пустот 44%; пористость 85.8%; коэффициент теплопроводности в засыпке 0.075-0.08 Вт/м<sup>0</sup>С Вт/м<sup>0</sup>С; водопоглощение 11.97%; прочность при сдавливании в цилиндре 0.8-1.3 МПа; морозостойкость (потери массы после 15 циклов) 5 мас. %.

Преимуществом данного теплоизоляционного материала является использование в качестве сырья горнопромышленных отходов, отсутствие вредных добавок (например, кремнефтористого натрия, используемого в качестве отвердителя), а также относительно простая технология получения.

Исследовалась возможность получения на основе кремнеземсодержащих отходов силикатной волластонитсодержащей керамической матрицы. В качестве кальцийсодержащего компонента для ее получения, а также для интенсификации процесса жидкофазного

спекания использовались карбонатиты Ковдорского ГОКа (КБ), а с целью удешевления конечного продукта - хвосты обогащения апатито-магнетитовых руд рудника “Железный” (г.Ковдор) (КХ). Проведенные ранее нами исследования плавкости и вязкости алюмосиликатных систем, анализ литературных данных позволили выделить области составов, для которых количество силикатного расплава в керамической массе отвечает условиям жидкостного спекания: от 25 до 35 %. При оптимальных соотношениях компонентов температура обжига находится в пределах 900-1150°C, а интервал спекания – не менее 150°C. Наличие большого количества щелочей в апатито-нефелиновых отходах дало возможность использования их при получении керамических материалов для снижения температуры обжига.

Керамические изделия получали методом полусухого прессования. Предварительно измельченные сырьевые материалы смешивали в соотношениях, указанных в таблице 1. Смесь тщательно гомогенизировали, смачивали до оптимальной влажности и формовали прессованием при удельном давлении 20 МПа. В качестве временной связки для придания прочности сырцу использовали сульфитно-спиртовую барду. После сушки при 100°C образцы обжигали при температурах 900-1150°C с изотермической выдержкой 1 час.

Таблица 1 - Составы керамических масс

Состав Компоненты	Содержание, мас.%				
	1	2	3	4	5
Сиштоф	20	40	60	60	40
АНХ	40	30	20	30	30
КХ	40	30	20	10	-
КБ	-	-	-	-	30

Таблица 2 - Технические характеристики керамических материалов при оптимальных условиях

№ состава	Температура обжига, °С	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>	Пористость, %	Усадка огневая, %	Предел прочности при сжатии, МПа
1	1100	1.51	2.92	48.2	3.57	11.56
	1150	1.23	2.91	57.7	7.62	37.60
2	1100	1.27	2.86	55.5	6.25	8.15
	1150	1.98	2.88	31.25	16.10	55.20
3	1100	1.10	2.63	58.1	4.69	9.90
	1150	1.26	2.57	50.9	9.45	13.54
4	1100	1.10	2.70	59.2	8.40	6.51
	1150	1.08	2.58	58.1	8.80	4.84
5	1100	1,65	2,85	42,1	17,37	13,48
	1150	2,16	2,88	25,0	22,67	46,13

Как видно из представленных данных (табл.2), максимальную прочность при сжатии, одного из основных показателей для строительной керамики, имеют образцы, обожженные в диапазоне температур 1100-1150 °С. Наилучший результат по данному показателю у образцов составов №2 и №5. Однако обожженные керамические массы состава №5 имеют высокие показатели огневой усадки, предположительно, из-за большого содержания в составе карбоната сульфатов, которые с повышением температуры разлагаются.

Были предприняты попытки получения композиционных материалов на основе керамической волластонитсодержащей силикатной матрицы и пористых наполнителей, полученных из сиштофа и вспучивающихся сланцев полуострова Рыбачий [1]. Содержание наполнителя в массе составляло до 25%. Обжиг составленных композиций проводился в интервале 950 - 1100°С. Оптимальная температура обжига для композитов с пористыми наполнителями из вспучивающихся сланцев 1100°С, с наполнителями из микрокремнезема 1000°С. Технические характеристики композитов, полученных при оптимальных условиях: предел прочности при сжатии 4.7-13.59 МПа, при изгибе 2.50-4.81 МПа, водопоглощение 34-40%, морозостойкость до 18 циклов попеременного замораживания и оттаивания, коэффициент теплопроводности 0.165 - 0.185 Вт/м°С.

#### Выводы

1. Показана возможность использования кремнеземсодержащих отходов кислотной переработки апатито-нефелиновых руд в качестве сырья для получения строительных материалов.

2. Получен пористый зернистый материал на основе сиштофа, удовлетворяющий нормативным требованиям на материалы и изделия строительные теплоизоляционные (ГОСТ 16381 – 77). Коэффициент теплопроводности полученного материала 0,075 – 0,08 Вт/м °С, а плотность 0.15-0.24 г/см<sup>3</sup>. Полученный пористый материал можно рекомендовать для использования в качестве сыпучего теплоизоляционного стенового материала, утеплителя чердачных перекрытий и кровель.

3. Определены составы и установлены режимы обжига керамических масс, перспективных для получения строительной керамики. Предпочтительным является состав с содержанием 40% аморфного кремнезема.

4. Установлена возможность получения композиционных материалов на основе волластонитсодержащей керамической матрицы и наполнителей из вспучивающихся сланцев и пористого зернистого материала.

#### Литература

1. Суворова О.В., Мотина А.В., Беляевский А.Т. // Техника и технология производства теплоизоляционных материалов из минерального сырья: Доклады X Всероссийской научно-практической конференции (26 - 28 мая 2010 г., г. Бийск). - Бийск: БТИ АлтГТУ, 2010. - С. 57 - 60.

## РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ ИЗ АЛЮМОСИЛИКАТОВ

**Иванова А.Г.** (*г.Апатиты, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева КНЦ РАН*)

During carbothermic reduction of kyanite the following concentration parameters  $Al_2O_3$  have been determined: roasting temperature, exposure time, stock charge composition. The resulting product contained, wt %:  $Al_2O_3$  -98,  $SiO_2$ -0,2. The possibility of concentrating kyanite ore in aluminium oxide expands the range of its possible uses.

В России месторождения Карело-Кольского региона содержат 99.4 % запасов дистен-силлиманитового сырья, учитываемых Госбалансом РФ. Крупнейшие в мире кианитовые месторождения Кейвской группы, расположенные в центрально-восточной части Кольского полуострова представляют непрерывную полосу около 200 км. Общие запасы кианитовой руды оцениваются в 11 млрд т [1], проблема промышленного использования которых имеет большое народнохозяйственное значение. Тем не менее, уже более 35 лет (с 1973 по 2009г) не проводилось целенаправленных исследований кейвского сырья.

С 2009 года исследования кианитовых сланцев вступили в новую фазу, они поддержаны Президиумом РАН и вошли составной частью в программу «Научные основы эффективного природопользования, развитие минерально-сырьевых ресурсов, освоение новых источников природного и техногенного сырья», координатор академик Д.В. Рундквист. Проект инициирован академиком В.А. Коротеевым, который показал необходимость исследования этого стратегически важного сырья и создания на базе собственных месторождений крупномасштабного производства алюминия, чтобы полностью избавиться от внешней сырьевой зависимости.

Использование кианита представляет интерес для производства огнеупоров, силумина, алюминий-кремниевых сплавов и абразивов. В настоящее время кианит рассматривается как перспективное сырье для получения алюминия.

Дополнительные возможности по использованию кианитов открываются после их предварительного обогащения по оксиду алюминия. Из кианитов возможно получение глинозема высокого качества как щелочными, так и кислотными способами. В качестве альтернативного подхода нами было изучено карботермическое восстановление. Карботермический процесс восстановления больше привлекает внимание производителей новых керамических материалов, поскольку промежуточные и конечные продукты реакции находятся в твердом состоянии, а возможность прохождения процесса в замкнутом цикле

позволяет полностью улавливать пылевидные газообразные продукты и утилизировать  $\text{CO}_2$ . [2]

Предварительно нами изучалось карботермическое восстановление сырого ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  -51.97 мас.%,  $\text{SiO}_2$ - 40.94 мас.%) и обожженного ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 63.17 мас.%,  $\text{SiO}_2$ -31.85 мас.%) кианитового концентрата Хизоварского месторождения. Были выявлены основные зависимости обогащения  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и получен высокоглиноземистый продукт с содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 94.0 мас.%,  $\text{SiO}_2$ – 1.05 мас.% [3].

С целью разработки технологии получения материала с высоким содержанием и извлечением оксида алюминия исследовалось карботермическое обогащение сырой кианитовой руды Кейвского месторождения со следующим составом основных компонентов, мас.%:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ – 38.0,  $\text{SiO}_2$ – 55.0, С- 2.3 и примесей  $\text{K}_2\text{O}$  – 2.9,  $\text{TiO}_2$ -1.1,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - 1.4.

Использовался разработанный нами ранее метод переработки кианитового концентрата, включающий смешение концентрата, углеродистого восстановителя и поризующей добавки в виде сульфата аммония, окомкование полученной шихты, обжиг с выдержкой при максимальной температуре с восстановлением диоксида кремния до газообразного монооксида. Затем измельчение полученного спека, обработка его бифторидом аммония и прокаливания при 700-900°C с получением алюминийсодержащего продукта. Для улучшения качества получаемого материала, перед фторидной обработкой полупродукт обрабатывали 20% раствором  $\text{HCl}$ .

Выбор температуры обжига 1700°C обусловлен тем, что при ней уже происходит перераспределение  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{SiO}_2$  по отдельным фазам с удалением оксида кремния. При этом оксид алюминия, в заданном температурном интервале, остается в спеке, что способствует повышению степени извлечения оксида алюминия. Обжиг шихты ниже 1700°C не обеспечивает полного восстановления диоксида кремния. Обжиг шихты выше 1750°C приводит к частичному образованию и уносу газообразных соединений алюминия.

Использование сульфата аммония в количестве 20% по отношению к массе концентрата способствует увеличению пористости гранул, что ведет к более полному восстановлению диоксида кремния.

Выдержка шихты в течение 4-6 часов при максимальной температуре обжига обеспечивает преимущественное удаление кремния при сохранении высокого извлечения оксида алюминия, что приводит к увеличению его относительного содержания в получаемом продукте. Выдержка шихты менее 4 часов недостаточна для полного разложения термически устойчивого муллита. При выдержке более 6 часов совместно с монооксидом кремния образуются и удаляются газообразные соединения алюминия.

В результате карботермического восстановления кианитовой руды Кейвского месторождения при обжиге 1700°C с выдержкой 4 часа при максимальной температуре с добавкой восстановителя 7.5 мас.% и 10 мас.% получен продукт (Таб.1), который по содержанию  $Al_2O_3$  и  $SiO_2$  соответствует требованиям, предъявляемым к высокоглиноземистому сырью для производства муллитокорундовых огнеупоров [4]. Если восстановленные образцы рассматривать как исходное сырье для производства глинозема по методу Байера [5], то в них имеется небольшое превышение по содержанию кремнезема (8.42 - 9.62 мас.%, вместо требуемых 2 – 8 мас.%), но, в то же время - повышенное содержание глинозема (84.14 – 86.43 мас.%, вместо требуемых 50-60 мас.%). По содержанию железа и кремнезема эти образцы соответствуют высококремнистым маложелезистым бокситам, требующим последовательно-комбинированного метода переработки для получения из них глинозема металлургического [6].

Таблица 1 - Содержание основных компонентов в полученных материалах после восстановительного обжига и обезуглероживания окатышей при выдержке 4 часа при максимальной температуре 1700°C

Содержание углерода, мас.%	Содержание основных компонентов, мас.%			Отношение $Al_2O_3:SiO_2$
	$Al_2O_3$	$SiO_2$	$Fe_2O_3$	
7.5	86.43	9.62	1.17	9
10	84.14	8.42	3.09	10

При повышении времени выдержки при температуре 1700°C до 6 часов из шихты с содержанием 7.5% углерода и 20% разрыхляющей добавки в виде сульфата аммония получен высокоглиноземистый материал с содержанием  $Al_2O_3$  - 95.5 мас.%,  $SiO_2$  - 1.6 мас.%, и отношение  $Al_2O_3:SiO_2$  - 60. Использование химического дообогащения, дает возможность получить более чистый продукт с высоким содержанием  $Al_2O_3$  - 96.5 мас.% и низким  $SiO_2$  - 0.37 мас.%, отношение  $Al_2O_3:SiO_2$  - 260. Дополнительное химическое дообогащение (обработка полученного порошка 20% HCl) позволяет получить еще более чистый материал  $Al_2O_3$  - 98 мас.% и  $SiO_2$  - 0.2 мас.%, отношение  $Al_2O_3:SiO_2$  - 490.

По результатам этих исследований была подана заявка на изобретение «Способ переработки кианитового концентрата», №2012109300/02 от 12.09.2012. Изобретение относится к области переработки алюмосиликатного сырья, преимущественно кианитов, и может быть использовано при производстве глинозема, корундовых огнеупоров, керамики, силумина и алюминия. Настоящая разработка направлена на повышение степени извлечения оксида алюминия при обеспечении его высокого содержания в алюминий содержащем продукте



и снижении содержания примеси оксида кремния, а также в снижении энергоемкости способа.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что данная технология способствует получению высокоглиноземистых материалов из богатой руды, которую можно рассматривать как перспективное сырье для производства огнеупоров, силуминов и алюминия.

### **Литература**

1. Войтеховский Ю.Л., Нерадовский Ю.Н., Гришин Н.Н., Гершенкоп А.Ш. Комплексное использование кианита Больших Кейв как нетрадиционного сырья для производства алюминия. Минералогическая оценка месторождений полезных ископаемых и проблемы раскрытия минералов.- Петрозаводск: Изд. КарНЦ РАН, 2011.- С. 101-111.

2. Швейкин, Г.П. Обзоры. Переработка минерального и техногенного сырья карботермическим восстановлением / Г.П. Швейкин, В.А. Переляев / Известия Академии наук. Серия химическая.- 1997.- №2.- С. 233-245.

3. Гришин Н.Н., Иванова А.Г., Белогурова О.А., Максимов В.И., Соколова Н.П. Карботермическое восстановление кианита /Технология металлов.- 2010.- №2.- С. 37-47

4. Глиноземный завод /Экономическая энциклопедия. Промышленность и строительство. – М.: Изд. Советская энциклопедия, 1962.- С. 299-306.

5. Гришин Н.Н., Иванова А.Г., Белогурова О.А., Нерадовский Ю.Н. Карботермическое обогащение кианитовой руды Кейвского месторождения /Труды IV Международной конференции «Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов». (Архангельск, 6-10 июня 2010г.): Институт экологических проблем Севера – Архангельск: Изд. УрО РАН,; 2010,- С. 66-69.

6. ГОСТ 30559-98. Глинозем неметаллургический. Технические условия. – Введ. БЗ 3-98/422 –Минск.: Изд. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999.– 9 с.

## ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКА ЖЕЛЕЗА ИЗ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Ракитина Е. Ю. (*г. Анапты, ИХТРЭМС КНЦ РАН*)

Production of Fe and titanium oxides precursor with a help of direct reduction of titaniferous magnetite has been developed. As a result, were having got ferrous powder with concentration of Fe up to 98% and intermediate titanium oxides up to 85%.

Возрастающий дефицит строительных и технических материалов требует поиска и освоения новых сырьевых ресурсов. Одним из наиболее доступных и эффективных источников сырья являются горнопромышленные отходы, запасы которых имеются повсеместно и исчисляются десятками миллионов тонн. Однако до настоящего времени они не находят достаточного применения. Уровень их использования у нас не превышает в стране 10 - 15% от общего объема отходов. Связано это с необходимостью решения ряда организационных, технико-экономических и технологических задач. В настоящее время предприятия и организации все больше заинтересованы в увеличении объемов утилизации отходов. С каждым годом проблема утилизации отходов становится все актуальнее, а огромнейшие залежи неиспользуемых промышленных отходов наносят губительный ущерб природе и всему живому на Земле [1].

С целью создания и расширения рынка для высокотемпературных теплоизолирующих материалов нами разрабатывается технология бездоменного получения железа прямым восстановлением железосодержащего сырья. Температура металлургического процесса снижается при этом с 1700°C до 900 - 1300°C, что существенно уменьшает энергозатраты и выброс CO<sub>2</sub> в атмосферу.

Существующие природные источники титанового сырья: ильменит, титаномагнетит – являются одновременно и потенциальными источниками загрязнений. Традиционные технологии выделения титановых продуктов (сернокислотная технология) встречают трудности по утилизации многотоннажных железосодержащих отходов. Организация переработки титанового сырья как комплексного титано-железистого, ориентированного на получение товарного железа и титанового концентрата, принципиально меняет ситуацию.

Передельный чугун, получаемый в доменном процессе, загрязнен фосфором, серой и другими примесями, поступающими из исходного сырья и кокса, поэтому требуются дополнительные затраты на их удаление. К тому же, дальнейшее развитие доменного производства сдерживается ограничениями в добыче коксующихся углей и получении кокса. С целью преодоления этих трудностей были разработаны

бездоменные процессы прямого восстановления железных руд, концентратов и железосодержащих отходов (DRI-Direct Reduction Iron).

Нами разработана патенточистая технология карботермического и газового восстановления железосодержащих концентратов с получением порошка металлического железа [2]. Технология существенно расширяет сырьевую базу по железу, другим элементам, особенно, по такому важному стратегическому материалу как титан. Параллельно разрабатываются технологии, позволяющие с высокой эффективностью газифицировать твердые углеродсодержащие продукты с получением энергонасыщенного восстановительного газа. Соединение этих двух разработок позволяет создать установку, объединяющую в едином цикле восстановление природных оксидов железа с генерированием энергонасыщенного газа для энергетики. При этом существенно снижаются требования к химическому составу газовой компоненты. Первичный энергоноситель: некоксуемый уголь, торф, отходы древесины и т.д.

В России и за рубежом создан большой научный задел по разработке базовой технологии комплексной переработки бедного титанового сырья, в частности, титаномагнетитовых руд [3].

Разрабатываемый нами подход состоит в:

- быстром переводе системы в состояние эффективного протекания окислительно-восстановительных реакций;
- изучении окислительно-восстановительных процессов в системах, содержащих природные оксиды железа на микро- и наноуровне путем их визуализации и микронзондирования;
- проведении восстановительных процессов до состояния, необходимого и достаточного для выделения в самостоятельные фазы целевых компонентов: железа и полезных оксидов (титана, магния, алюминия, ванадия и др.);
- сопряжении окислительно-восстановительных процессов с генерированием восстановительного газа;
- максимальном использовании энергетических возможностей всего технологического цикла и реализации его энергетического потенциала в производстве электроэнергии для собственного и внешнего потребления.

Для наблюдения за превращениями исходных подсистем в процессах переработки железосодержащего сырья в высококачественный порошок железа нами используются приемы технологической минералогии с привлечением как оптической микроскопии с визуализацией исходных и полученных структур с разрешением 1 мкм, так и сканирующей микроскопии с микронзондовым химическим анализом с разрешением до 100 нм. Это позволяет фиксировать стартовые движения подсистем на

микро- и наноуровне и сопровождать протекающие превращения до требуемой степени преобразования микрофаз.

В существующей практике обогащенный концентрат окомковывают для предварительного восстановительного обжига, а полученные металлизированные окатыши плавят с получением ванадийсодержащего чугуна и титановых шлаков, которые подвергают дальнейшей переработке.

Настоящая разработка направлена на уменьшение энерго- и трудозатрат при подготовке спека к разделению на металлическую и оксидную фазы, восстановление железосодержащей компоненты, измельчение спека и разделении компонентов спека на металлическое железо и оксидную фазу с сохранением высокого качества целевого продукта – порошка металлического железа.

Нами введена подготовка шихты путем совместного помола компонентов, чем обеспечивается равномерное распределение компонентов шихты и частичная механоактивация компонентов. Измельчение спека проводили до среднего размера зерен железа  $\approx 0,2$  мм, что обеспечило наиболее эффективный процесс раскрытия зерен железосодержащего компонента.

Ниже  $900^\circ\text{C}$  наблюдалось неполное восстановление железа до металла. Выше  $1300^\circ\text{C}$  наблюдалась слишком активная ликвация и захват шариками  $\text{Fe}_{\text{мет}}$  трудно отделимых примесных включений. Измельчение спека после карботермического восстановления вели до средней крупности, соответствующей крупности частиц  $\text{Fe}_{\text{мет}}$  так, чтобы практически не оставалось сростков железа с невосстановленной оксидной фазой. Это возможно, во-первых, вследствие большей хрупкости оксидной фазы по сравнению с пластичным железом, а во-вторых, вследствие разупрочнения оксидной фазы под действием щелочного агента.

Методами технологической минералогии изучены процессы восстановления в природном зерне титаномагнетита (Рис. 1) с последующим пространственным разделением образующихся фаз и их консолидацией до макроразмеров.

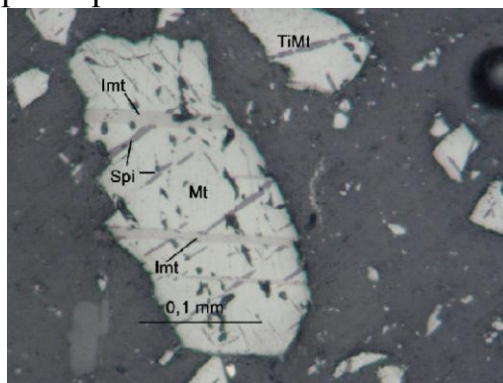


Рис.1 – Исходное зерно титаномагнетита

Из титаномагнетитового концентрата ОАО «Апатит» получен порошок железа с содержанием  $Fe_{мет}$  98% (Рис. 2), из которого выплавлен слиток с содержанием  $Fe_{мет}$  99.9%.

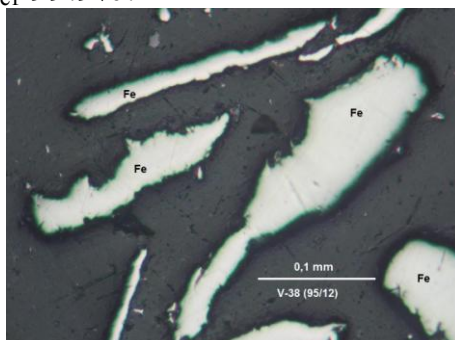


Рис. 2 - Порошок железа

Параллельно получен порошок титанооксидного концентрата с содержанием  $TiO_2$  85% - прекурсор для лакокрасочной продукции и металлического титана (Рис. 3).

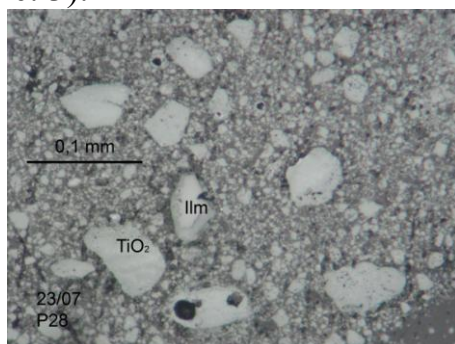


Рис. 3 – Титанооксидный концентрат

Из железорудного концентрата Ковдорского ГОКа получен порошок железа с содержанием  $Fe_{мет}$  96.7%, из которого выплавлен слиток с содержанием 99.8%  $Fe_{мет}$ .

Из исходной руды дробильно-обогащительной фабрики ОАО «Олкон», г. Оленегорск получен порошок железа с содержанием  $Fe_{мет}$  80%, из железорудного концентрата получен порошок железа с содержанием  $Fe_{мет}$  92%.

### Литература

1. Макаров В.Н. Горнопромышленные отходы как сырье для производства строительных материалов. – Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1992. - С. 5.

2. Пат. РФ № 2385962, МПК С 22 В 5/00. Способ переработки железотитанового концентрата / Гришин Н.Н., Касиков А.Г., Ракитина Е.Ю., Нерадовский Ю.Н.; заявитель ООО «Кольский инновационный центр», патентообладатель Учреждение Российской академии наук ИХТРЭМС КНЦ РАН - № 2008134927/02; заявл. 26.08.2008 г.; опубл. 10.04.2010 г. Бюл. № 10.

3. Федосеев С.В. Стратегия воспроизводства минерально-сырьевой базы титановой промышленности. – Санкт - Петербург: Изд-во «Нестор», 2001. - 210 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЗМОВ-ГЕТЕРОТРОФОВ СЕННОГО НАСТОЯ ДЛЯ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Минченко Е. Е., Пахомова Н. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии)

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, Blepharisma, Oxytricha, Euplotes and Turbellaria family Stenostomidae in toxicological evaluation of the environment.

На кафедре биоэкологии опыты по выращиванию организмов-гетеротрофов в микрокосме сеного настоя ведутся с 2010 года. Эксперименты по культивированию организмов проводили в нескольких вариантах (добавляли почву и/или аквариумную воду). Результаты длительных исследований показали, что наиболее типичными представителями микроорганизмов сеного настоя, которые обладают рядом преимуществ в биотестировании, являются свободноживущие инфузории родов Colpoda, Paramecium, Blepharisma, Oxytricha, Euplotes и ресничные черви семейства Stenostomidae.

### *Характеристика инфузорий как тест-объектов*

Наблюдения показали, что инфузории в силу своих физиологических особенностей проявляют большую чувствительность к изменению факторов внешней среды. Их короткий цикл развития дает возможность проследить действие отдельных веществ на ряде поколений. Ресничных инфузорий достаточно легко культивировать. Все это делает инфузорий удобным тест-объектом для токсикологических опытов [1, 2].

Инфузории рода Colpoda появляются в сеном настое на 5-10 сутки культивирования. Типичными представителями этого рода в лабораторном микрокосме являются *C.steinii*, *C.cucullus* и *C.aspera* (рис.1а, б, в).

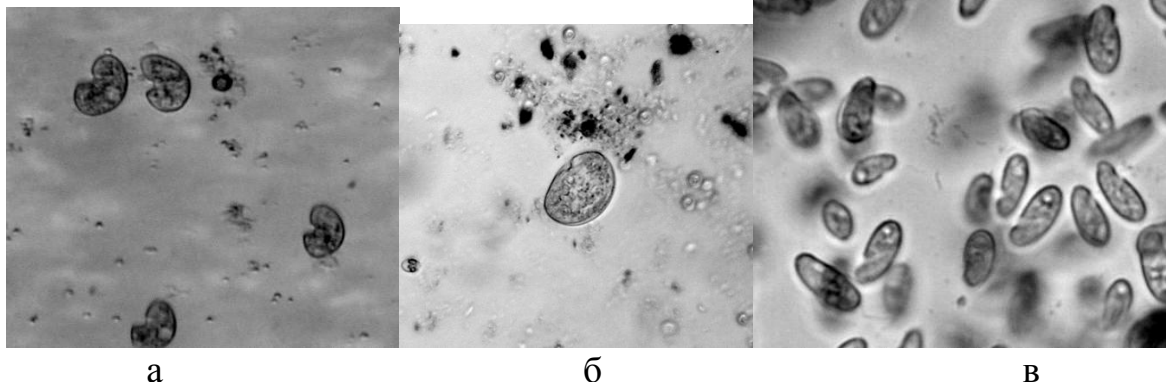


Рис.1. Инфузории рода Colpoda: а) *C.steinii*; б) *C.cucullus*; в) *C.aspera*

Однако чаще всего в сенном настое обнаруживается *C.steinii*. Опыты показали, что при неблагоприятных условиях *Colpoda steinii* способна образовывать цисту покоя. При наступлении благоприятных условий инфузории эксцистируются.

В ходе проведенных экспериментов показано, что на действие загрязняющего вещества эти инфузории могут реагировать как превращением в цисты, так и резкой вспышкой своей численности. Эта характеристика может быть использована как тест-функция в биотестировании.

Следующим представителем ресничных инфузорий, культивируемых в сенном настое, является *Paramecium caudatum*. Это свободноживущая широко распространенная ресничная инфузория, предпочитающая альфа-мезосапробные условия. Температурный оптимум лежит в пределах 24 - 28 °С, предпочитает рН, близкую к нейтральной (6,5 - 7,5) [2].

В сенном настое парамеция появляется на 10-20 сутки после закладки опыта. При оптимальных условиях содержания (температура, рН среды, содержание растворенного кислорода, пища) инфузория может поддерживать стабильную численность в течение нескольких месяцев. В лабораторных условиях *Paramecium caudatum* была успешно использована в качестве тест-объекта для биотестирования нефтепродуктов (рис.2 а, б, в).

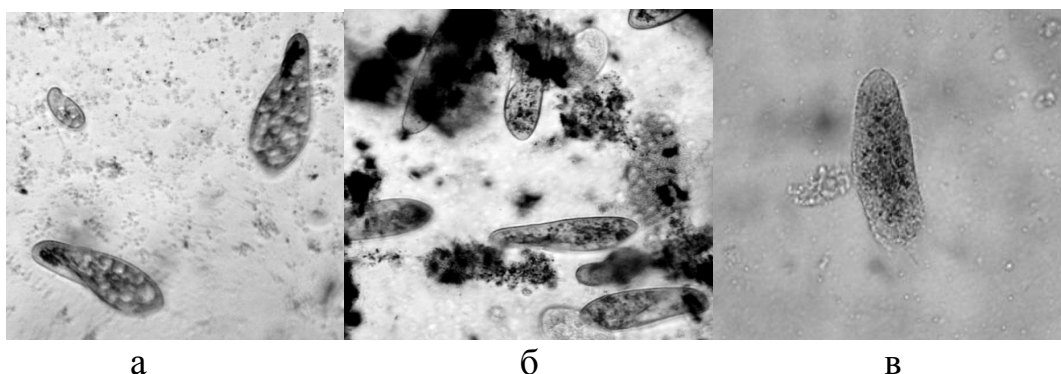


Рис.2. Инфузория *Paramecium caudatum*: а) опыт с дизельным топливом (начало); б) опыт с дизельным топливом (окончание); в) опыт с моторным маслом

Как показали опыты, парамеция является оптимальным тест-организмом, так как имеет крупные размеры 0,3x0,05мм, способна поддерживать стабильную численность, чувствительна к действию загрязняющих веществ. Однако в лабораторном микрокосме парамеция может и не появиться. Следовательно, необходимо найти такую культуральную среду (аквариумная вода, вода природного водоема), в которой парамеция постоянно присутствует. Дальнейшее ее содержание в лабораторных условиях не вызывает особых сложностей.

Инфузории рода *Vlepharisma* (*Bursaria*) появляются в сенном настое эпизодически. Тем не менее, они привлекают исследователя своими



крупными размерами (0,13x0,2мм), относительно продолжительным жизненным циклом, высокой чувствительностью к действию неблагоприятных факторов среды (рис.3 а, б).

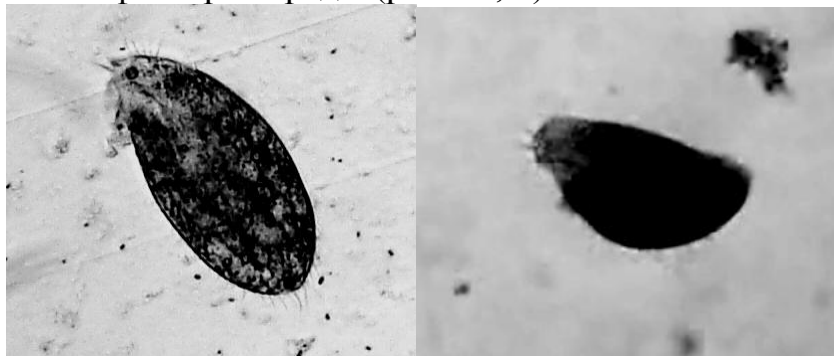


Рис.3. Инфузория рода *Vlepharisma* (*Bursaria*): а) контроль; б) цистирование

Эксперименты по биотестированию с бурсарией носили провизорный характер. В перспективе при наличии устойчивой лабораторной популяции *Bursaria* sp. представляется возможным продолжить эти исследования.

К ресничным инфузориям, обнаруженным в сенном настое, относятся инфузории рода *Oxytricha*. В сенном настое инфузория появляется, как правило, спустя 10-30 суток после начала закладки опыта. *Oxytricha* sp. способна поддерживать стабильную численность в течение нескольких месяцев. В лабораторных условиях инфузорию периодически подкармливали стерилизованным молоком или сухими дрожжами. К достоинствам этой инфузории как тест-объекта относятся: относительно крупные размеры (хотя встречаются виды небольших размеров), способность поддерживать стабильную численность в течение нескольких месяцев, чувствительность к действию загрязнителя. В лаборатории окситриха успешно выдержала эксперимент по действию на нее тяжелых нефтепродуктов (рис.4 а, б, в).

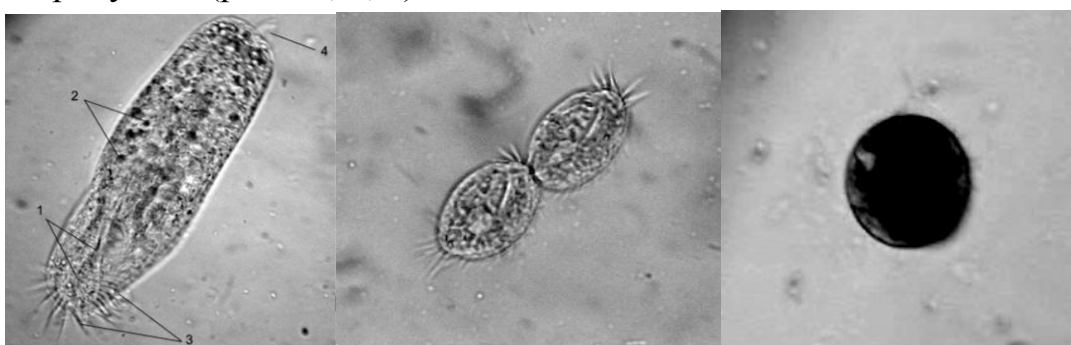


Рис.4. Инфузория рода *Oxytricha*: а) контроль; б) деление инфузории; в) цистирование

Окситриха – один из наиболее оптимальных тест-объектов с относительным постоянством присутствующем в сенном настое.

Культивирование этих инфузорий в лабораторных условиях не вызывает трудностей.

Еще одним представителем свободно живущих инфузорий, выращенном в сенном настое, является инфузория рода *Euplotes*. Появляется в сенном настое на 10-15 сутки после закладки опыта. Численность инфузории колеблется в пределах 1-4 экз/п.зр. микроскопа.

Результаты биотестирования показали, что инфузория в неблагоприятных условиях превращается в цисты покоя. Инфузория *Euplotes* sp. характеризуется высокой подвижностью, резкими колебаниями численности, что ограничивает ее использование как тест-объекта в биотестировании.

*Характеристика ресничных червей семейства Stenostomidae как тест-объектов*

В нескольких сериях опытов удалось получить устойчивую популяцию ресничных червей, принадлежащих к семейству *Stenostomidae*. Тело червей покрыто ресничным эпителием. Размеры червей: 0,3-0,6 мм.

При действии загрязнителя на уровне пороговых (допустимых) концентраций наблюдается замедление движения червей, образование малоподвижных скоплений, круговые вращения. В случае высоких концентраций загрязнителя тело червя сжимается, образуются капсулы в среднем и хвостовом отделе, наблюдается дезинтеграция внутренних органов (рис.5 а, б, в).

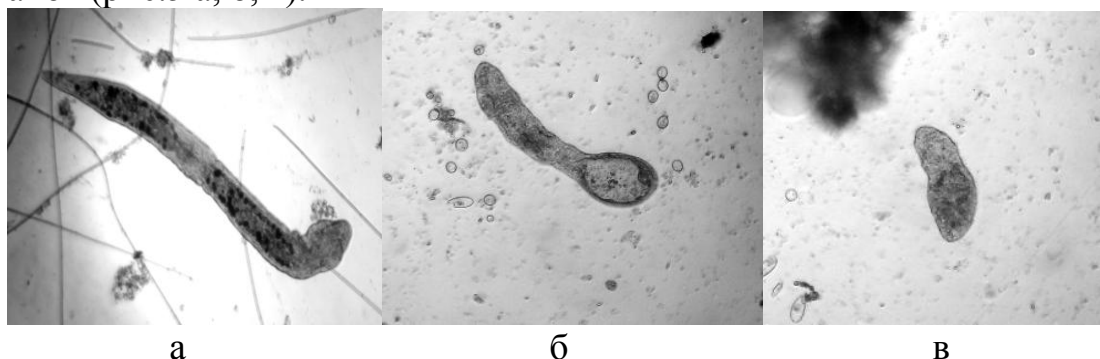


Рис.5. Ресничные черви семейства *Stenostomidae*: а) контроль; б) реакция на действие загрязнителя (начало); в) реакция на действие загрязнителя (окончание)

Таким образом, проведенные опыты показали, что ресничные черви являются чувствительными тест-объектами и могут быть использованы для оценки токсичности различных сред.

*Работа выполнена в рамках ГБ НИР «Разработка методов биоиндикации и биотестирования загрязнения пресноводных водоемов и их применение в условиях Кольского полуострова», № темы 4.32/10, № ГР 01201002677.*

### **Литература**

1. Виноходов Д.О. Научные основы биотестирования с использованием инфузорий: Автореф. дис. докт. биол. наук. - Санкт-Петербург, 2007. – 30 с.

2. «Об утверждении методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» Приказ Росрыболовства от 04.08.2009 № 695.

## ИНФУЗОРИИ И БИОТЕСТИРОВАНИЕ

**Пахомова Н. А., Минченко Е. Е.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии)

This paper reveals the problem associated with an increase in environmental pollution by toxic substances. It becomes important for evaluation the toxicity of water, food and other objects to develop biotechnologies for cultivation of test organisms that meet certain requirements. The paper presents the definitions and notion used in biotesting, describes the procedure for obtaining of synchronized culture of infusoria *Colpoda steinii*.

Загрязнение природной среды токсичными веществами приобрело в настоящее время угрожающий характер. В связи с этим одним из важных направлений прикладной биотехнологии является разработка эффективных биологических методов оценки состояния разнообразных объектов. Поэтому для оценки токсичности природных вод, промышленных сбросов, почвы, кормов и прочих объектов окружающей среды, а также новых химических веществ используют тесты на различных живых организмах. Биотестирование дает возможность с большой степенью достоверности определить степень интегральной токсичности объекта исследования [1].

К организмам, на которых проводят биотестирование, прежде всего, относят представителей подцарства простейших. Применение Protozoa в качестве тест-организмов насчитывает не одно десятилетие. Об этом говорит значительное число методических разработок, рекомендаций и публикаций, постоянно появляющихся в специализированных изданиях, а также их широкое использование на практике. Эти методы достаточно просты в применении, поддаются инструментализации и автоматизации, а их результаты легко интерпретируемы.

В отличие от химических и физико-химических методов анализа, биотестирование на инфузориях позволяет прогнозировать интегральное воздействие изучаемого объекта на живые организмы, поскольку реакция биологической тест-системы зависит не только от отдельных токсичных соединений, содержащихся в объекте исследования, но и от их взаимодействия между собой, а также от присутствия веществ, обладающих ярко выраженным влиянием на токсичность указанных соединений.

Создание единой концепции оценки свойств объектов окружающей среды по реакции культуры инфузорий должно способствовать развитию, стандартизации и унификации уже разработанных методов, а также созданию новых, более совершенных.

*Цель и задачи исследования:* используя имеющуюся в литературе информацию и результаты собственных исследований, показать

возможности получения синхронизированной культуры инфузории и ее дальнейшего использования в качестве тест-организма.

Биотестирование - это оценка свойств изучаемого объекта по его воздействию на биологическую тест-систему в стандартных условиях.

При проведении оценки свойств изучаемого объекта применяются такие понятия как «тест-организм» и «тест-объект», однако необходимо помнить, что исследователь имеет дело не просто с отдельными организмами, а с биологической системой, имеющей внутреннюю структуру, определяемую связями между ее биологическими элементами и средой, в которой они находятся. «Тест-система» может быть представлена группой организмов одного вида, сообществом нескольких видов, целой экосистемой. Эти биологические элементы распределены в среде и заключены в определенном объеме. «Тест-система» - это пространственно ограниченная совокупность чувствительных биологических элементов и среды, в которой они находятся. Под термином «тест-организм» подразумевается систематическое наименование тест-объекта вплоть до вида, штамма или клона.

Прежде чем перейти к постановке биологического теста, надо получить исследуемый организм, кроме того его необходимо перевести в состояние, удобное для проведения эксперимента, т. е. получить действующую форму, после чего осуществить ее контакт с «тест-системой». На «тест-систему» может действовать не только токсичный элемент, содержащийся в исследуемом объекте. Факторы этой группы и подлежат оценке в процессе биотестирования, то есть являются целевым. К другой группе факторов относятся внутренние условия среды: температура, освещение и прочие условия, которые сказываются на состоянии тест-системы.

*Материал и методы.* В наших экспериментах мы использовали инфузорий четырех видов: *Colpoda steinii*, *Paramecium caudatum*, *Styloichia spp.*, *Euplotes sp.* Существенные морфологические и физиологические различия этих организмов обуславливают разнообразие сфер их использования в биологической практике. И хотя до настоящего времени не сделано обоснованного выбора универсального тест-объекта, идеально пригодного для любых методик биотестирования, анализ индивидуальных особенностей перечисленных инфузорий, а также сравнение их чувствительности к ряду токсичных веществ позволили сформулировать общие требования, которым должны отвечать инфузории, рассматриваемые в качестве кандидатов на роль тест-организмов [1]. Наиболее важные из них – простота культивирования; высокая чувствительность к основным поллютантам; наличие легко наблюдаемых тест-реакций.

Изучение сукцессионного спектра простейших, развивающихся на основе сенного настоя, показало, что некоторые инфузории являются

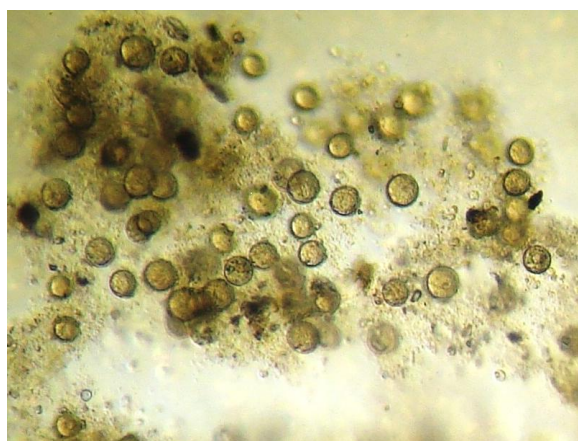
цистообразующими, их чувствительность выше на постцистной стадии развития (культура *Colpoda steinii*, *Euplotes sp.*). Другие виды не имеют стадии покоя, и их чувствительность проявляется на стадии экспоненциального роста (*Paramecium caudatum*, *Stylonichia spp.*).

В первую очередь наше внимание привлекли те виды свободноживущих инфузорий, которые имеют в своем жизненном цикле стадию покоя и способны образовывать цисты покоя. Особый интерес в этом отношении представляют почвенные виды инфузорий. Один из них, *Colpoda steinii*, был выбран нами в качестве тест-организма. Среди признаков, присущих прочим инфузориям, данный вид обладает рядом уникальных свойств.

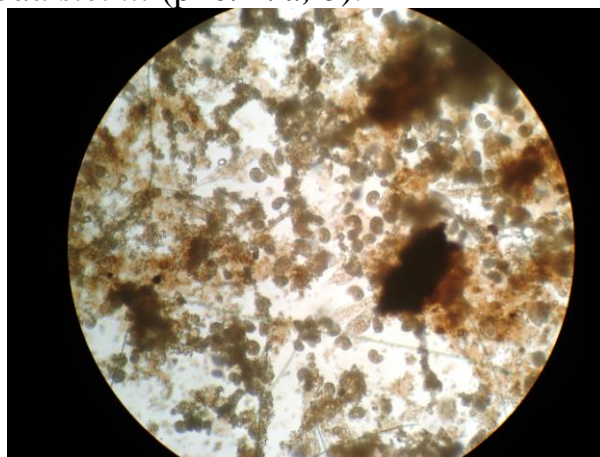
Инфузории рода *Colpoda* в течение 12 часов успевают эксцистироваться,делиться и снова цистироваться [2].

В своих исследованиях мы использовали метод синхронизации [1]. Он относится к группе механических или селективных методов, и заключается в том, что заранее подготовленные цисты покоя инфузории *Colpoda steinii* подвергают индуцированному эксцистированию.

*Результаты и обсуждение.* В июне 2012 года культуру *Colpoda steinii*, полученную нами в сенном настое, поместили в три чашки Петри, высушили ее, и в состоянии цисты оставили на хранение. Через четыре месяца, в сентябре 2012 года во все чашки Петри добавили отстоянную водопроводную воду и в результате через два дня получили синхронизированную культуру *Colpoda steinii* (рис. 1. а, б).



а



б

Рис. 1. Цисты покоя (а), эксцистированные *Colpoda steinii* (б)

Из изученных вариантов условий хранения наилучшим считается хранение цист покоя, сорбированных на ацетилцеллюлозной пленке, в герметично закрытых флаконах в темном месте. В таком виде срок годности препарата составляет 24 месяца [1]. В нашем опыте цисты покоя сохранились достаточно долгое время в чашках Петри, которые были поставлены в затененное место, несмотря на это нам удалось получить жизнеспособное потомство, которое дало высокую численность. Таким

образом, можно сказать, что получить синхронизированную культуру инфузории, жизненный цикл которой включает стадию цисты, можно в довольно простых условиях, не требующих специальной установки.

Способность образовывать цисты покоя, устойчивые к высушиванию, и быстрый переход от стадии покоя к активной жизнедеятельности позволяют получать на основе культуры *Colpoda steinii* удобный в использовании сухой препарат-диагностикум с длительным сроком годности. Отсутствие 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 [1], все это определяет относительное генетическое постоянство лабораторных штаммов данной инфузории, однородность ее культуры, полученной путем индуцированного проращивания цист покоя.

Проведенные исследования позволят отработать производственные режимы выращивания больших количеств культуры *Colpoda steinii* для приготовления препарата. Результаты экспериментов найдут отражение в отчете по ГБ НИР «Разработка методов биоиндикации и биотестирования загрязнения пресноводных водоемов и их применение в условиях Кольского полуострова».

#### **Литература**

1. Виноходов Д.О. Научные основы биотестирования с использованием инфузорий: Автореф. дис. докт. биол. наук. - Санкт-Петербург, 2007. – 30 с.
2. Хаусман К. Протозоология. – М. : Мир, 1988. - 334 с.

## **ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ЗВЕЗДЧАТОГО СКАТА (*Amblyraja radiata* Donovan, 1808) В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕГО ДЛИНЫ**

**Попова М. Ю. Греков А. А.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра Биоэкологии, ПИНРО, лаборатория донных рыб Северо-Европейского бассейна*)

The aim of the article is to make a research of the size and nourishment regularity of a thorny skate in the Barents Sea. According to the results of the investigation it is possible to conclude that the basis of the fry nourishment 11-20 cm long was crustaceans of Amphipoda order and polychaete. Then as the skates are growing significance of fish, shrimps and other representatives of Decapoda order, octopuses, calamaries and offal of fishery increase.

Несмотря на широкое распространение звездчатого ската в Северной Атлантике, его биология, экология и этология до настоящего времени изучены недостаточно полно, поэтому, при рассмотрении этого ската как перспективного объекта промысла, изучение его биологии является весьма актуальной задачей.

Впервые наиболее полные сведения о питании звездчатого ската были собраны сотрудниками ПИНРО в 1981-1984 гг. [7, 10]. Авторами было выявлено, что видовой состав пищи рыб разных размеров примерно одинаков, и, что скаты длиной менее 40 см питаются активнее более крупных особей [7].

Наиболее масштабные и детальные исследования питания звездчатого ската в 1983-1987 гг. были выполнены Е.Г. Берестовским [2, 3]. Им было выявлено, что после перехода на активное питание основу пищи молоди скатов длиной 11-20 см составляют полихеты и мелкие ракообразные (мизиды, амфиподы, эвфаузииды и молодь креветок) [4]. Рыба становится жертвой мелких скатов редко, причем в основном это сеголетки и двухлетки камбалы-ерша.

При длине 21-30 см спектр питания звездчатого ската становится значительно шире, увеличиваются размеры жертв, в рационе появляется больше взрослых креветок и молоди рыб, преимущественно морских окуней, однако, скаты данной размерной группы остаются пока еще в основном бентофагами. Мелкие ракообразные теряют свое значение в их питании, что особенно заметно по резкому снижению численности гаммарид, хотя увеличение размеров рыб почти не сказывается на количестве поедаемых ими полихет, мизид и эвфаузиид [9].

В данном исследовании обработка информации проводилась на основе биологического материала, собранного сотрудниками ПИНРО на научных и научно-промысловых судах в 2005-2010 гг. по принятым методикам [5].



По результатам проведенных исследований в 2005-2010 гг. в желудках звездчатого ската отмечалось около 50 пищевых компонентов, из которых по количеству видов наиболее широко были представлены рыбы (около 17 видов), а по частоте встречаемости преобладали ракообразные (75 %).

При анализе питания скатов с разделением по полу было выявлено, что спектры питания самцов и самок полностью совпадают. Индекс пищевого сходства (ИПС), предложенный А.А. Шорыгиным [8] составил 98 %.

Рыбные объекты. Наиболее часто в желудках скатов встречались донные виды рыб небольших размеров: люмпенусы, триглопсы, бычки, ликоды, а также сеголетки и молодь пикши, камбалы-ерша и трески. Из пелагических видов отмечались мойва, путассу, сайка, сельдь. Среди идентифицированных жертв частота встречаемости донных видов составила 8,4 %, пелагических – 6,2 %. Относительно равная частота встречаемости донных и пелагических видов рыб свидетельствует о том, что последние вносят существенный вклад в рыбный рацион звездчатого ската. Вероятно, он может вести на них активную охоту, а не довольствоваться лишь тем, что подбирает их со дна после гибели или травмирования, как утверждается в некоторых источниках [2, 6, 7]. В целом, судя по достаточно широкому видовому разнообразию рыб в желудках звездчатого ската, стоит предполагать, что он не проявляет избирательности по отношению к каким-либо отдельным видам, их потребление скорее зависит от доступности и размеров жертвы.

Ракообразные. В желудках звездчатого ската отмечались представители нескольких отрядов ракообразных. Наиболее часто встречались: Decapoda (крабы, рак-отшельник, креветки) – 44,9 % и Amphipoda (гаммариды, единично гиперииды) – 17,3 %. Меньшая частота встречаемости была у Euphausiacea (эвфаузииды) – 10,9 %, эпизодически отмечались Isopoda – 0,5 % и Mysidacea (мизиды) – 0,1 %.

Среди декапод наиболее предпочтительным объектом питания была северная креветка (*Pandalus borealis*), доля которой составила 78 % среди всех представителей данного отряда и около половины (47 %) среди всех отмеченных ракообразных. Это полностью подтверждает имеющиеся данные [1, 2, 3, 4, 6, 9, 10] о большом значении креветки в питании звездчатого ската. Среди других представителей этого отряда в желудках ската достаточно часто отмечался рак-отшельник (5,2 %), а также крабы трех видов (хиас, стригун опилио и камчатский).

Черви. Среди червей основным кормовым объектом звездчатого ската являлись полихеты (75 %), а также немуртины и сипункулиды (25 %). Значение полихет в питании звездчатого ската достаточно велико, их частота встречаемости в желудках составляла 22 %, уступая лишь креветке (35 %).

**Моллюски.** В целом частота встречаемости моллюсков в желудках звездчатого ската составила 6,1 %. Наиболее часто отмечались головоногие: кальмар и осьминог, на долю которых приходилось 92 % от всех представителей типа Mollusca. При этом встречаемость осьминогов в желудках скатов была более чем в 3 раза выше, чем кальмаров. Также единично отмечались в желудках брюхоногие, двустворчатые и крылоногие моллюски.

**Иглокожие.** Офиуры, голотурии и морские звезды в желудках скатов отмечались крайне редко (единичные особи), морские ежи не встречались, поэтому представителей иглокожих, как и ракушковых моллюсков, можно считать случайным кормом.

В ходе исследований установлено, что по мере роста звездчатого ската происходит расширение спектра его питания. В желудках рыб длиной 11-20 см было обнаружено 10 компонентов, у рыб длиной 21-30 см – 18. У более крупных особей разных размерных классов в желудках идентифицировано от 35 до 41 компонентов. Расширение списка жертв происходило прежде всего за счет увеличения количества видов потребляемых рыб и «случайных» кормовых объектов планктона и бентоса (гребневик, мизида, морская звезда, пикногон, актиния, голотурия и т.п.). Головоногие моллюски начинали встречаться в желудках у рыб длиной более 21 см, а брюхоногие и двустворчатые – более 30 см. Из декапод молодь ската длиной до 20 см поедала только креветку, а у более крупных особей в рационе появлялись рак-отшельник и краб хиас. У рыб длиной более 30 см список жертв пополняется камчатским крабом и стригуном опилио.

По мере роста звездчатого ската на фоне качественных изменений в его питании (расширение спектра питания) происходили и количественные: снижалась частота встречаемости амфипод и полихет; возрастала встречаемость креветки, рыбы, отходов промысла, моллюсков и некоторых других объектов питания. При этом уровень потребления эвфаузиид у рыб всего проанализированного размерного диапазона оставался практически неизменным.

Исходя из этого, можно заключить, что основу питания молоди длиной 11-20 см составляли амфиподы и полихеты, а далее, по мере роста скатов, в питании возрастало значение рыбы, креветок и других декапод (прежде всего рака-отшельника и краба хиаса), осьминогов, кальмаров и отходов промысла.

### **Литература**

1. Антипова, Т.В. Особенности питания колючего ската в Баренцевом море / Т.В. Антипова, Т.Б. Никифорова // Кормовые ресурсы и пищевые взаимоотношения рыб Северной Атлантики: сб. науч. тр. / ПИНРО – Ихтиологическая комиссия Минрыбхоза СССР. – Мурманск, 1990. – С. 167-172.

2. Берестовский, Е.Г. Питание скатов *Raja radiata* Donovan и *Raja fyllae* Lutken (Rajidae) в Баренцевом и Норвежском морях / Е.Г. Берестовский // *Вопр. ихтиологии*. – 1989. – Т.29, вып.6. – С. 994-1002.
3. Берестовский, Е.Г. Видовой и размерный состав в рационе камбалы-ерша, звездчатого и шиповатого скатов / Е.Г. Берестовский, О.Ю. Ахметчина // *Современные исследования ихтиофауны арктических и южных морей европейской части России: сб. науч. ст. / Мурман. мор. биол. ин-т КНЦ РАН*. – Апатиты, 2007. – С. 107-116.
4. Берестовский, Е.Г. Экспериментальные исследования размножения и питания скатов / Е.Г. Берестовский, А.Д. Чинарина // *Современные исследования ихтиофауны арктических и южных морей европейской части России: сб. науч. ст. / Мурман. мор. биол. ин-т КНЦ РАН*. – Апатиты, 2007. – С. 134-141.
5. 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.
6. Перспективные объекты рыбного промысла в Баренцевом море (камбала-ерш, звездчатый скат, пинагор) / Е.Г. Берестовский, В.М. Муравейко, А.Д. Чинарина [и др.]. – Мурманск, 1997. – 229 с.
7. Чинарина, А.Д. Питание и пищевое поведение ската *Raja radiata* Donovan в экспериментальных условиях / А.Д. Чинарина, Н.В. Трошичева // *Тр. Мурман. мор. биол. ин-та АН СССР*, 1980. – С. 21-38, 65-74.
8. Шорыгин, А.А. Питание и пищевые отношения рыб Каспийского моря / А.А. Шорыгин. – М.: Пищепромиздат, 1952. – 200 с.
9. Dolgov, A.V. Feeding and Food Consumption by the Barents Sea Skates / A.V. Dolgov // *J.Northw.Atl.Fish.Sci.* – 2005. – Vol.35. – P. 495-503.
10. Some data on nutrition of thorny skate *Raja radiata* Donovan in the Barents Sea / T.V. Antipova, T.B. Nikiforova // *ICES CM 1983 / G:22*. – 17 p.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОТДЕЛЕНИЯ «ОРЕНБУРГСКИЕ  
ГОРОДСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ» ФИЛИАЛА ОАО «МРСК  
ВОЛГИ» – «ОРЕНБУРГЭНЕРГО»**

**Роднова Е. В., Мамбетов Р. Ф.** (г. Оренбург, ОГУ, кафедра Экологии и природопользования)

During the environmental assessment of the production department "Orenburg city power grids," found that the performance management branch considers the requirements of Russian legislation and international standards ISO 14001:2004 for environmental protection and natural resource management.

Развитие энергетики оказывает воздействие на различные компоненты природной среды: на атмосферу, на гидросферу, на литосферу.

Единая энергетическая система России (ЕЭС России) – одна из крупнейших энергосистем в мире, объединяющая на параллельную работу шесть сбалансированных по мощности ОЭС – Центра, Северо – Запада, Юга, Средней Волги, Урала и Сибири, сетевые связи которых позволяют осуществлять перетоки электрической энергии через 6 часовых поясов.

Приоритетным направлением развития и экологической политики РАО «ЕЭС России» является повышение уровня экологической безопасности, рост капитализации энергокомпаний Холдинга за счет обеспечения надежного и экологически безопасного производства, транспорта и распределения энергии, комплексного подхода к использованию природных энергетических ресурсов. Обеспечение эффективного управления природными ресурсами и природоохранной деятельностью достигается с помощью внедрения системы экологического менеджмента.

Их целью является создание единообразной системы экологического менеджмента на всех предприятиях холдинга, соответствующей международным стандартам ISO 14000. Обеспечение учета экологических рисков в системе управления нефинансовыми рисками, а в будущем – в интегрированной системе управления рисками [1].

В связи с этим целесообразно было бы изучить экологические аспекты деятельности одного из производственных отделений филиала ОАО «МРСК Волги» – «Оренбургэнерго».

В ходе проведения экологической оценки производственного отделения «Оренбургские городские электрические сети» установлено, что в результате производственной деятельности предприятия в атмосферный воздух выбрасывается 17 наименований загрязняющих веществ, из которых общий валовый выброс в целом по предприятию составляет 4,35

тонн в год. Выбросы содержат вещества различной природы (не органические и органические) различного агрегатного состояния (твёрдые и газообразные).

Приоритетными загрязняющими веществами являются оксид углерода 2,263 т/год (53 %); на втором месте уайт-спирит 0,662 т/год (15 %); на третьем – диоксид азота 0,621 г/год (14 %); на четвертом месте сразу три вещества: бензин, ксилол и взвешенные вещества по 0,2 т/год (5 %). Вклад остальных веществ незначителен и не превышает 3 %.

Проводился также сравнительный анализ выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух за 2010 и 2011 года. В результате чего была выявлена положительная динамика снижения выбросов к 2011 году (рисунок 3), это происходит в результате вывода из эксплуатации нескольких единиц легкового автотранспорта [3,6].

В результате ранжирования по категории опасности вещества было выявлено, что приоритетным веществом является бенз/а/пирен (54 %), на втором месте диоксид азота (22 %), на третьем – ксилол (8 %), остальные вещества составляют 16 % от общей массы примесей.

Значение категории опасности предприятия равно 14,078 и оно меньше 1000, следовательно, Производственное отделение Оренбургские городские электросети филиала ОАО «МРСК Волги» относится к предприятию 4 категории опасности и, следовательно, санитарно-защитная зона должна быть 100 м [7].

Основными источниками шума на промплощадках подразделения являются технологическое оборудование котельной, металлообрабатывающее оборудование механической мастерской и оборудование для вентиляции участков.

Расчетные значения шума на границах промплощадок и на границах близлежащих жилых домов не превышают допустимые уровни шума для жилой застройки (55 дБА).

Проанализировав проект СЗЗ предприятия было выявлено, что на основании расчетных и фактических результатов, обнаруженных при натуральных исследованиях, проведено комплексное обоснование санитарно-защитной зоны для каждой промплощадки, где по совокупности факторов «Центром гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области» предлагается утвердить санитарно-защитную зону, совпадающую с границей территории промплощадки [5].

В процессе производственной деятельности предприятия образуются отходы производства и потребления различных классов опасности, что составляет 248,655 т/год, наибольшее количество отходов относится к 4 классу опасности 159,1 т/год (63,98 %), на втором месте по объему находятся отходы пятого класса опасности 85 т/год (34,18 %). Наименьшее количество образуется отходов первого, второго и третьего классов опасности 4,555 т/год (1,83%).

В 2010 и 2011 годах увеличиваются объемы образования отходов на предприятии в целом, по сравнению с 2008 и 2009 г.г., это объясняется увеличением образования в 2010 и 2011 годах «отходов из выгребных ям», 2010 году их объем составил 30,5 т/год, а к 2011 г. их количество снижается до 11,6 т/год. Также с годами увеличиваются «отходы сучьев, ветвей от лесообработок», «мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)» и «смет с территории», такое увеличение можно объяснить расширением территорий предприятия. В 2010 году резко увеличивается объем образования «бой ж/б изделий, отходы железобетона» к 2011 снижается в 2,5 раза, это связано с тем что в 2010 году производился демонтаж гаражей в Пригородном и Центральном РЭСах.

В результате ранжирования отходов по объему образования, можно сделать вывод о том, что приоритетным отходом является мусор от бытовых помещений 20,21 %, на втором месте смет с территории 18,79 %, на третьем – древесные отходы с пропиткой 16,22 %, на четвертом месте отходы ветвей, сучьев -13,5 % и на пятом бой ж/б изделий – 6,56 %, вклад остальных отходов незначителен.

В 2010 году было передано на обезвреживание, захоронение и использование 215,15 тонн отходов, что составило 86,5 %. Оставшийся объем отходов на конец года числился на балансе предприятия. Объем переданных отходов производства и потребления за 2011 год 198,74 т/год, что составляет 88,1 % от общего объема образовавшихся отходов [3].

Результаты инструментальных измерений электромагнитных излучений (ЭМИ) предоставленных «Центром гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области» подтверждают, что уровни ЭМИ на границе территории каждой промплощадки ПО «ОГЭС» не превышают допустимые (1 кВ/м на высоте 1,8 м) по СанПиН 2.1.2.1002 – 00. Это объясняется отсутствием высоковольтных линий электропередач, которые в свою очередь оказывают негативное влияние на здоровье человека и окружающую среду в целом [4].

Управление производственной деятельностью филиала учитывает требования российского законодательства и международных стандартов ISO 14001:2004 в области охраны окружающей среды и рационального природопользования, положительные достижения в этом направлении ведущих российских и зарубежных компаний, потенциальные возможности, открывающиеся при применении новейших достижений науки и техники [6].

#### Литература

Годовой отчет за 2010. Филиала ОАО «МРСК Волги» – «Оренбургэнерго», Оренбург, 2010. – 36 с.

Проект нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в производственного отделения «Оренбургские городские

электрические сети» филиала ОАО «МРСК Волги» – «Оренбургэнерго», Оренбург, 2009. – 102 с.

Технический отчет производственного отделения «Оренбургские городские электрические сети» филиала ОАО «МРСК Волги» – «Оренбургэнерго», Оренбург, 2010. – 25 с.

СНиП II-12-77 «Защита от шума» [утв. Постановлением Госстроя СССР от 14.06.1977 N 72]. – Госстрой России, ГУП ЦПП, 1997. – 12 с.

Рекомендации по разработке проектов санитарно-защитных зон промышленных предприятий, групп предприятий. Под редакцией: Р.В. Горбанева. – М.: «РЭФИА», 1998. – с

Технический отчет производственного отделения «Оренбургские городские электрические сети» филиала ОАО «МРСК Волги» – «Оренбургэнерго», Оренбург, 2011. – 26 с.

Практикум к специальному курсу «Промышленная экология»: методические указания / Е. А. Старокожева [и др.] – Оренбург: ИПК ОГУ, 2002. – 47 с.

**СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ КАМЧАТСКОГО КРАБА ГУБЫ УРА БАРЕНЦЕВА МОРЯ В ПЕРИОД 2008-2012 гг.****Сенников А. М., Матюшкин В. Б. (г. Мурманск, ФГУП ПИНРО)**

Till 2010, because of poaching the coastal grouping of red king crab from the Ura Guba had been in the depression. In 2011-2012, the increase in number of prerecruits, commercial males and bred females was noted. One of the reasons of the grouping recovery may be a temporary moratorium on the coastal fishery of this species.

В 2011 г. в Баренцевом море был введен запрет на промысел камчатского краба в прибрежной 12-ти мильной зоне. Косвенным образом это также привело к снижению браконьерского лова и, наряду с действиями правоохранительных органов, благотворно сказалось на прибрежных группировках камчатского краба у берегов Мурмана.

Изучение изменений в составе одной из таких группировок камчатского краба, обитающей в губе Ура, выполнялось в 2008-2012 гг. на маломерных судах ПИНРО с использованием донных конусных учетных ловушек. За период исследований были обработаны уловы из 597 ловушек, подвергнуто биологическому анализу 9355 крабов. Среди самцов выделяли молодь с шириной карапакса (ШК) 113 мм и менее, пререкрутов II (114-131 мм), пререкрутов I (132-149 мм), рекрутов (150-167 мм) и пострекрутов размером более 167 мм. Самок подразделяли на неполовозрелых и половозрелых особей.

По материалам предыдущих исследований [1, 2] было отмечено, что в результате интенсивной эксплуатации запасов вида со стороны браконьерского промысла прибрежная урагубская группировка *P. camtschaticus* с 2005 г. находилась в депрессивном состоянии.

Известно, что нелегальным промыслом используются все категории крабов с ШК более 110 мм [1]. Вследствие этого прибрежные группировки камчатского краба испытывают наиболее интенсивный пресс промысла.

В 2011-2012 гг. в составе ловушечных уловов самцов наблюдалось увеличение доли пререкрутов и промысловых самцов (Таблица). По сравнению с 2010 г. доля этих категорий камчатского краба в 2012 г. увеличилась с 26,1 и 5,6 % до 39,1 и 21,0 % соответственно.



Таблица

Состав уловов самцов камчатского краба в губе Ура в 2008-2012 гг.,  
%

Размерная группа	Годы				
	2008	2009	2010	2011	2012
Молодь	78,1	84,3	68,2	50,8	39,9
Пререкруты II	12,5	8,7	19,6	23,7	22,1
Пререкруты I	6,0	4,0	6,5	10,6	17,0
Рекруты	2,6	2,1	4,2	9,8	15,6
Пострекруты	0,7	1,0	1,4	5,1	5,4

Увеличение относительной численности пререкрутов в последние годы, когда в прибрежных водах Мурмана соблюдался мораторий на промысел камчатского краба, произошло за счет прироста в 2010 г. числа пререкрутов II. В последствие это привело в условиях отсутствия промысла к увеличению численности пререкрутов I и соответственно старших размерно-возрастных групп камчатского краба.

Так, в 2008-2009 гг. среди самцов преобладала молодь размером 80-100 мм (Рис. 1). Позже наблюдалось доминирование самцов с ШК 110-120 мм, а в 2011-2012 гг. отмечено почти четырехкратное увеличение относительной численности рекрутов и пострекрутов (см. Таблицу).



Рис. 1. Размерный состав уловов самцов камчатского краба в губе Ура в 2008 (1), 2009 (2), 2010 (3), 2011 (4) и 2012 г. (5)

После периода депрессивного состояния прибрежной группировки камчатского краба с 2009 г. происходило ежегодное увеличение средней ширины карапакса самцов и самок (Рис. 2).

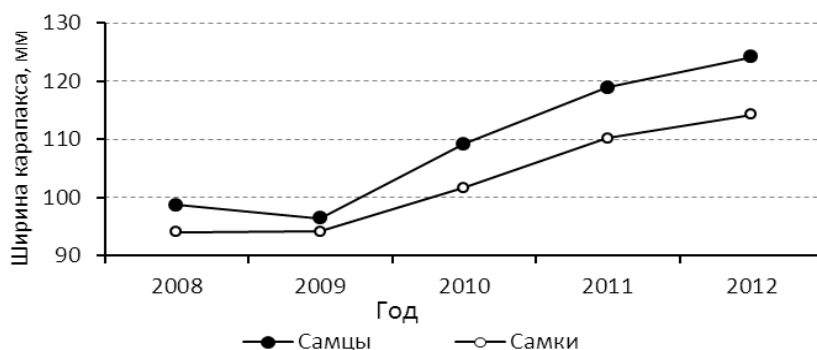


Рис. 2. Средний размер самцов и самок из уловов в губе Ура в 2008-2012 г. Аналогичные изменения произошли в размерном составе самок. В 2008-2010 гг. основу ловушечных уловов составляли неполовозрелые мелкие самки размером 80-90 мм (Рис. 3). В последующее время стали преобладать половозрелые особи с ШК 110-120 мм и более.

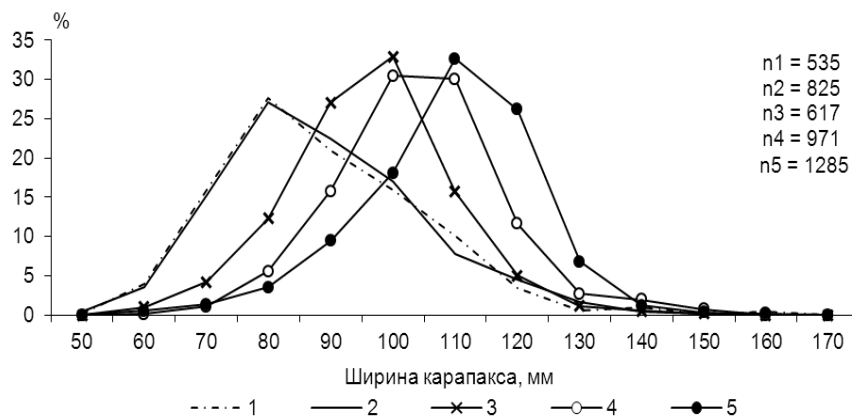


Рис. 3. Размерный состав уловов самок камчатского краба в губе Ура в 2008 (1), 2009 (2), 2010 (3), 2011 (4) и 2012 г. (5)

Доля половозрелых самок в течение 2010-2012 гг. увеличилась с 12 до 76% всего числа проанализированных самок (Рис. 4). Столь высокое число самок с икрой последний раз наблюдалось в 2002-2003 гг., когда в половую зрелость вступили самки урожайного поколения. Наряду с возможными природными факторами увеличение доли икранных самок, вероятно, явилось следствием двухгодичного моратория на прибрежный промысел вида.

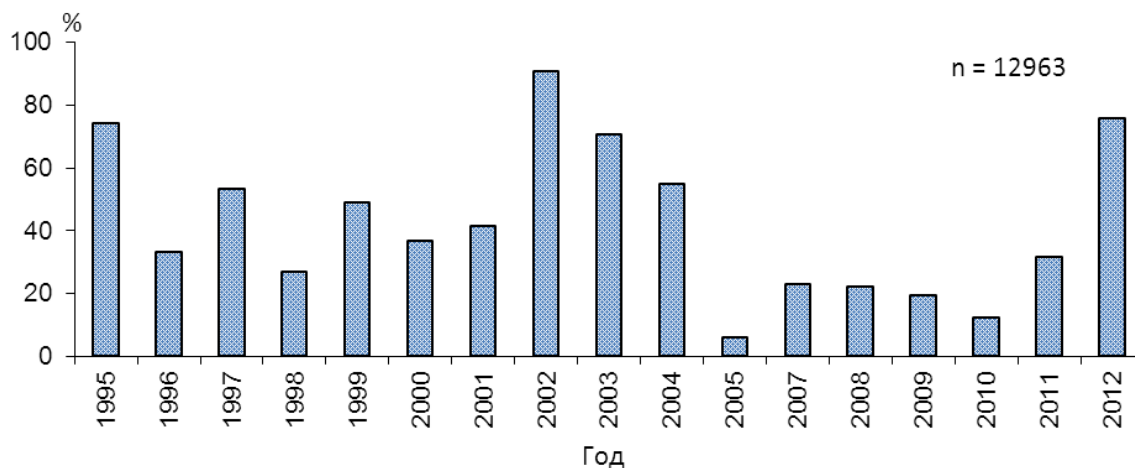


Рис. 4. Доля половозрелых особей в общем улове самок в губе Ура в 1995-2012 гг., %

Средняя абсолютная индивидуальная плодовитость самок камчатского краба в губе Ура в 2012 г. составила 113,1 тыс. икринок, что на 25 % ниже, чем в 2011 г. (Рис. 5). Подобное снижение плодовитости наблюдалось в 2002-2003 гг., со 165,5 до 124,9 тыс. икринок. В обоих случаях существенное уменьшение плодовитости самок происходило в результате омоложения репродуктивной части группировки. В 2002-2003 гг. средний размер икрных самок снизился со 130,2 до 121,1 мм. В 2011-2012 гг. произошло аналогичное уменьшение размеров – со 130,3 до 120,6 мм.

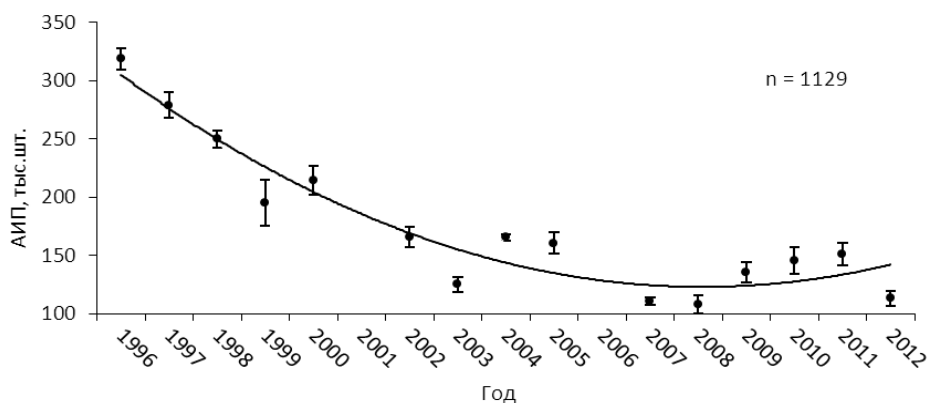


Рис. 5. Средняя абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП) самок краба в губе Ура в 1996-2012 гг.

По материалам выполненных исследований было определено, что после периода угнетенного состояния, отмечавшегося в 2005-2010 гг., в урагубской группировке камчатского краба на протяжении 2011-2012 гг. наблюдалось восстановление промыслового запаса и численности нерестового стада.

В течение 2011-2012 гг. в составе самцов произошло увеличение доли пререкрутов с 26,1 до 39,1 % и промысловых самцов – с 5,6 до 21,0 %, а доля икрных самок возросла с 12 до 76 %.

Вероятно, одним из факторов, способствовавших восстановлению прибрежной группировки камчатского краба, следует считать введение моратория на прибрежный промысел вида.

### **Литература**

1. Матюшкин В. Б. О влиянии нелегального лова на состав и репродуктивные параметры нерестового стада камчатского краба губы Ура Баренцева моря: Рыбное хозяйство – 2011. - № 3. – С. 55-58.

2. Сенников А. М., Матюшкин В. Б. Влияние промысла на состав и репродуктивный потенциал фьордовых группировок камчатского краба Западного Мурмана в 1996-2007 гг. // Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки. Тезисы докладов III Международной конференции 8-10 сентября 2008 г. – Владивосток: Изд-во ТИНРО. – 2008. – С. 135-136.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ФУНКЦИЯХ ВИЛОЧКОВОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Салмова Н.А., Журавлева Н.Г., Оттесен О. (*г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра биоэкологии*)

The main function of the thymus is the formation of body immunological reactivity, while the barrier function is denied. Thymus performs an important role taking part in metabolism of nucleic compounds, which are the most important stimulators of physiological processes, participating in the regulation of lymphopoiesis. Also thymus is the primary source of lymphatic structures in the body. Disorders of the thymus cause thymus - lymphatic status and lead to myasthenia

Вилочковая железа (тимус, зобная железа) долгое время оставалась, загадочным образованием и лишь недавно выяснилось, что это один из самых важных стимуляторов основных реакций организма.

В настоящее время тимусу приписывают становление и развитие иммунологических реакций. Это положение явилось результатом исследования ряда ученых, показавших, что у новорожденных мышей, которым удалили вилочковую железу в первые дни жизни, резко нарушается защитная реакция на антигенную стимуляцию [10].

Известно, что после парентерального введения антигена взрослым интактным животным в вилочковой железе не удалось выявить признаков антителообразования - не образуются герминативные центры, нет пролиферации плазматических клеток [6]. Создается впечатление, что лимфоидная ткань вилочковой железы исключена из иммунологической активности системы организма.

Оказалось, что вилочковая железа проявляет морфологические признаки иммунных реакций лишь при непосредственном введении антигена в ее ткань. Это доказали А.Х. Маршалл и Р.Г. Уайт [9] и подтвердил Г.Я. Свет-Молдавский [13], вводя антиген непосредственно в ткань железы.

Различием в реакции вилочковой железы на парентеральное и непосредственное введение антигена многие исследователи объясняют существование гемато-тимического барьера между тканью железы и сосудистым руслом, вследствие чего лимфоциты вилочковой железы (timoциты) отделены от контакта с антигенами [4]. Большинство современных зарубежных исследователей считает, что вилочковая железа, особенно в ранний постнатальный период, снабжает другие лимфоидные органы иммунологически компетентными клетками-лимфоцитами.

Лимфоциты тимуса в период своего созревания контактируют с эпителиальными элементами вилочковой железы и приобретают толерантность к ряду антигенов. В случае попадания затем в другие

лимфоидные органы, эти клетки обеспечивают иммунные реакции организма в течение всей дальнейшей жизни.

Некоторые авторы допускают, что клетки, продуцируемые вилочковой железой, не являются еще иммунологически компетентными, но становятся таковыми после миграции в другие органы [12].

Есть предположение, что эпителиальными и ретикулярными элементами мозгового слоя вилочковой железы вырабатывается гуморальный фактор, вызывающий иммунологическое созревание лимфоидных клеток в организме. Несомненна лимфопоэтическая функция вилочковой железы, которая особенно четко проявляется в эмбриональный и ранний постэмбриональный период жизни [9].

По данным ряда авторов митотический индекс лимфобластических клеток вилочковой железы у различных животных превышает соответствующий индекс селезенки и лимфатических узлов от 4 до 10 раз [9]. Д. Меткалф [10] полагает, что лимфопоэз в тимусе регулируется его клеточными элементами эпителиальными и ретикулярными.

В настоящее время известно, что вилочковая железа является органом весьма чувствительным к различным «сдвигам» общего метаболизма. Много важных фактов, свидетельствующих о влиянии тимуса на метаболизм, получено румынской школой эндокринологов. В Бухарестском институте эндокринологии, изготовлен белковый препарат тимуса - ЧИФ, проявивший способность многосторонне влиять на обмен веществ. Исследования показали, что вилочковая железа влияет на обмен нуклеотидов, белков, липидов, фосфора. Большое количество дегенерирующих клеток, наблюдаемое в вилочковой железе, натолкнуло на мысль об ее участии в обмене нуклеиновых кислот [1].

Также вилочковая железа является стимулятором роста и развития организма. Однако выяснилось, что тимэктомия у различных видов животных сказывается по-разному. Так экстирпация тимуса у амфибий не влечет за собой заметных расстройств. Недостаточно отчетлива функция вилочковой железы у птиц. Напротив, в организме новорожденных млекопитающих тимэктомия вызывает глубокие нарушения. Отрицательное влияние экстирпации вилочковой железы и благоприятное действие экстрактов было обнаружено в опытах не только на новорожденных, но и на взрослых животных. Имеются наблюдения, показывающие, что тимэктомия морских свинок не только замедляет их рост и развитие, но вызывает состояние кахексии, приводящее (в 70% случаев) к смерти [11]. Однако, наряду с фактами, убедительно доказывающими влияние вилочковой железы на процессы развития и роста, существуют исследования, не подтверждающие данного представления. Таким образом, исследователи пока еще не пришли к единому мнению по вопросу о влиянии вилочковой железы на рост.

Способность продуктов тимуса стимулировать рост тесно связана с влиянием их на обмен веществ. Давно обнаружено, что препарат вилочковой железы "тимин" задерживает интенсивность метаболизма, активизируя фазу ассимиляции. Ранее было отмечено положительное влияние тимуса на азотистый обмен, особенно наглядно и убедительно участие данного органа в азотистом и жировом обмене, участие в обмене углеводов.

Давно принято рассматривать тимус как депо нуклеиновых веществ - главное место органических соединений фосфора, а также как источник незаменимых аминокислот. В вилочковой железе происходит синтез дезоксирибонуклеиновой кислоты. Она является органом с интенсивным обменом полисахаридов.

Высказывается мнение, что в вилочковой железе осуществляется своеобразная голокриновая секреция, продуктами которой являются освобождающиеся при распаде лимфоцитов нуклеиновые соединения. Последние имеют важное защитное значение, поскольку предохраняют ядра других клеток от распада в условиях голодания и интенсивного роста [7].

Ж.А. Гаммар [5] резко критиковал эту точку зрения, считая ее недостаточно обоснованной. Л. Раффкина [13] также считал, что названные авторы рассматривают вилочковую железу односторонне, фиксируя внимание только на лимфоцитах, оставляя в стороне эпителиальные структуры этого органа и такие специфические его образования, как Гассалевы тельца. Нам представляется, что значение вилочковой железы как депо фосфорсодержащих нуклеиновых веществ, не должно игнорироваться. Этим соединениям придается особое значение, как важнейшим источникам энергии, необходимой для осуществления многих физиологических процессов, в том числе процессов синтеза белка, так как входящая в состав нуклеиновых кислот система адениловой кислоты это важнейший источник энергии.

В вилочковой железе необходимо учитывать как значение ее эпителиальных образований, так и роль лимфоцитов - важнейших источников фосфорсодержащих веществ. Необходимо учитывать роль огромного числа содержащихся в тимусе лимфоидных клеток - источников аденил-нуклеотидов.

При обсуждении вопроса о функции вилочковой железы важно учесть следующие факты, указывающие на способность продуктов данного органа изменять состояние холинэргических систем организма путём воздействия на активность холинэстеразы. При изучении тимуса исследователи находили в нем и другие весьма важные физиологически активные вещества, в том числе витамины.

Особенно ценными представляются наблюдения А. Сент-Дьердьи [2], открывшего в вилочковой железе флавоноиды-биокатализаторы, оказывающие на организм многогранное действие. Установлено, что

биофлавоноиды усиливают действие витамина С, подавляют образование и действие гистамина, угнетают активность гиалуронидазы, тормозят окисление адреналина, понижают проницаемость капилляров. Они образуют своеобразные комплексные соединения с цинком, которые давно обнаружены в этом органе. Флавоноиды содержатся в вилочковой железе в поразительно большом количестве - 0,1 мг в грамме ткани [2]. К сожалению, в литературе отсутствуют работы, развивающие взгляды А. Сент-Дьердьи на тимус.

Активность вилочковой железы у молодых животных и отсутствие выводного протока, дало повод многим ученым считать вилочковую железу эндокринным органом. В отечественных учебниках вилочковая железа до сих пор помещается в раздел, посвященный эндокринным железам. Имеются данные о чувствительности вилочковой железы к различным гормонам и ее связи с корой надпочечников.

Из приведенных данных следует, что основной функцией тимуса в настоящее время считают становление иммунологической реактивности организма, барьерная функция этого органа полностью отрицается. Накопленные литературные данные побуждают признать, что вилочковая железа выполняет весьма существенную роль, участвует в обмене нуклеиновых соединений, являющихся важнейшими стимуляторами роста и других физиологических процессов, в регуляции лимфопоэза, являясь первичным источником лимфатических структур в организме. Нарушения состояния тимуса вызывают тимико-лимфатическое состояние, а также приводят к миастении - мышечной слабости. В частности, было обнаружено, что тимэктомия вызывает в мышцах глубокие нарушения обмена веществ, уменьшает содержание кислото-растворимого фосфора [8], снижает включение в мышцы радиоактивного фосфора, уменьшает утилизацию сахара, синтез гликогена, ослабляет тканевое дыхание.

Данные литературы свидетельствуют, что исследования ученых, направленные на раскрытие значения вилочковой железы, шли в разных направлениях. Однако они не были объединены общей идеей. Поэтому, несмотря на большое количество работ, до сих пор все ещё не создано цельного и ясного представления о функциях тимуса. Литературные сведения относительно функций вилочковой железы весьма ограничены.

### **Литература**

1. Кацнельсон З. С. Гистологическое строение щитовидной железы и тимуса свиньи в поздний плодный и постнатальный периоды / З. С. Кацнельсон, Е. М. Ледеяева, В. П. Александрова // В кн.: Законы индивидуального развития сельскохозяйственных животных. - М.: Наука, 1964. - С. 289-294.
2. Сент-Дьердьи А. Перспективы применения биофлавоноидов // В кн.: Биофлавоноиды и проницаемость капилляров. - М.: Наука, 1957. - С. 155-160.



3. Haelst D. Light and electron microscopic study of the normal and pathological thymus of the rat. I. The normal thymus // *Z. Zellforsch.* 1967. - V. 77, N 4. – P. 534-553.
4. Hammar, J. A. Zur frage der thymusfunction / J.A. Hammar // *Arch. Mikrosk. Anat.* - 1927. - №9. – P. 49 -67.
5. Harris S., Harris T. Studies on the transfer of lymph node cells // *J. Immunol.* 1955. - V. 74, 4. – P. 318-328.
6. Kendall M.D. Avian thymus glands: a review // *Dev. Comp. Immunol.* 1980. – 4. – P. 191-210.
7. Lam S.H. Morphologic transformation of the thymus in developing zebrafish / S. H. Lam, H. L. Chua, Z. Gong, Z. Wen, T. J. Lam, Y. M. Sin // *Dev. Dyn.* 2002. – 225. – pp. 87-94.
8. Marshalle A.H., White R.G. The immunological reactivity of the thymus // *Brat. J. exptl. Pathol.* 1961. – 42, - pp. 379-385
9. Metcalf, D. The thymic origin of the plasma lymphocytosis stimulating factor // *Brit. J. Cancer.* 1956. – 10. – pp. 442-457.
10. Miller J.F., Dukor P. Die Biologic des Thymus // *Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt.* 1964. – pp. 1-112.
11. Osoba D. The functions of the thymus // *Canad. Med. Ass. J.* 1966. - Vol. 94. – P. 488-497.
12. Svet-Moldavsky G., Raffkina L. Thymus Lymphatic nodes interrelations following injection of adjuvant // *Nature.* 1963. - v. 97. – pp. 52-53.

## **ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИММУНИТЕТ РЫБ**

**Салмова Н. А., Журавлева Н. Г.** (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра биоэкологии)

The temperature factor is leading and determines the intensity of the innate immune system of fish, i.e. determines the occurrence, nature of the course and outcome of infectious and parasitic diseases. In response to exposure to low pH values of the water the body's immune system responds to depression of functional activity, the content of lymphocytes and antigen reactive leukocytes are reduced. If the water is oversaturated with dissolved gases then gazopuzyrkovaya disease develops.

Врожденный иммунитет, степень его напряженности определяются не только видовыми, возрастными и индивидуальными морфофизиологическими и биохимическими особенностями рыб, но и абиотическими факторами внешней среды, оказывающими существенное влияние на физиологическое состояние организма, определяющее исход взаимодействия макроорганизма с возбудителями инфекционных и инвазионных заболеваний [2].

*Температурный фактор* является ведущим фактором водной среды, определяющим напряженность врожденного иммунитета рыб, а, следовательно, и саму возможность возникновения, характер течения и исход инфекционного и в значительной мере инвазионного заболевания [2]. Температура воды регулирует физиологическое состояние патогенных микроорганизмов, их количество, влияет на восприимчивость рыб к возбудителю, на длительность инкубационного периода, выраженность заболевания и его исход. Для каждого вида и даже для каждой популяции рыб существует температурный интервал, при котором соотношение свободных клеточных элементов крови, активность фагоцитирующих клеток и лимфоцитов, титр агглютининов крови и продукция антител оптимальны. Например, численность Т-лимфоцитов зависит от температуры среды обитания [4]. Любое изменение температуры, выходящее за пределы этого интервала, приводит к вспышке заболеваний.

Многие вирусные заболевания лососевых возникают и развиваются при низких температурах воды. Так, например, радужная форель болеет геморрагической септициемией с осени до весны, но тяжелее в зимний период при температуре воды ниже +8°C, когда смертность достигает 80 % заболевших рыб.

Другое инфекционное заболевание карпа вирусной природы — воспаление плавательного пузыря - обычно развивается летом и продолжается зимой. Характерная особенность этого заболевания - длительный инкубационный период. Даже при летней температуре воды

(выше +15 °С) он длится 1,5-2,5 месяца, а при более низкой температуре увеличивается до 6-7 месяцев.

Иммунная система в ответ на воздействие низких значений *pH* воды реагирует депрессией функциональной активности, снижается содержание лимфоцитов, антигенреагирующих лейкоцитов в почках и селезёнке [3].

Следствием перенасыщения воды растворёнными газами (азотом, кислородом) является газопузырьковая болезнь.

В тимусе больных рыб наблюдаются значительные изменения со стороны лимфоцитов. Значительная часть лимфоцитов находится в состоянии дистрофии и разрушения. Распаду лимфоцитов предшествовали глубокие изменения их структуры. Лимфоциты набухали, их ядра несколько гипертрофировались. Ободок цитоплазмы становился более широким, окрашивался интенсивнее, чем обычно. В дальнейшем цитоплазма лимфоцитов исчезала. Ядра, освободившиеся от окружающей их цитоплазмы, теряли свойственную им структуру.

Ядра содержали палочковидные ядрышки. Изменившиеся таким образом ядра распадались на отдельные мелкие гипохромные глыбки, капли. Процесс гибели лимфоцитов охватывал в первую очередь элементы, расположенные в корковом слое тимуса. В корковом веществе отмечались участки с гипертрофированными набухшими синцитиально связанными клетками, между которыми отсутствовали лимфоциты. Корковый слой становился на препаратах светлым и разреженным.

В связи с освобождением этого отдела органа от расположенных в нем лимфоцитов представлялась отчетливо видимой эпителиальная основа тимуса. Количество лимфоцитов уменьшалось не только в корковом, но и в мозговом веществе. Часть лимфоцитов, по-видимому, уходит в кровеносные сосуды. Однако полного освобождения тимуса от лимфоцитов не обнаружено. Подобные значительные изменения структуры тимуса характерны как для больной, но живой, так и погибшей от болезни молоди семги.

Наряду с дистрофическими процессами наблюдались и явления некроза. Иногда образование очагов некроза приводило к изъязвлению клеток периферического отдела тимуса. В клетках синцития и некоторых лимфоцитах, расположенных в местах со слабо выраженным некрозом клеточных элементов, выявлен митоз и амитоз (рис. 1а). В центрах размножения были видны более крупные клетки, с полиморфноядерными ядрами и резко базофильной цитоплазмой в сравнении с клетками тимуса здоровых рыб. Это обусловлено повышенным содержанием РНК в цитоплазме клеток.

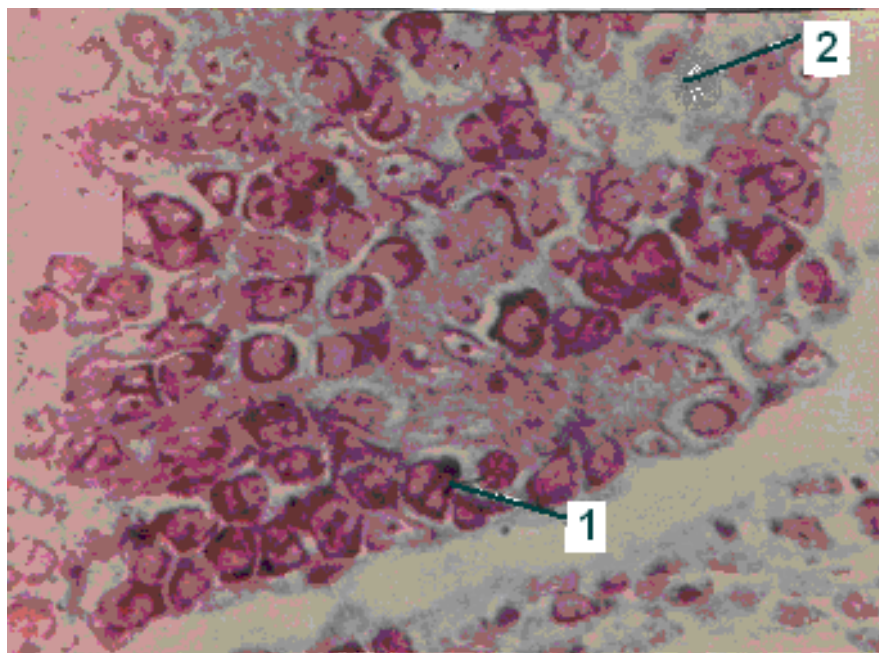


Рис.1а. Поперечный срез тимуса годовика семги [1]. Увеличение 1000х. 1 - амитоз клеток; 2 - участок некроза.

Обнаруженные в тимусе нарушения соотношения между эпителием и лимфоцитами сопровождаются функциональными изменениями этого органа, что оказывает влияние на уровень физиологической устойчивости рыб. Выявленная при газовой болезни высокая реактивность тимуса, а именно разрушение и последующее восстановление тимоцитов, сочетающееся с устойчивостью эпителиальных элементов к регенерации, может рассматриваться как своеобразное выражение её секреторной активности (рис. 1б) [1].

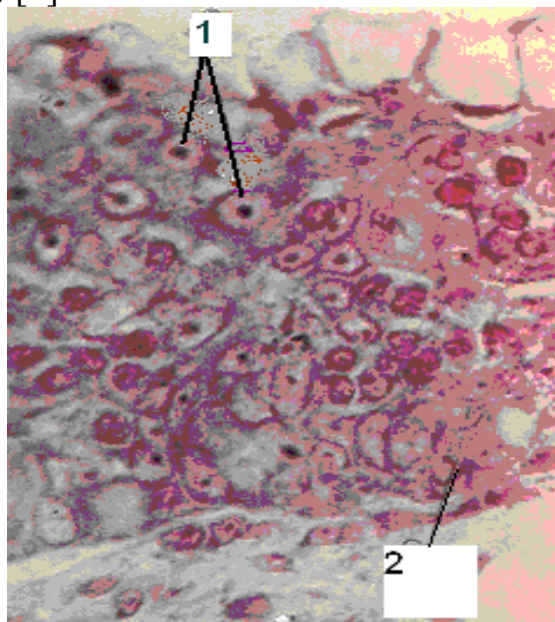


Рис. 1б. Поперечный срез тимуса годовика семги [1]. Увеличение 1000х. 1 - участок с дегенеративно измененными клеткам; 2 - участки тимуса лишенные лимфоцитов

Техногенные воздействия на среду обитания, вызывают подавление врожденных и приобретенных механизмов иммунитета обитателей водных сред. Пестициды и инсектициды, вызывают снижение в головной почке и селезенке количества макрофагов, гранулоцитов и лимфоцитов, ослабление фагоцитарной активности нейтрофилов и макрофагов и уменьшение титра агглютининов и лизоцима в крови.

#### **Литература**

1. Белова А.В. Морфология тимуса на некоторых стадиях онтогенеза семги. - М.: Докл. АН СССР, 1971. - Т. 197. - № 5. - С. 138-144.
2. Лукьяненко В.И. Иммунобиология рыб. - М.: Пищевая промышленность, 1971. - С. 250-328.
3. Микряков В.Р., Силкина Н.И. Реакция иммунной системы рыб на воздействие некоторых абиотических факторов среды // Профилактическое лечение и диагностика инфекционных болезней рыб / Всес. совещ. 5 симп. по инф. болезням рыб. - М.: 1986. – С. 66-67.
4. Schneider B., Ambrosius H. The influence of environmental temperature on the lymphocyte populations in carp (*Cyprinus carpio* L.) // Biomed. biochim. Acta. - 1987. - № 1. - P. 135 – 141. Haelst D. Light and electron microscopic study of the normal and pathological thymus of the rat. I. The normal thymus // Z. Zellforsch. 1967. - V. 77, N 4. – P. 534-553.

**ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА СОСТОЯНИЕ ПРИДОРОЖНЫХ ПОСАДОК ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ЧЕРТЕ Г. СЕВЕРОМОРСКА**

*Вагнер Н. С., Пахомова Н. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии)*

The present paper covers the investigation of the environment, depending on the traffic of vehicles in different areas of Severomorsk. It was found that traffic ranges from 9 pcs. / hour to 795 pcs. / Hour. The level of air pollution by carbon monoxide on the main streets exceeds the MPC (maximum permissible concentration) in 1.5 - 3 times. As a result, tree vegetation along the Murmansk highway has suppressed condition.

Человек давно стал мощнейшей силой, преобразовывающей естественное пространство вокруг себя. На это указывал ещё В.И.Вернадский, утверждая, что человек становится геологической силой, способной изменить лик Земли.

Отрицательные последствия хозяйственной деятельности человека проявляются не столько в изменении структуры поверхности (хотя и это немаловажно), сколько в нарушении практически всех биохимических циклов. Выбрасываемые миллионами тонн и кубометров твёрдые отходы и газы вносят в природную среду элементы либо неестественные для неё, либо естественные, но в таких концентрациях, что эффект такой же как у первых.

Среди основных источников антропогенного загрязнения можно выделить основные четыре: автотранспорт, промышленность, ТЭЦ и коммунальное хозяйство. На долю автотранспорта и промышленности приходится наиболее существенный вклад. Токсичность выбрасываемых соединений различна и увеличивается в ряду основных ингредиентов: окислы углерода, окислы азота, окислы серы, тяжёлые металлы [4].

В развитых странах основным источником загрязнения атмосферы является автотранспорт, парк которого непрерывно растёт [1]. Если в 1990 г. на планете насчитывалось около 6 тыс. автомобилей, то к началу XXI в. численность мирового парка автомашин достигла 500 млн. единиц. Вклад автотранспорта в загрязнение атмосферы составляет 60-90%. В России это около 22 млн. т в год. Данная проблема является глобальной.

В городах воздух насыщен газообразными соединениями (сернистый газ, оксиды азота, угарный газ, соединения фтора и хлора, углеводороды, пары кислот и токсичных органических соединений), а также твёрдыми поллютантами, содержащими соединения тяжёлых металлов. Данные соединения оказывают негативное влияние на развитие и метаболизм разных групп организмов, в том числе и на растения [5]. У лиственных пород сокращаются размеры и количество листьев, образуется ксероморфная структура.

К токсичным относят следующие компоненты выхлопных газов: угарный газ, оксиды азота, углеводороды. Кроме того, некоторые виды топлива содержат серу, что обуславливает содержание в выхлопных газах диоксида серы.

Целью настоящей работы было – дать качественную и количественную оценку степени загрязнения атмосферы выхлопными газами автомобилей города, провести сравнительный анализ состояния придорожных посадок древесных растений, растущих в центре города, и в относительно чистых зонах (парк г. Североморска).

В соответствии с этой целью были поставлены следующие задачи:

1. Оценить транспортную нагрузку в пределах изучаемых точек пробоотбора и объем поступающих в результате работы автотранспорта загрязнителей;
2. Провести флористическое изучение древесных сообществ придорожных территорий в районах исследования;
3. Определить экологическое состояние древостоя придорожных территорий.

Материалы и методы

Исследование проведено в период с июля по сентябрь 2012 г в различных точках г. Североморска Мурманской области. Материал для исследования был собран на придорожных территориях г. Североморска, отличающихся друг от друга по уровню автотранспортной нагрузки на прилегающих дорогах. Контрольные образцы растений были собраны в парке г. Североморска (контроль). Уровень антропогенной нагрузки в контрольной точке минимален, что связано с отсутствием вблизи парка автодорог. Площадка 1 – ул. Советская; площадка 2 – ул. Сев. Застава; площадка 3 – Мурманское шоссе.

При исследовании были использованы следующие методики:

- определения загруженности улиц автотранспортом; определения уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта на участке магистральной улицы.

Существуют два основных метода биоиндикации: пассивный и активный [2]. В первом случае исследуют видимые или незаметные повреждения и отклонения от нормы, являющиеся признаками неблагоприятного воздействия, во втором – используют ответную реакцию наиболее чувствительных к данному фактору организмов (биотестирование).

Оценка транспортной нагрузки на придорожные территории

В рамках проводимого исследования была определена антропогенная нагрузка на придорожные территории, осуществляемая в результате работы различных видов транспорта (табл. 1).

Анализ данных таблицы показывает, что исследованные придорожные территории отличаются по уровню транспортной нагрузки.

В целом для всех точек пробоотбора были отмечены 4 вида транспорта (легковые, грузовые бензиновые и дизельные автомобили и автобусы), различающиеся по нормам расхода топлива, объёмам выбрасываемых загрязнителей. Среди видов транспорта наиболее представленными являются легковые бензиновые автомобили (55-75% от общей нагрузки), наименее – автобусы (<1%).

Таблица 1  
Концентрация выбросов окиси углерода на исследуемых площадках в зависимости от типа автомобилей

К <sub>СО</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Площадка 1	Площадка 2	Площадка 3
легковые	1,757	2,368	10,891
грузовые бензиновые	1,347	0,807	2,200
автобусы	1,152	0,754	1,188
грузовые дизельные	1,083	0,721	1,160
Общая	5,339	4,650	15,439

Проведённое исследование позволило выявить территорию (Мурманское шоссе), транспортная нагрузка на придорожную зону которой максимальна (795 шт./час, что 3-4 раза выше, чем для остальных точек). Это связано с тем, что автодорога Мурманское шоссе располагается по направлению к областному городу (Мурманск) и отличается большой загруженностью. Большой автотранспортной нагрузкой характеризуется 2 площадка по ул. Сев. Застава, расположенная близко к главному транспортному узлу города, который является основным для маршрутного и автомобильного транспорта (212 шт./час). Площадка 1 по ул. Советская, имеет меньшую транспортную нагрузку (108 шт./час). Это обусловлено тем, что данная улица не является центральной. Не подверженной автотранспортной нагрузкой (0 шт./час) отличается контрольная площадка пробоотбора (парк г. Североморска), что связано с ее удалённостью от крупных автодорог.

Результаты расчетов показали, что на территории 2-ой и 3-ей площадок пробоотбора придорожные территории обогащаются максимальным объёмом загрязнителей за счёт эмиссии выхлопных газов. В частности, в атмосферу придорожных территорий г. Североморска поступает на 28-95% большее количество газов, чем в других точках. В тоже время минимальным объёмом характеризуется контрольная площадка пробоотбора (парк г. Североморска).

#### ***Оценка древесных растений придорожных территорий***

Как говорилось выше, наибольшей автотранспортной нагрузкой и средним уровнем загрязнения характеризуются 2-ая и 3-я площадки. В связи с этим придорожные территории именно этих точек характеризуются максимальным объёмом поступающих газопылевых выбросов, оседающих на поверхности листы деревьев [3]. Анализ данных позволяет заключить, что в условиях придорожных зон, отличающихся повышенным



уровнем автотранспортной нагрузки, количество аккумулированных листовыми пластинками древесных растений поллютантов превосходит таковое в 1,5-6,5 раз по сравнению с контролем .

#### ***Экологическое состояние древостоя придорожных территорий***

В качестве интегрального показателя устойчивости древесных растений в условиях придорожной зоны наиболее целесообразно использовать оценку жизненного состояния древостоя (виталитет). Проведённое исследование показало, что жизненность изученных древесных растений колеблется в пределах 1-3 баллов. Выявлена сильно ослабленная жизненность у растений, произрастающих в пределах 3-ей площадки, отличающейся максимальным объёмом поступающих загрязнителей, превышающем таковое на 28-95% в других точках.

Древесные растения других площадок характеризуются как «здоровые» или «ослабленные» в зависимости от точки пробоотбора и, соответственно уровня загрязнения.

#### ***Заключение***

В результате проведенного исследования установлено:

- - автотранспортная нагрузка на придорожные территории изученных точек пробоотбора колеблется от 9 шт./час (ул. Советская) до 795 шт./час (Мурманское шоссе);
- - уровень загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода на магистральных улицах превышает ПДК в 1,5 - 3 раза;
- - придорожные территории Мурманского шоссе обогащаются максимальным объёмом эмиссии газопылевых выбросов в результате работы автотранспорта, превышающим таковое в других точках на 28-95%;
- - уровень загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода на улицах с меньшей интенсивностью движения в 2-3 раза ниже, чем на магистральных участках, но превышает ПДК до 1,5 раз;
- - анализ древостоя придорожных территорий показал, что жизненности различается в зависимости от автотранспортной нагрузки и, следовательно, от загрязнённости атмосферы исследуемых площадок, наибольшее значение выявлено для 3-ей площадки. Среди основных повреждений можно выделить некротические и хлоротические изменения листьев, суховершинность и ажурность кроны, появление сухих ветвей в кроне.

#### ***Литература***

1. Автомобильные дороги в экологических системах (проблемы взаимодействия) / Д.Н. Кавтарадзе, Л.Ф. Николаева, Е.Б. Поршнева, Н.Б. Флорова. - М.: ЧеРо, 1999. - 240 с.
2. Голополосова, Т.В. Биоиндикация как метод определения степени загрязнения окружающей природной среды / Т.В. Голополосова, В.Н. Савинова, В.К. Глушанков, Н.С. Ситникова // Реактив-2000. Тезисы

докладов XIII Международной научно-технической конференции – 2000. – Вып. 3. – С. 207-211.

3. Ефимов, М.Ф. Влияние пыли на рост растений / М.Ф. Ефимов // Ботан. журн. - 1959. - Т. 44 - № 6. – С. 822-824.

4. Евгеньев И.Е., Каримов Б.Б. Автомобильные дороги в окружающей среде. - М.: Трансдорнаука, 1997. - 285 с.

5. Загрязнители воздуха и жизнь растений // пер. с англ. М. Трешоу, О.К. Тейлор и др. – Л., 1988. – 535 с.

## ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА МАГНИТНО-ТВЕРДЫХ ФЕРРИТОВ ИЗ ГАЛЬВАНОШЛАМОВ

Шевелев А. В., Соколова Н. А., Макаров. В. М. (г. Ярославль, ЯГТУ, кафедра охраны труда и природы)

*The article presents studies of factors contributing to the the synthesis of magnetically hard ferrites of electroplating sludge of different composition and BaCO<sub>3</sub> - waste regeneration of electrolytes alkaline batteries.*

Для исследования был выбран ряд гальваношламов (ГШ), образующихся при электрокоагуляционной очистки сточных вод с характерным составом, приведенным в таблице 1. В них гидроксид железа является основным компонентом.

Таблица 1 – Химический состав гальваношламов

Наименование показателей	1	2	3	4	5
Железо в пересчете на Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	40,9	50,3	76,0	56,4	51,7
Никель (Ni <sup>2+</sup> ), %	0,04	2,4	0,89	0,03	0,2
Медь (Cu <sup>2+</sup> ), %	0,14	0,52	0,05	0,33	0,47
Хром (Cr <sup>3+</sup> ), %	3,8	3,0	4,2	1,7	1,9
Цинк (Zn <sup>2+</sup> ), %	7,5	7,3	0,2	0,9	7,8
Кальций в пересчете на CaO, %	-	2,0	-	2,9	3,0

Из ГШ №1 (таблица 1) синтез проходил следующим образом: высушенный ГШ смешан (в соотношении BaO : Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1:6 (мольн.)) в течении 5 минут в лабораторном гомогенизаторе с порошкообразным BaCO<sub>3</sub>, и с порошком BaO.

Было изучено влияние степени агрегирования частиц исходных компонентов на магнитные характеристики получаемых ферритовых материалов. ГШ №2 и BaCO<sub>3</sub> смешивали в виде суспензии, в порошке просеянном через сито со стороной ячейки 75 мкм. Как видно из таблицы – 2 при смешении исходных материалов в виде суспензии, магнитные характеристики синтезированных ферритов существенно выше, чем в случае применения порошкового способа смешения.

Таблица 2 – Магнитные характеристики образцов, полученных при различных технологиях смешения.

Метод приготовления	Магнитные характеристики	Температура прокаливания, °С	
		1000	1100
Смешение компонентов в порошкообразном состоянии	Коэрцитивная сила $H_c$ , кА/м	10,19	13
	Остаточная намагниченность $B_r$ , Тл	0,013	0,08
Смешение компонентов в суспензии	Коэрцитивная сила $H_c$ , кА/м	19,4	27,2
	Остаточная намагниченность $B_r$ , Тл	0,067	0,22

Сравнивали свойства МТМ, полученных из ГШ - 4 при различных температурах прокаливания (900 – 1200°С с интервалом 50°С) и температура 1100°С была выбрана как оптимальная для дальнейшего синтеза ферритов бария.

Было изучено Влияние концентрации ВаО в шихте на магнитные свойства получаемых ферритов бария из ГШ № 4. Содержание ВаО в шихте меньше 5 и больше 10 % по массе приводит к значительному ухудшению магнитных свойств. Оптимальным является интервал концентраций ВаО в шихте равный 5-6 % по массе. Таким образом, несмотря на возможные конкурирующие процессы, происходящие в ГШ при термообработке, реакции соединений железа с барийсодержащим компонентом протекают с образованием гексаферрита бария при соотношении ВаО : Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1 : 5,5 (% по массе).

В случае синтеза МТМ с использованием ГШ № 3 исходные компоненты смешивались в указанном соотношении в виде суспензии при перемешивании в лабораторном гомогенизаторе в течение 5 мин. Затем композиция высушивалась и подвергалась сначала предварительному прокаливанию в муфельной печи при температуре 800°С в течение 1 часа, затем при температуре 1200°С. Для определения оптимального времени прокаливания была снята кинетика процесса ферритизации.

Таблица 4 – Влияние времени прокаливания при 1200 °С на магнитные характеристики

Магнитные характеристики и	Время прокаливания образцов, час.				
	4	10	15	20	25
$H_c$ , кА/м	188	219	159	135	75
$B_r$ , Тл	0,159	0,17	0,08	0,05	0,07
$(BH)_{max}$	22,74	37,23	12,7	6,75	5,29

Наилучшими магнитными показателями обладает образец МТМ, полученный при прокаливании в течение 10 часов.

Следует отметить, что наилучшие магнитные свойства имеют МТМ, полученные с использованием ГШ с наибольшим процентным содержанием железа в пересчете на  $Fe_2O_3$ . Состав полученных образцов МТМ определяли методом пламенной спектрофотометрии на приборе ASS-3 фирмы Карл Цейс Йена. Результаты анализа:  $Fe_2O_3$  - 80 %,  $BaO$  - 12 %,  $Cr_2O_3$  - 6,33 %,  $NiO$  - 1,13 %,  $ZnO$  - 0,22 %,  $CuO$  - 0,06 %.

Магнитные характеристики МТМ, модифицированных солями марганца и кобальта, представлены в таблице 5 ГШ № 1 был выбран в качестве объекта исследования, поскольку МТМ на его основе имели самые низкие показатели.

Таблица 5 - Магнитные характеристики МТМ, модифицированных солями марганца и кобальта

МТМ	$H_c$ , кА/м	$B_r$ , Тл
1. Реактивные (X4) $Fe_2O_3 + BaCO_3$ (без модификаторов)	360	0,15
-----«-----«----- + $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ -	395	0,15
0,2 %		
0,5 %	398	0,16
0,8 %	460	0,17
1,0 %	400	0,16
1,2 %	390	0,15
----- «----- «----- + $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ -	460	0,17
0,05 %		
0,08 %	420	0,16
0,10 %	440	0,16
0,12 %	460	0,17
0,15 %	400	0,16
2. ГШ № 1 + $BaCO_3$ (без модификаторов)	14	0,032
-----«-----«----- + $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ -	15	0,032
0,2 %		
0,5 %	15	0,032
0,8 %	16	0,038
1,0 %	15	0,032
1,2 %	15	0,032
-----«-----«----- + $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ -	15	0,034
0,05 %		
0,08 %	15	0,034
0,10 %	15	0,034
0,12 %	16	0,042
0,15 %	15	0,034

Как видно из данных таблицы 5, наблюдается значительный эффект модификации для ферритов бария, полученных с использованием чистых реактивов. А для МТМ, полученных из ГШ № 1 он незначителен. По-видимому, это объясняется тем, что присутствующие в ГШ нежелезосодержащие примеси образуют ферриты более активно, чем ВаО и модифицирующие добавки.

Значения магнитных свойств ферритов бария (МТМ), синтезированных с использованием гальваношламов (ГШ № 1-5), колеблются в определенных пределах, причем самые высокие значения - у ферритов бария из ГШ № 3 с наибольшим содержанием соединений железа, а наименьшее - у феррита бария из ГШ № 1.

Для того, чтобы определить характер зависимости магнитных характеристик получаемых МТМ от количества железосодержащего компонента (в пересчете на  $Fe_2O_3$ ), были получены образцы МТМ при одинаковых параметрах процесса синтеза, а именно: смешение в суспензии в соотношении ВаО :  $Fe_2O_3 = 1 : 5,5$  (% по массе); барийсодержащее сырье - ВаСО<sub>3</sub> реактив (Х4); сушка шихты и ее предварительное прокаливание при 800°С 1 час, окончательный обжиг - при температуре 1100°С в течение 4 часов.

Магнитные свойства полученных МТМ представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Магнитные свойства МТМ

$C_{Fe}$ , %	Исходное сырье	$H_c$ , кА/м	$B_r$ , Тл
40,9	Г Ш № 1	12	0,050
50,3	Г Ш № 2	49,5	0,080
51,7	ГШ № 5	82	0,093
56,4	ГШ № 4	115	0,107
76,0	Г Ш № 3	188	0,160
85,8	ЭК*	250	0,170
100	$Fe_2O_3$ **	370	0,200

\* - электрогенерированный коагулянт

\*\* - реактив

Как видно из данных таблицы 6 при содержании  $Fe_2O_3$  в исходном железосодержащем сырье менее 55 % ферриты имеют низкие показатели. Поэтому в дальнейшем для синтеза магнитно-твердых ферритов рекомендуется применять гальваношлам с содержанием  $Fe_2O_3$  не менее 55 %, образующийся при электрокоагуляционной очистке сточных вод гальванических цехов и электроразмерной обработки стальных дверей.

Таким образом, в ходе работы определены оптимальные параметры процесса получения МТМ на основе гальваношламов:

1. содержание  $Fe_2O_3$  в ГШ - не менее 55 %
2. смешение в соотношении ВаО :  $Fe_2O_3 = 1 : 5,5$  (% по массе) в суспензии

3. барий-содержащее сырье -  $\text{BaCO}_3$  (реактив или отход регенерации щелочных электролитов аккумуляторных батарей)

4. Температура синтеза -  $1100^\circ\text{C}$ .

5. Время синтеза - 4 часа.

Следует подчеркнуть, что в результате высокотемпературного взаимодействия ГШ с  $\text{BaCO}_3$  образуются магнитно-твердые ферриты, а ионы тяжелых металлов, входящих в состав исходных ГШ, внедряются в их кристаллическую решетку. В связи с этим при попадании использованных МТМ в окружающую среду токсическое действие и класс опасности ТМ будут снижены по сравнению с исходными гидроксидами на один класс. Это приведет к снижению ущерба окружающей среде от ТМ, а использование полученных МТМ - к экономии исчерпаемых природных ресурсов.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОЛЯНОКИСЛОТНОМУ РАЗЛОЖЕНИЮ НЕФЕЛИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА

**Шуляк Д. В., Майоров Д. В., Кондратенко Т. В.** (г. Апатиты, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра Российской академии наук)

The paper discusses the effect of decomposition parameters of nepheline concentrate with hydrochloric acid, including HCl concentration, temperature and time of decomposition, the presence of amorphous silica as a primer, on filtration rate of the resulting pulp.

Одним из самых распространённых реагентов, используемых в процессах водоочистки, являются соли алюминия, способные гидролизироваться в воде с образованием хлопьевидных гидроксидов, которые увлекают с собой более 95% содержащихся в воде механических примесей и бактерий. Наиболее часто в качестве коагулянта для очистки воды используют сульфат алюминия, подавляющую часть которого в России получают из дорогостоящего гидроксида алюминия, производимого на глинозёмных заводах. За рубежом значительное его количество получают на основе кислотного разложения природного алюминийсодержащего сырья – глин, каолинов, бокситов. В нашей стране весьма перспективным источником получения солей алюминия является алюмосиликатный минерал – нефелин, громадные запасы которого расположены на Кольском полуострове. Однако, если серно- и азотнокислотное разложение нефелина изучено достаточно подробно [1, 2], то данные по его солянокислотной переработке в литературе ограничены. Учитывая то, что при солянокислотном разложении нефелинового концентрата (НК) конечным продуктом является хлорид алюминия, который может быть использован как непосредственно в качестве коагулянта, так и переработан известными способами [3] с получением высокоэффективного коагулянта - основного хлорида алюминия, имеющего ряд преимуществ перед традиционно применяемым сульфатом алюминия в процессах очистки воды [4], несомненный интерес представляет разработка технологии получения хлорида алюминия на основе солянокислотной переработки НК.

Как известно, в кислотных технологиях переработки НК одним из ключевых вопросов является нахождение оптимальных условий разложения НК с получением хорошо фильтруемых пульп, позволяющих отделить кремнеземсодержащий остаток от алюминийсодержащих растворов. В связи с этим целью работы являлось изучение процесса солянокислотного разложения нефелина для определения влияний параметров разложения НК (концентрация HCl, температура разложения и



пр.) на скорость процесса разделения получаемых пульп и извлечение компонентов нефелинового концентрата в раствор.

В результате исследований, проведенных ранее в Институте химии КНЦ РАН [5], установлено, что одним из важнейших факторов, определяющих структуру и форму образующихся при кислотной обработке кремнеземсодержащих осадков, является режим разложения нефелина, в частности, временной и температурный фактор.

Работы проводились с нефелиновым концентратом состава, масс. %:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 28.59;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 12.64;  $\text{K}_2\text{O}$  – 7.45;  $\text{FeO}$  – 3.43;  $\text{SiO}_2$  – 43.35; прочие – 4.54.

Методика экспериментов заключалась в следующем: 100 г нефелинового концентрата равными порциями в течение определенного времени при перемешивании загружали в термостатированную трехгорлую колбу с расчетным количеством раствора соляной кислоты определенной концентрации, в который предварительно добавляли «затравку» аморфного кремнезема. В качестве затравки использовался высушенный кремнеземсодержащий остаток от предыдущих опытов. По завершении загрузки пульпу дополнительно, для завершения процесса осаждения  $\text{SiO}_2$  из раствора, перемешивали в течение 1 часа, после чего отделяли на вакуум-филт্রে солянокислый раствор от кислотонерастворимого остатка, который промывали водой до отсутствия в промводах  $\text{Cl}^-$ -иона (по  $\text{AgNO}_3$ ). В процессе фильтрации и промывки измеряли продолжительность фильтрации и объемы раствора и промвод, которые анализировались на содержание в них  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ;  $\text{HCl}_{\text{общ}}$  и  $\text{HCl}_{\text{своб}}$ .

Скорость фильтрации рассчитывали по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{V_{\phi} \cdot 3600}{\tau_{\phi} \cdot F_{\phi}},$$

где  $V_{\phi}$  – объем фильтрата,  $\text{м}^3$ ;  $\tau_{\phi}$  – время фильтрации, с;  $F_{\phi}$  – площадь фильтра,  $\text{м}^2$ .

В процессе экспериментов варьировали продолжительность загрузки нефелинового концентрата в соляную кислоту от 2-х до 4-х часов, температуру разложения от  $\sim 72.5$  до  $\sim 92.5^{\circ}\text{C}$ , концентрацию  $\text{HCl}$  от 20 до 30%, количество затравки изменяли от 0 до 10 г/100 г нефелинового концентрата.

Полученные данные показали, что при продолжительности загрузки НК в кислоту 2 часа и использовании  $\text{HCl}$  концентрацией менее 20% с температурой  $72.5^{\circ}\text{C}$  получают плохо фильтрующиеся осадки (скорость фильтрации составляет менее  $0.2 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{час})$ ). При увеличении концентрации кислоты до 25% и температуры разложения до  $92.5^{\circ}\text{C}$  скорость фильтрации возрастает, достигая  $0,8 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{час})$ . Вместе с этим наблюдается преобладающее влияние температуры солянокислотного разложения на скорость фильтрации получаемых пульп. Так, повышение

ее с 72.5 до 92.5°C приводит практически к 3-х кратному увеличению скорости фильтрации, тогда как повышение концентрации кислоты с 20 до 25% оказывает не столь заметное действие, приводя к 10-15%-ному увеличению скорости фильтрации.

Увеличение времени загрузки НК в кислоту до 4-х часов приводит практически к 2-кратному повышению скорости фильтрации по сравнению с опытами, проведенными в аналогичных условиях при времени загрузки 2 часа.

Установлено, что увеличение концентрации HCl свыше 25% приводит к резкому снижению скорости фильтрации, обусловленному, видимо, получением насыщенных солевых растворов, приводящее к кристаллизации из них при фильтрации солей, забивающих поры фильтроткани и твердого остатка. Это подтверждается тем, что разбавление получаемых пульп перед фильтрацией до 25-26%-ной концентрации по HCl (в пересчете на начальную концентрацию), приводит к повышению скорости фильтрации. Так, проведение процесса разложения при температуре 92.5°C и использовании 30% HCl с предварительным разбавлением пульпы до 25% по HCl перед фильтрацией, позволяет увеличить скорость разделения пульпы до 0.9 и 1.9 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·час) при загрузке НК 2 и 4 часа соответственно.

Присутствие «затравки» аморфного кремнезема так же оказывает положительное влияние на скорость фильтрации получаемых пульп. Так, введение ее в количестве 10 % от массы НК приводит к увеличению скорости фильтрации в 1.3-1.4 раза во всех интервалах изменений исследованных параметров. Однако дальнейшее повышение ее количества практически не оказывает влияния на фильтруемость солянокислых пульп, что, вероятно, можно объяснить увеличением толщины слоя осадка на фильтре.

На основании полученных данных выбраны условия разложения, при которых достигается наиболее высокая скорость фильтрования и наименьшая влажность фильтр-остатков:

- концентрация кислоты на стадии разложения - 28-30%;
- концентрация пульпы перед фильтрацией (по HCl) - 25-26%;
- температура - 85-95°C
- продолжительность загрузки - 3.0-3.5 часа;
- дополнительное перемешивание - 0.5-1 час;
- расход "затравки" - 10-12% (от массы нефелина).

Скорость фильтрации в этих условиях составляет 1.6-2.0 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·час. Извлечение компонентов из нефелинового концентрата в раствор, %: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 89-93; Na<sub>2</sub>O – 97-98,5; K<sub>2</sub>O – 77-82; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 47-70. Состав продукционных растворов, г/л: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 80-85; Na<sub>2</sub>O – 42-45; K<sub>2</sub>O – 19-21; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 3,7-4,2. Влажность кремнеземсодержащих остатков 49-53%.

## Литература

1. Лайнер Ю.А. Комплексная переработка алюминийсодержащего сырья кислотными способами. М.: Наука, 1982. 208 с.
2. В.И.Захаров, В.А.Матвеев, Д.В.Майоров, А.Р.Алишкин. Комплексная переработка нефелинсодержащего сырья кислотными методами / Материалы IV Международной конференции "Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов". Архангельск. 6-10 июня 2010 г. - Архангельск. Изд. ГОУ ВПО "Архангельский гос.техн.университет". 2010. С. 183-186.
3. Образцов В.В., Запольский А.К. Способы получения основных хлоридов алюминия //Химия и технология воды. – 1984. - Т. 6, № 3.-С. 261-267.
4. Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами / Е.Д. Бабенков. – М.: Наука, 1977. – 347 с.
5. Захаров В.И., Калинин В.Т., Матвеев В.А., Майоров Д.В. Химико-технологические основы и разработка новых направлений комплексной переработки и использования щелочных алюмосиликатов. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1995. -182 с.

**BALLAN WRASSE КАК ВАЖНЫЙ ВИД ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ МОРСКИХ ХОЛОДНОВОДНЫХ ВИДОВ**

**Щепак Л. В., Журавлева Н. Г., Oddvar Ottesen** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии)

Pesticide, used for regular treatments of salmon against sea lice infestations, can cause stress to the salmon and reduce growth. 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.

Большое значение для современной аквакультуры имеет искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей. В Норвегии, Швеции, Дании и Финляндии в морских водах ежегодно выращивают более 30 тыс. т товарной форели и семги. На данный момент, расширены знания в области биологических основ морской аквакультуры, разработаны научные принципы высокоэффективного управляемого лососевого хозяйства. В ряде случаев искусственное рыборазведение почти полностью заменило естественное размножение многих видов рыб, среди которых можно назвать и лососевых.

Аквакультура сейчас является одной из самых быстрорастущих отраслей пищевого производства в мире, большая часть продукции которой в настоящее время выпускается в развивающихся странах, где, согласно ожиданиям, аквакультура и далее будет способствовать обеспечению населения продовольствием. Однако текущие усилия, направленные на будущий успех аквакультуры как в развивающихся, так и в развитых странах, требуют, чтобы потенциальные социальные и экологические проблемы решались надлежащим образом, с целью обеспечения устойчивого развития аквакультуры.

Итак, в лососевой марикультуре существует проблемы заражения лосося паразитами, одним из которых является морская вошь (*Lepeophtheirus salmonis*) – эктопаразит, который использует лосося в качестве хозяина, а высокая плотности посадки лососей в садках благоприятствует размножению паразитов.

Существующие средства контроля лососевой вши можно грубо разделить на биологические методы, т.е. использование губанов (*Labrus bergylta*, *Crenilabrus melops*, *Ctenolabrus rupestris*, *Centrolabrus exoletus*), химические препараты. Меры по уменьшению зараженности выращиваемых лососей могут помочь снизить инфекционный прессинг на дикие стада лососевых рыб. Химических методов борьбы успешно

используются, однако, уже серьезная проблема морских вшей усугубляется тем, что паразит стал устойчивым к химическим методам лечения [1].

Норвежские специалисты в области аквакультуры предложили альтернативу химическим методам борьбы с «проблемой морской вши» - использование рыбы чистильщика вида *Ballan wrasse* - естественного охотника на паразита. Совместное разведение *Ballan wrasse* вместе с лососем спасает лосося от морской вши, *Ballan wrasse* съедает микроорганизмы прямо с чешуи лосося [2].

Основным препятствием в масштабном использовании *Ballan wrasse* для аквакультуры, является ограниченность их популяции в дикой природе, которая уменьшается по мере вылова [3-6]. Таким образом, успешное использование экологически чистых мер (использование *Ballan wrasse*), а не химических средств для борьбы с вшами море влечет за собой еще одну задачу: обеспечение достаточного количества чистильщика для лососевой марикультуры. А для этого требуется наладить их искусственное воспроизводство. Успешное выполнение этой задачи влечет за собой необходимость изучения биологии и экологии, эмбрионального развития этого вида рыбы чистильщика *Labrus bergylta* (*Ballan wrasse*), что не было изучено прежде.

Отличительные признаки *Labrus bergylta*. Наиболее крупный из губанов, обитающих в Европе. Тело высокое, рыло заостренное, но не вытянутое, рот маленький, не достигает глаза. Чешуя довольно мелкая: на боковой линии 41-47 чешуек размером со зрачок [7]. Задний край предкрышечной кости гладкий. Спинной плавник несет 19-20 колючих лучей [3] [8] (рис.1). Цвет окраса изменчив. Общий тон обычно зеленоватый или зелено-коричневый, иногда красноватый; нижняя часть туловища и плавники с белым крапом; чешуя с темной каемкой [3]. Максимальная длина 60 см, масса 3,5 кг.

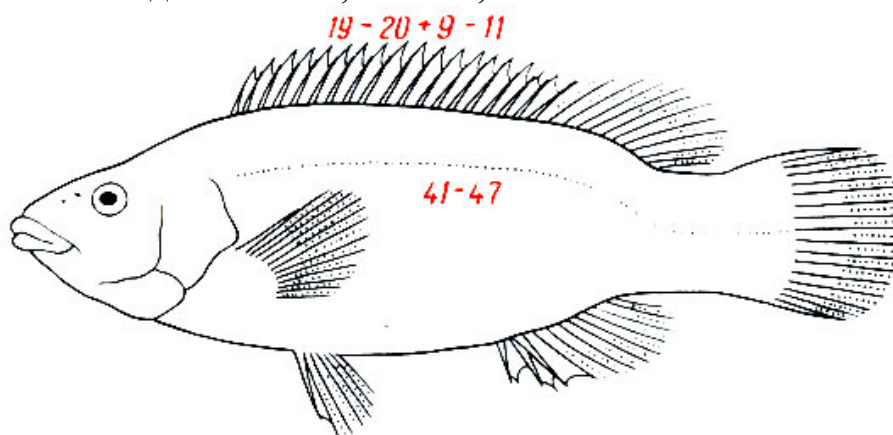


Рис. 1. *Labrus bergylta* - радужный губан

Этот вид наиболее многочисленный из губановых в Северо-Восточной Атлантике (рис.2). Обитает у скал и рифов на глубинах от 2-3

до 20 м [9]. Молодь можно часто обнаружить в береговых заводях, среди камней, где много водорослей. Взрослые особи обычно держатся обособленно или небольшими стаями [10]. Радужный губан потребляет в большом количестве моллюсков, особенно мидий, а также многие виды ракообразных, особенно мелких крабов. Как и другие губаны, он строит гнездо из тонких водорослей, закладывая их в расщелины, куда летом самки откладывают икру. Выклюнувшиеся личинки некоторое время ведут пелагический образ жизни в прибрежном мелководье [8].



Рис. 2. Распространение радужного губана *Labrus bergylta* ( Ballan wrasse)

Литература:

1. Sea Lice and Salmon: Elevating the dialogue on the farmed-wild salmon story. 2004; Available from: [www.watershed-watch.org](http://www.watershed-watch.org).
2. Gracia-López, V., M. Kiewek-Martínez, and M. Maldonado-García, Effects of temperature and salinity on artificially reproduced eggs and larvae of the leopard grouper *Myceteroperca rosacea*. *Aquaculture*, 2004. 237(1-4): p. 485-498.
3. Sayer, M.D.J., J.W. Treasurer, and M.J. Costello, *Wrasse: biology and use in aquaculture*. 1996, Oxford: Fishing News Books. IX, 283 s.
4. Per Gunnar Kvenseth, et al., *Use of wrasse for small salmon*. *Norsk fiskeoppdrett*, 2003. 53: p. 12-16.
5. Per Gunnar Kvenseth, N.S., Johan Andreassen, Villa Leppefisk AS, Johan Solgaard, Villa Miljølaks AS, *Ballan wrasse - strong medicine*. *Norsk fiskeoppdrett*, 2003. 53: p. 18-26.
6. Skiftesvik, A.B. and R.M. Bjelland, *Farming of ballan wrasse (Labrus bergylta)*. *Norsk fiskeoppdrett*, 2003. 12: p. 41-44.
7. Вилер А, Определитель рыб морских и пресноводных вод Северо - Европейского бассейна. 1982, - Москва: Легкая и пищевая промышленность.
8. Artuz, M.L., Embryonic and larval development of the ballan wrasse *Labrus bergylta* Ascanius 1767. *Hidrobiologica*, 2005. 10: p. 98-101.
9. Darwall, W.R.T., et al., Implications of life-history strategies for a new wrasse fishery. 1992: p. 111-123.

10. Fives, J.M., *Labridae of the eastern North Atlantic*, ed. J.H. Fraser and J.M. Fives. 1976.

## Проблемы заражения лосося морскими вшами и её решение в рамках устойчивого развития

Щепак Л. В., Журавлева Н. Г. (г. Мурманск, МГТУ, Кафедра биоэкологии)

In sea cage rearing of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) repeated sea lice infestations are a major problem to the industry. 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. A successful alternative sea-lice treatment involves cleaning species where one species of fish (the cleaner) feeds on parasites from another species (the host).

подавляющее большинство аквакультурных методов во всем мире приносят значительную пользу в социальной сфере и в сфере производства продовольственных продуктов, как правило, при малом количестве или полном отсутствии экологических издержек. Однако текущие усилия, направленные на будущий успех аквакультуры как в развивающихся, так и в развитых странах, требуют, чтобы потенциальные социальные и экологические проблемы решались надлежащим образом, с целью обеспечения устойчивого развития аквакультуры.

Лососи — традиционный и самый массовый объект морской аквакультуры рыб. Необходимо отметить, что марикультура лососей связана со многими неприятными последствиями для экосистем. Так при высокой плотности посадки лососей в садках, они часто заражаются паразитами. А поскольку лососи часто содержатся в садках, расположенных на путях миграций диких лососей, последние могут заражаться от них паразитами.

Морская вошь/лососевая вошь (*Lepeophtheirus salmonis*) — эктопаразит, который использует лосося в качестве хозяина. Эти паразиты вызывают тяжёлое заболевание у рыб. Пораженные рыбы сильно истощены и зачастую погибают [1]. Эти паразиты всегда присутствовали на диких лососевых видах рыб в морских водах, вошь постепенно стала серьёзной проблемой для диких популяций лосося, так как аквакультурная отрасль развивается благодаря разведению рыбы — потенциальных хозяев для паразитов, а общее влияние инфекции увеличивается. Существующие средства контроля лососевой вши можно грубо разделить на биологические методы, т.е. использование губанов (*Labrus bergylta*, *Crenilabrus melops*, *Ctenolabrus rupestris*, *Centrolabrus exoletus*) и химические препараты.

Общим для всех лекарственных препаратов, предназначенных для уничтожения лососевой вши, является то, что они токсичны для ряда организмов, особенно ракообразных, являющихся субфилумами, к



которым принадлежит лососевая вошь. Однако токсическое действие веществ распространяется в основном на местах обработки, а значит особи, обитающие на расстоянии от рыбоводного хозяйства, не подвергаются воздействию токсических доз. Размер территорий вокруг рыбоводной фермы, которые могут испытать на себе токсическое воздействие, варьируется в зависимости от типа применяемого вещества и местных условий окружающей среды, таких как течения и химический состав воды [2]. Уже серьезная проблема морских вшей усугубляется тем, что паразит стал устойчив к химическим методам лечения [3].

Норвежские специалисты в области аквакультуры предложили альтернативу химическим методам борьбы с «проблемой морской вши» - использование рыбы чистильщика вида *Ballan wrasse* - естественного охотника на паразита. Совместное разведение *Ballan wrasse* вместе с лососем спасает лосося от морской вши, *Ballan wrasse* съедает микроорганизмы прямо с чешуи лосося [4].

Губанов необходимо использовать постоянно, тогда как химические препараты применяются, когда количество морских вшей достигает определенных границ. Поэтому очень важно регулярно проводить мониторинг количества морских вшей. В Норвегии рыбоводы обязаны регулярно докладывать о количестве вшей на каждом участке, и эту информацию можно найти на сайте, созданном отраслью ([www.lusedata.no](http://www.lusedata.no)). В Шотландии в лососеводстве обычно применяются интегрированные методы борьбы со вшами.

Основным препятствием в масштабном использовании *Ballan wrasse* (*Labrus bergylta*) для аквакультуры, является ограниченность их популяции в дикой природе, которая уменьшается по мере вылова [5-8]. Таким образом, успешное использование экологически чистых мер (использование *Ballan wrasse*), а не химических средств для борьбы с вшами море влечет за собой еще одну задачу: обеспечение достаточного количества чистильщика для лососевой марикультуры. А для этого требуется наладить их искусственное воспроизводство.

Успешное выполнение этой задачи во многом будет зависеть от определения оптимальных условий инкубирования икры, для получения жизнеспособного потомства *Ballan wrasse* [4, 9-11]. При этом эмбриональное развитие *Ballan wrasse* не достаточно изучено, а эффекты таких параметров среды как, температура и соленость, вовсе не исследованы.

#### **Литература:**

1. Гаевская А. В. Паразиты и болезни морских и океанических рыб в природных и искусственных условиях. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2004.- 237 с.

2. Gjerde, B. Selective breeding for increased resistance to salmon lice. № 3 october 2007; Available from: [http://www.fishfarmingxpert.com/index.php?page\\_id=37](http://www.fishfarmingxpert.com/index.php?page_id=37)
3. Sea Lice and Salmon: Elevating the dialogue on the farmed-wild salmon story. Watershed Watch Salmon Society, 2004; Available from: [www.watershed-watch.org](http://www.watershed-watch.org)
4. Gracia-López V., M. Kiewek-Martínez, et al. Effects of temperature and salinity on artificially reproduced eggs and larvae of the leopard grouper *Mycteroperca rosacea*// Aquaculture 2004, 237(1-4):C. 485-498
5. Sayer, M.D.J., J.W. Treasurer, and M.J. Costello, Wrasse: biology and use in aquaculture/ 1996, Oxford: Fishing News Books. IX, 283c.
6. Per Gunnar Kvenseth, Norsk Sjømatcenter, et al. Use of wrasse for small salmon// Norsk fiskeoppdrett 2003,53: C.12-16
7. Per Gunnar Kvenseth, Johan Andreassen, Villa Leppefisk AS, Johan Solgaard, Villa Miljølaks AS. Ballan wrasse - strong medicine// Norsk fiskeoppdrett 2003, 53: C.18-26
8. Skiftesvik A. B., Bjelland R. M.. Farming of ballan wrasse (*Labrus bergylta*)// Skiftesvik A. B., Bjelland R. M. Norsk fiskeoppdrett 2003,12: C. 41-44
9. Helvik J. V. and B. T. Walther. Environmental parameters affecting induction of hatching in halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) embryos// Marine Biology 1993,116(1): C. 39-45
10. Morehead D. T., Hart P. R. Effect of temperature on hatching success and size of striped trumpeter (*Latris lineata*) larvae// Morehead D. T. , Hart P. R. Aquaculture 2003,220(1-4): C. 595-606
11. Yang Z. and Y. Chen. Effect of temperature on incubation period and hatching success of obscure puffer *Takifugu obscurus* (Abe) eggs// Aquaculture 2005,246(1-4): C. 173-179

**Техника и технологии  
переработки гидробионтов  
и сельскохозяйственного  
сырья**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТИОСУЛЬФАТА НАТРИЯ И ЖИРА ПЕЧЕНИ ТРЕСКИ В КАЧЕСТВЕ КОМБИНАЦИИ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ УЛУЧШИТЕЛЕЙ**

**Волченко В. И., Несвященко С. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТПП)**

Хлеб и хлебобулочные изделия играют большую роль в питании россиян. В России насчитывается около 7000 крупных заводов и свыше 10500 мелких частных предприятий.

В настоящее время очень актуальным вопросом является вопрос совершенствования технологии в условиях дефицита продовольствия. В связи с этим, актуальной задачей является получение высококачественных хлебобулочных изделий из муки более низкого сорта, более доступной на рынке даже в менее урожайные годы. Для решения этой задачи применяют различные хлебопекарные улучшители, к которым относят различные пищевые добавки, позволяющие получить тесто, а впоследствии и хлебобулочные изделия, с требуемыми свойствами. Наиболее распространёнными улучшителями являются улучшители восстановительного и окислительного действия.

Для муки со слабой клейковиной чаще всего следует использовать улучшители окислительного действия. К ним относятся различные вещества, вызывающие окисление сульфгидрильных групп (входящих в состав остатков аминокислоты цистеина) до дисульфидных «мостиков», как бы «сшивающих» две соседние полипептидные цепи белков клейковины. В свою очередь, это делает клейковину более упругой, прочной; облегчит формирование сетчатого каркаса и прочность готового изделия. Безусловно, чрезмерно сильная клейковина также является недостатком.

Одним из распространённых улучшителей окислительного действия являются растительные масла. Они способны к пероксидному окислению, тогда как сульфгидрильные группы являются антиокислителями второго типа, т. е. серосодержащими антиокислителями. Несмотря на ещё большую эффективность, рыбные жиры пока не рассматривались в качестве улучшителей из-за их запаха.

Мука с чрезмерно сильной клейковиной тоже малоприспособна для производства хлебобулочных изделий. С ней применяют улучшители восстановительного действия (в т.ч. тиосульфат натрия). Они восстанавливают дисульфидные мостики до сульфгидрильных групп, делая полипептидные цепочки клейковины подвижными друг относительно друга.

Иногда применяют комбинацию из улучшителей восстановительного и окислительного действия: в начале замеса активен улучшитель восстановительного действия, что сокращает скорость замеса и

формирование структуры теста, а на следующих стадиях – улучшитель окислительного действия, усиливающий клейковину.

Целью исследования явилось изучение возможности использования жира печени трески, выделенного при СВЧ-обработке, в качестве окислительного улучшителя, а также изучение возможности его комбинации с улучшителем восстановительного действия – тиосульфатом натрия. Предварительные эксперименты показали, что внесение жира в рецептуру в количестве примерно 1 кг на 100 кг муки позволяет улучшить свойства теста без ухудшения вкуса и аромата. Более того, специфический лёгкий вкус и аромат, появляющийся по сравнению с контрольным образцом, воспринимается дегустаторами как положительный. Более высокая дозировка жира существенно ухудшала вкус и аромат.

Была проведена серия эксперимент по использованию тиосульфата натрия на стадии замеса теста и жира по окончании замеса. Первоначально была исследована пшеничная мука (мука хлебопекарная 1 сорта). Для оценки хлебопекарных достоинств муки была проведена оценка её клейковины, причём исследовали как клейковину чистой муки, так и клейковину муки в присутствии улучшителей (жира печени трески в количестве 1 % к массе муки и тиосульфата натрия в виде 0,1 н раствора в количестве 1 % к массе муки).

Таблица 1 – Хлебопекарные свойства исходного сырья (муки 1 сорта)

Характеристика образца муки	Выход сырой клейковины, %	Растяжимость клейковины, см
Контрольный (без улучшителей)	8,52	16
С добавлением тиосульфата натрия	8,18	17
С добавлением жира печени трески	8,88	15

Результаты, приведённые в таблице 1, однозначно подтверждают то, что тиосульфат натрия является улучшителем восстановительного действия, а жир печени трески – улучшитель окислительного действия, который повышает выход клейковины и делает её более прочной.

Далее проводились эксперименты по определению оптимальной дозировки жира печени трески и тиосульфата натрия и их комбинаций.

Таблица 2 – Дозировка компонентов в образцах и характеристика клейковины.

Образец	Дозировка жира, %*	Дозировка тиосульфата натрия, 0,1н, %*	Выход клейковины, %	Растяжимость клейковины, см	Характеристика клейковины
1	0	0	38,6	13	эластичная, светлая, связная
2	0	1	39,6	15	эластичная, сильно тянущаяся, светлая
3	1	1	39,16	12	эластичная, светлая, связная
4	2	0	35,12	12	эластичная, светлая, связная
5	4	0	32	10	малоэластичная, серая, рыхлая
6	8	0	31,96	9,5	неластичная, серая, крошащаяся

\*– % к массе муки

На основании приведенных результатов можно сделать вывод, что оптимальная дозировка как свежесделанного жира печени трески, так и 0,1 н раствора тиосульфата натрия составит 1% к массе муки. Это позволит получить тесто с улучшенными показателями качества клейковины: хорошей эластичностью и растяжимостью, светлого цвета.

Таблица 3 – Дозировка компонентов в испытуемых образцах

№ п/п	Дозировка тиосульфата натрия, 0,1н (на 1 изделие)	Дозировка масла (на 1 изделие)	Дозировка жира (на 1 изделие)	Влажность, %	Пористость, %	Кислотность, градусы
1	2,7 мл	0 г	2,7 г	33,9	65,9	2,2
2	2,7 мл	2,7 г	0 г	40,7	71,0	2,0
3	0 мл	0 г	0 г	41,5	57,7	1,8

Дальнейшая серия исследований ставила своей задачей изучение влияния качества жира на допустимый уровень его внесения в рецептуру изделий. В случае высококачественного жира его дозировка 1 % к массе муки является приемлемой и достаточно эффективной. Тем не менее, в случае жира более низкого качества такая дозировка может показаться избыточной, поэтому её следует уменьшить. Дозировка 0,5 % к массе муки является безусловно приемлемой для пищевого рыбного жира даже при предельных значениях пероксидного и кислотного чисел.

В качестве примера приводятся результаты пробной выпечки образцов с различным содержанием жира печени трески и тиосульфата натрия.

Таблица 4 – Результаты дегустационной оценки пробной выпечки образцов хлеба.

Образец	Дозировка тиосульфата натрия, 0,1н, %*	Дозировка жира, %*	Интенсивность проявления запаха жира**	Уровень качества по органолептическим показателям
1	1	0	0,25	67,1
2	1	1	0,94	96,6
3	1	1,5	1,69	84,4
4	1	2	4,06	84,2

\* – % к массе муки

\*\* – Интенсивность проявления запаха жира оценивалась по следующей шкале:

0 – отсутствует

1 – едва уловим, позитивный или нейтральный

2 – слабый, позитивный или нейтральный

3 – слабый, негативный

4 – средний негативный

5 – сильный, негативный

В итоге, выбиралось среднее значение, данное несколькими дегустаторами

Полученные результаты дегустационной оценки позволяют нам сделать вывод о том, что внесение добавок жира печени трески в количестве 1 % к массе муки и тиосульфата натрия в также количестве 1 % к массе муки являются наиболее приемлемыми и эффективными, позволяют получить хлебопекарные изделия более высокого качества без значительного изменения вкуса и аромата.

Выводы:

Установлено, что жир печени трески может применяться в рецептуре хлебобулочных изделий без существенного ухудшения их вкуса и аромата.

Установлено, что жир печени трески эффективен как улучшитель муки окислительного действия.

Установлена возможность совместного использования жира печени трески и тиосульфата натрия.

Установлено, что дозировка пищевого жира в количестве 0,5 % к массе муки является безусловно приемлемой. В случае использования высококачественного пищевого жира с низким кислотным и пероксидным числом эта дозировка может быть увеличена до 1 %.

## **СОЗДАНИЕ НОВЫХ ВИДОВ ЗАКУСОЧНЫХ КОНСЕРВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЛЕ ТРЕСКИ И ГОРБУШИ**

**Вельмякина Д. А., Гроховский В. А.** (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств*)

A new kind of blanched canned fish in oil was developed with using filleted cod and hunchback salmon and was named as "Duet". The most acceptable is walnut oil as the filling for this kind of canned fish. The most advisable duration of the blanching is about 20 minutes and the advisable ratio (%) of filleted cod to filleted hunchback salmon and to walnut oil is 40 : 40 : 18,4.

Современные способы переработки водных биоресурсов должны обеспечивать повышение качества, безопасности, пищевой ценности, конкурентоспособности рыбных продуктов и экономическую эффективность производства.

Нельзя не отметить того, что стерилизованная рыбная продукция по-прежнему пользуется устойчивым спросом у населения нашей страны. Вместе с тем изобилие разнообразной пищевой рыбной продукции в супермаркетах и на рынках подталкивают производителей консервов к созданию новых, аппетитных, гастрономически привлекательных образцов стерилизованной продукции.

На кафедре технологий пищевых производств ФГБОУ ВПО «МГТУ» разработаны композиционные составы закусочных консервов с использованием филе трески и горбуши и добавлением растительных масел, получившие название «Дуэт».

Особенностью созданных консервов является оригинальное сочетание белого мяса филе трески и красного - филе горбуши, что придаёт аппетитный вид продукту в сочетании с добавленными растительными маслами: подсолнечным, маслом грецкого ореха и оливкового масла с орегано. Состав продукта гармонично сочетается по белковому и липидному составу, что, безусловно, будет способствовать улучшению пищеварения и усвояемости.

Целью настоящей работы явилось создание композиционного состава консервов «Дуэт» с улучшенными сенсорными показателями.

Для её достижения сформулированы следующие задачи:

установление наиболее приемлемого вида растительного масла для гармонизации содержимого консервов;

установление наиболее рациональной продолжительности бланширования филе трески и горбуши;

определение наиболее приемлемого соотношения плотной и жидкой части консервов.

Для исследований использовали мороженный полуфабрикат: треску мелкую потрошёную обезглавленную и горбушу неразделанную, а также



растительное масло 3-х видов – подсолнечное рафинированное, масло грецкого ореха (ореховое) и оливковое масло с орегано.

Рыбу подвергали размораживанию, мойке, разделке на филе, мойке, стеканию влаги, порционированию, фасованию в жестяные банки № 3 срезами вертикально вверх и вниз с попеременным чередованием филе трески и горбуши, ориентированных в виде лепестков к центру банки, и последующему бланшированию. Далее после бланширования проводили слив бульона, вводили растительное масло, сухую поваренную соль, 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 9 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. Данные органолептической оценки консервов представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Органолептические показатели консервов «Дуэт» в зависимости от вида введённого масла

№/№	Фамилия, инициалы дегустаторов	Органолептическая оценка, баллы		
		Консервы «Дуэт» с использованием масла		
		подсолнечного рафинированного	грецкого ореха	оливкового с орегано
1	Куранова Л.К.	16,8	20	20
2	Николаенко О.А.	16	18,95	16
3	Павлова В.В.	18,5	20	16,7
4	Беспалова В.В.	17	20	17,85
5	Барышников А.В.	15	16	18,5
6	Семеняк О.С.	19	20	20
7	Похольченко В.А.	16,7	20	19
8	Тришина Н.А.	19	19,2	17,95
9	Телицина М.А.	19	17,95	19,2
Среднее значение органолептической оценки консервов, баллы		17,44	19,12	18,36

Анализ данных табл. 1 свидетельствует о том, что наиболее высокую оценку (19,12 балла) получили консервы с использованием масла грецкого ореха, качество их признано отличным. Именно этот вид масла решено использовать далее при последующих экспериментах.

Следующей задачей явилось установление наиболее приемлемой продолжительности бланширования полуфабриката, фасованного в банку № 3.

Бланширование полуфабриката проводили в паровой среде с температурой 98 – 100 °С, в специальных портативных автоклавах в течение, соответственно, 10, 20, и 30 минут с последующим определением потерь жидкой части и органолептической оценкой качества бланшированной рыбы, данные представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Потери при бланшировании рыбы при различных временных режимах и соотношении филе трески и горбуши

Соотношение сырого полуфабриката- филе трески и филе горбуши в банке, г : г	Потери при бланшировании, %		
	Продолжительность бланширования, мин		
	10	20	30
125 : 125	8,02	12,86	11,14
115 : 115	10,8	12,28	12,56
105 : 105	8,26	10,57	11,80
Среднее значение потерь, %	9,02	11,90	11,83

Результаты экспериментов, приведённые в табл. 2, свидетельствуют о том, что наиболее приемлемой продолжительностью стерилизации является 20-минутный период. Потери жидкой части составляют около 12 %, примерно столько же, как и при 30-минутном бланшировании. При органолептической оценке качества бланшированного филе, наилучшим признано после 20 и 30-минутного бланширования. Бланширование в течение 10 минут признано неприемлемым, поскольку вероятно появление повышенного водного отстоя в готовых консервах.

Очередной задачей было установление наиболее приемлемого соотношения плотной и жидкой частей в консервах «Дуэт».

Поскольку, в соответствии с требованиями технической документации [1] предельное содержание жидкой части в консервах не должно превышать 30 %, при выборе соотношения филе трески: филе горбуши: масло решено руководствоваться именно этим регламентированным значением.

Выбранные для экспериментов соотношения рыбы и масла представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Соотношения филе рыбы после бланширования и масла и его процентного содержания в консервах (банка № 3, масса нетто 250 г)

№/№	Соотношение филе трески : филе горбуши : масло	Содержание масла в консервах, %
1	90:90:66*	26,4
2	100:100:46*	18,4
3	110:110:26*	10,4

\* для обеспечения стандартной массы нетто консервов 250 г необходимо учесть дозу сухой поваренной соли – 4 г.

Проведёнными органолептическими исследованиями готовых консервов, изготовленных по трём вариантам, указанным в табл. 3, было установлено, что наилучшими органолептическими показателями обладают образцы стерилизованной продукции, изготовленные в банке № 3 при соотношении (г) филе трески : филе горбуши : масло 100 : 100 : 46, или в % - 40 : 40 : 18,4.

Таким образом, в результате проведённых экспериментов было установлено, что наилучшие качественные характеристики консервов обеспечиваются при использовании масла грецкого ореха, при продолжительности бланширования 20 мин и температуре паровой среды 98 – 100 °С, а также при соотношении (%) филе трески : филе горбуши : ореховое масло 40 : 40 : 18,4.

В соответствии с установленными наиболее приемлемыми технологическими режимами и параметрами, были изготовлены опытные образцы консервов «Дуэт», которые подверглись органолептическим и физико-химическим исследованиям.

Органолептическая оценка изготовленных консервов составила 19 баллов,

массовая доля поваренной соли составила 1,7 – 1,9 %; массовая доля плотной части 80 - 82 %, массовая доля масла 18 -20 %.

Результаты исследований свидетельствуют о высоких качественных показателях консервов «Дуэт» и целесообразности подготовки комплекта необходимых документов для их промышленного внедрения.

Образцы консервов « Дуэт» были представлены на дегустационный конкурс XIV Международной специализированной выставки «Море. Ресурсы. Технологии – 2013» (г. Мурманск), где были удостоены диплома победителя конкурса в номинации «За проведение научно-исследовательской работы по разработке новых технологий готовой пищевой продукции».

#### Выводы

Разработан новый вид бланшированных консервов в масле с использованием филе трески и филе горбуши, получившие название «Дуэт». Особенностью созданных консервов является оригинальное сочетание белого мяса филе трески и красного - филе горбуши, что придаёт аппетитный вид продукту в сочетании с добавленным растительным маслом.

Результатами экспериментов установлено, что в качестве заливки для данного вида консервов наиболее приемлемым является масло грецкого ореха.

Экспериментально установлены наиболее рациональный режим бланширования консервов «Дуэт» продолжительностью 20 мин при

температуре паровой среды 98 – 100 °С, и наиболее приемлемое соотношение (%) филе трески : филе горбуши : ореховое масло, составляющее 40 : 40 : 18,4.

**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.

**ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНСЕРВОВ «ПЕЧЕНЬ ТРЕСКИ НАТУРАЛЬНАЯ» В СТЕКЛЯННОЙ ТАРЕ**

**Третьяк Н. А., Гроховский В. А.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

The experiments on producing canned cod liver in glass cans followed by the quality monitoring during storage were carried. The results of sensory and chemical study of such product showed no quality changes of the canned food.

Консервы «Печень трески натуральная» - очень популярный у населения России вид пищевой продукции, без которого, как правило, не обходятся торжественные и праздничные банкеты, фуршеты и другие мероприятия. Этот вид продукции уже давно стал визитной карточкой г. Мурманска, поскольку великолепные гастрономические достоинства (вкус, аромат, внешний вид, консистенция), высокое содержание полиненасыщенных  $\omega - 3$  жирных кислот, витаминов А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР по справедливости высоко оценены нашими соотечественниками. Наилучшие сенсорные показатели качества этих консервов выявлены у продукции, изготовленной из свежего сырья на рыбодобывающих судах в условиях промысла, или из охлаждённого полуфабриката на береговых рыбоперерабатывающих предприятиях. Консервы, изготовленные из мороженого полуфабриката, как правило, имеют более худшие органолептические характеристики.

Поскольку традиционно консервы «Печень трески натуральная» изготавливаются в жестяных или алюминиевых банках (№ 6, 3, 38 и др.), покупателям до вскрытия стерилизованных изделий очень трудно судить о качестве продукта хотя бы по внешнему виду.

Поэтому изготовление данных деликатесных печёночных консервов в стеклянной таре, внешние качественные характеристики которых можно оценить визуально, является актуальным направлением для совершенствования стерилизованного продукта «Печень трески натуральная».

Целью научной работы явился мониторинг качественных характеристик консервов из печени трески в стеклянной таре в процессе хранения и установление сроков их годности.

Были проведены эксперименты по изготовлению опытной партии консервов «Печень трески натуральная» стеклянной банке ёмкостью 200 г. Все технологические операции осуществляли на основании «Технологической инструкции по изготовлению натуральных консервов» [1]. Процесс стерилизации консервов осуществляли в автоклаве Н2 ИТА 601 в водной среде с охлаждением водой. Формула стерилизации 15-45-20/112 °С.

В качестве контрольной партии были изготовлены консервы «Печень трески натуральная» по традиционной технологии [1] в жестяной банке № 3.

Опытные и контрольные образцы консервов в стеклянных и жестяных банках хранили в складском помещении при температуре 15-18 °С и относительной влажности 70 – 75 % в упакованном и открытом видах.

Отбор проб для исследований качественных характеристик продукта в процессе хранения проводили один раз в месяц. Исследовали органолептические показатели продукта (внешний вид, вкус, аромат, состояние консистенции, общая приемлемость) с помощью группы дегустаторов в соответствии с разработанной балльной шкалой с введёнными коэффициентами значимости [2, 3, 4] и химические показатели продукта (кислотное число жира).

Данные исследований приведены в табл. 1

Таблица 1 – Результаты исследований консервов «Печень трески натуральная» в процессе хранения

Образцы консервов		Продолжительность хранения, сут							
		0		30		60		90	
		Органич. оценка, баллы	Кислотное число жира, мг КОН/г	Органич. оценка, баллы	Кислотное число жира, мг КОН/г	Органич. оценка, баллы	Кислотное число жира, мг КОН/г	Органич. оценка, баллы	Кислотное число жира, мг КОН/г
стеклянная (оп)	уп <sup>1)</sup>	19,1	2,1	18,8	2,8	19,0	3,3	18,5	3,6
	отк <sup>2)</sup>	19,1	2,1	18,5	3,3	18,3	4,1	18,1	4,4
жестяная (к)	уп <sup>1)</sup>	19,2	2,1	18,7	2,5	18,8	2,4	18,3	2,7
	отк <sup>2)</sup>	19,2	2,1	18,7	2,5	18,8	2,5	18,3	2,9

уп<sup>1)</sup> – образцы консервов, упакованные в транспортную тару

отк<sup>2)</sup> - образцы консервов, хранящиеся в открытом виде, без упаковки

Результаты исследований, приведённые в табл. 1, свидетельствуют о том, что существенных изменений в органолептической оценке качества

консервов и изменений кислотного числа жира продукта как в опытных, так и в контрольных партиях не произошло.

Мониторинг качественных характеристик опытных и контрольных партий консервов из печени трески в процессе хранения в открытом и упакованном виде будет продолжен.

#### Выводы

1. Изготовлены опытные образцы консервов «Печень трески натуральная» в стеклянной таре для мониторинга качественных характеристик в процессе хранения.

2. Результаты 90-суточных органолептических и химических исследований опытных и контрольных образцов консервов в стеклянной и жестяной таре в открытом и упакованном виде 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. Родина, Т. Г. Дегустационный анализ продуктов / Т. Г. Родина, Г. А. Вукс. – М. : Колос, 1994. – 192 с.

4. Сафронова, Т. М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции / Т. М. Сафронова. – М. : Изд-во ВНИРО, 1998. – 243 с.

## ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ ИКРЫ МОРСКИХ ЕЖЕЙ

Молчановский И. А., Гроховский В. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

Russian Northern and Far Eastern Seas has been reported to contain a large number of sea urchin resources which are considered to be a caviar producers. This caviar has a highly valuable nutritional, therapeutic and prophylactic characteristics. Researches carried by the MSTU scientists has shown the advisability of making products like mayonnaise and preserves using sea urchin caviar.

Одним из перспективных в промысловом отношении гидробионтов является морской еж рода *Sirongylocentrotus*. Значительные скопления морского ежа отмечены вдоль побережья Дальнего Востока, в прибрежных водах Курил, Камчатки, Приморья, Сахалина и в Баренцевом море [1]. Несмотря на достаточные промысловые запасы этих гидробионтов, их промысел в нашей стране освоен слабо, добыча осуществляется в незначительных количествах.

Последнее время наблюдается рост интереса со стороны отечественного потребителя к основной продукции, получаемой из морских ежей — их икре, которая всегда была востребована во многих странах мира, но в большей степени, на рынках Японии и Китая.

Икра морских ежей используется не только как ценный пищевой продукт, но и как высокоэффективная лечебно-профилактическая натуральная пищевая добавка. Лечебно — профилактическое действие икры морских ежей было исследовано Российским НИИ гематологии и трансфузиологии [1, 2], а также НИИ питания Минздрава Украины [3]. Лечебно-профилактические свойства икры морских ежей доказаны органолептическими, клинико-гигиеническими и физико-химическими исследованиями. Было установлено, что жизненный тонус, энергичность, умственная и физическая работоспособность, общее самочувствие улучшались при приеме икры морских ежей. Помимо вышеперечисленного, прием в пищу икры морских ежей способствует снижению утомляемости, повышению устойчивости организма человека к воздействию неблагоприятных и вредных факторов среды, а также повышает половую активность и оказывает положительное воздействие на сердечно - сосудистую систему и функцию щитовидной железы [2, 3]. Имея такой набор уникальных полезных свойств, икра морских ежей относится к дорогостоящим продуктам.

Наиболее часто можно встретить данный продукт в замороженном виде. Непосредственно исследованиями, посвященными сохранению икры



морских ежей способом заморозки, в нашей стране занимались Л. И. Балыкова и другие [4].

Несмотря на достаточную изученность данной темы, икра морских ежей, замороженная способами, применяемыми в пищевой промышленности, не имеет необходимых качественных характеристик, что проявляется в появлении желточной массы и потемнений на поверхности ястыков, а также горького вкуса самой икры после дефростации.

Учитывая высокую стоимость икры морских ежей, отсутствие промышленно - применимых технологий заморозки, позволяющих сохранять все качественные характеристики данного деликатеса, а также принимая во внимание наличие значительной сырьевой базы и увеличивающуюся потребность на мировом и внутреннем рынках, актуальность создания новых продуктов с использованием такой икры неоспорима.

На кафедре технологий пищевых производств ФГБОУ ВПО «МГТУ» проведены поисковые научные работы по созданию майонезных и пресервных продуктов с использованием икры морских ежей в качестве дополнительных компонентов. Это позволяет не только сохранять ценные уникальные свойства икры морских ежей, но и получить продукт, доступный по цене широким слоям населения.

Результаты органолептических исследований новых продуктов с использованием икры морских ежей подтвердили высокие гастрономические достоинства создаваемой продукции.

#### **Выводы**

Проведённым анализом технической литературы по морским ежам установлено наличие обширной сырьевой базы в дальневосточных и северных морях России, а также проблемы сохранения и рационального использования ценных свойств икры этого представителя иглокожих.

Результатами поисковых научных исследований, проведенных учёными МГТУ, выявлена целесообразность изготовления майонезной и пресервной продукции с применением икры морских ежей.

#### **Литература:**

1. Левин, В.С. Морские ежи России./ В.С. Левин, В.А. Коробков/ – СПб.: ДОРН, 2003. – 256 с.
2. Артюков, А.А. Морские ежи – источник новых биологически активных и лекарственных веществ / А.А. Артюков, Э.П. Козловская, Е.В. Купера // Новые научные технологии в Дальневосточном регионе. – Владивосток, 2002. – С. 35–38.
3. Лебская, Т.К. Целебные свойства морских ежей / Т.К. Лебская, Ю.Ф. Двинин, Л.А. Шаповалова // Рыбное хозяйство. - 1999. - № 2. - С. 48-49.
4. Балыкова, Л. И. Низкотемпературная обработка икры гидробионтов. /Л.И. Балыкова, М.В. Гоконаев, Ю.А. Юрков// Монография. - Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. - 140 с.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МАЙОНЕЗНОЙ ПРОДУКЦИИ И ПРЕСЕРВОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИКРЫ МОРСКИХ ЕЖЕЙ**

**Молчановский И. А., Гроховский В. А., Бондаренко А. Г., Майорова А. А.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

Formulation compositions and new types of mayonnaise and fish preserves were developed using sea urchin caviar. These products have a good sensory characteristics. The possible shelf life were defined using microbiological researches. They are 10 days for mayonnaises and 15 days for preserves in the case of storage temperature is from plus 2 to minus 2 °C.

Высокая пищевая и лечебно – профилактическая ценность икры морских ежей определяют необходимость использования этого уникального продукта в пищевом рационе наших сограждан [1, 2].

Вместе с тем, высокая стоимость икры морских ежей делает ее малодоступной для широких слоев населения нашей страны, поэтому в большинстве случаев этот ценный продукт продается за рубеж в замороженном виде.

Поэтому актуальность создания новых майонезных и пресервных продуктов с использованием икры морских ежей с доступным ценовым диапазоном не вызывает сомнений.

Цель данной работы – разработать рецептуру и технологию получения майонеза и рыбных пресервов с использованием добавок из икры морских ежей и водорослей. При этом крайне важно не только сохранить традиционные органолептические свойства данных продуктов, но и обеспечить их безопасность в соответствии с требованиями действующих регламентов.

Достижение поставленной цели должно осуществляться путем решения следующих задач:

- разработать рецептурные композиции новых пищевых продуктов;
- изготовить опытные образцы созданных майонезов и пресервов;
- исследовать новые продукты в процессе хранения с установлением возможного срока годности.

На первом этапе были разработаны рецептуры и получены майонезные (растительное масло, яичный белок, лимонный сок и др.) и пресервные (скумбрия филе кусочки в масляной заливке) продукты, с введением в их состав икры морских ежей. Дополнительно в состав образцов майонеза были введены ламинария (*Laminaria saccharina*) и обыкновенная крапива (*Urtica dioica*).

Дегустационными исследованиями было установлено, что новые виды майонезной и пресервной продукции имеют хорошие органолептические показатели.

Все опытные образцы созданных продуктов и контрольный образец майонеза были направлены на микробиологические исследования для определения ряда показателей безопасности (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus*, дрожжей, плесеней и др.) и соответствия их требованиям, установленным СанПин 2.3.2.1078 [3]. Результаты испытаний представлены в таблицах 1 – 4.

Таблица 1 - Результаты микробиологических испытаний майонеза (контрольный образец) при температуре от плюс 2 до минус 2 °С

Наименование показателей	Нормативное значение	Результат испытаний
Бактерии группы кишечной палочки (колиформные бактерии)	в 0,1г не допускаются	не обнаружено
Сальмонеллы	в 25г не допускаются	не обнаружено
Дрожжи, кое/г, не более	$5,0 \times 10^2$	менее 10
Плесени, кое/г, не более	50	20
<i>Escherichia coli</i> , в 0,1г	не нормируется	не обнаружено
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, кое/г	не нормируется	$4,2 \times 10^3$
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 0,1г	не нормируется	не обнаружено
<i>Proteus</i> , в 0,1г	не нормируется	не обнаружено

Результаты исследований, приведённые в табл. 1, свидетельствуют о том, что контрольный образец майонеза, изготовленный без использования икры морских ежей, ламинарии и крапивы, соответствует требованиям СанПин 2.3.2.1078 п. 1.7.3.1 [3].

Таблица 2 – Микробиологические показатели майонеза с икрой морских ежей при хранении в течение 10 суток при температуре от плюс 2 до минус 2 °С

Наименование показателей	Нормативное значение	Результаты испытаний		
		0 суток хранения	5 суток хранения	10 суток хранения
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, кое/г, не более	$5,4 \times 10^4$	$2,8 \times 10^3$	$3,4 \times 10^3$	$3,7 \times 10^3$

Бактерии группы кишечной палочки (колиформные бактерии)	в 0,1г не допускаются	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
<i>Escherichia coli</i>	в 0,1г не допускаются	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
<i>Staphylococcus aureus</i>	в 0,1г не допускаются	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Сальмонеллы	в 25г не допускаются	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
<i>L. monocytogenes</i> , в25г	не нормируется	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
<i>Proteus</i>	в 0,1г не допускаются	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Дрожжи, кое/г, не более	100	менее 10	10	50
Плесени, кое/г, не более	50	менее 10	менее 10	менее 10

Результаты микробиологических исследований, представленные в табл. 2, свидетельствуют о том, что исследуемый продукт выдержал 10-суточный период хранения при температуре от плюс 2 до минус 2 °С.

Таблица 3 - Результаты микробиологических испытаний майонеза с икрой морских ежей, морской капустой (ламинария сахарина) и крапивой при хранении в течение 10 суток при температуре от плюс 2 до минус 2 °С

Наименование показателей	Нормативное значение	Результаты испытаний		
		0 суток хранения	5 суток хранения	10 суток хранения
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, кое/г, не более	$5,4 \times 10^4$	$4,9 \times 10^3$	$5,1 \times 10^3$	$7,3 \times 10^3$

Бактерии группы кишечной палочки (колиформные бактерии)	в 0,1г не допускаются	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
<i>Escherichia coli</i>	в 0,1г не допускаются	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
<i>Staphylococcus aureus</i>	в 0,1г не допускаются	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Сальмонеллы	в 25г не допускаются	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
<i>L. monocytogenes</i> , в25г	не нормируется	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
<i>Proteus</i>	в 0,1г не допускаются	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Дрожжи, кое/г, не более	100	менее 10	20	70
Плесени, кое/г, не более	50	менее 10	менее 10	10

Данные микробиологических исследований (табл. 3) свидетельствуют о санитарно – гигиеническом благополучии продукта после 10 суток хранения.

Таблица 4 - Результаты микробиологических испытаний пресервов из филе скумбрии с икрой морских ежей при хранении в течение 30 суток при температуре от плюс 2 до минус 2 °С

Наименование показателей	Нормативное значение	Результаты испытаний		
		0 суток хранения	15 суток хранения	30 суток хранения
1	2	3	4	5
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, кое/г, не более	$2,0 \times 10^5$	$7,4 \times 10^2$	$2,8 \times 10^4$	$4,6 \times 10^5$

Бактерии группы кишечной палочки (колиформные бактерии)	в 0,01г не допускаются	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
<i>Escherichia coli</i> , в 0,01г	не нормируется	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
1	2	3	4	5
<i>Staphylococcus aureus</i>	в 1,0 г не допускается	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Сальмонеллы	в 25 г не допускаются	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
<i>L. monocytogenes</i>	в 25 г не допускается	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Сульфитредуцирующие клостридии	в 0,01г не допускаются	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Дрожжи, кое/г, не более	100	60	100	$2,9 \times 10^4$
Плесени, кое/г, не более	10	менее 10	менее 10	менее 10

Результаты исследований, представленные в табл. 4, свидетельствуют о том, что опытные образцы пресервов из филе скумбрии с икрой морских ежей

после 15-суточного хранения по комплексу микробиологических показателей соответствовали требованиям СанПин 2.3.2.1078-01 п.1.3.2.3 [3].

#### Выводы

Разработаны рецептурные композиции новых майонезных продуктов и пресервов с использованием икры морских ежей, морской капусты (ламинарии) и крапивы.

Изготовлены опытные образцы созданных майонезов и пресервов, которые, в соответствии с результатами дегустационных исследований, имели хорошие органолептические показатели.

Результатами микробиологических исследований разработанных продуктов в процессе хранения установлены возможные сроки годности - для майонезов с добавлением икры морских ежей, ламинарии и крапивы – 10 суток, для пресервов из филе скумбрии с икрой морских ежей - 15 суток при температурном диапазоне от плюс 2 до минус 2 °С.

**Литература:**

1. Левин, В. С., Коробков В. А. Морские ежи России./ В. С. Левин, В. А. Коробков/ – СПб.: ДОРН, 2003. – 256 с.
2. Лебская, Т. К. Целебные свойства морских ежей / Т. К. Лебская, Ю. Ф. Двинин, Л. А. Шаповалова // Рыбное хозяйство. - 1999. - № 2. – С. 48-49.
3. Гигиенические требования по безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы : СанПиН 2.3.2.1078–01 : [утв. Гл. санитар. врачом Рос. Федерации 06.11.01 : введ. в действие 01.09.02.]. – М. : Минздрав России [и др.], 2002. – 164 с. – (Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации. 2.3.2. Продовольственное сырье и пищевые продукты) (Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы).

**РАСЧЕТНЫЕ КРИВЫЕ КИНЕТИКИ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ДЛЯ ЦИКЛИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ СУШКИ И РЕЛАКСАЦИИ РЫБЫ**

**Ершов М. А., Ершов А. М., Корчунов В. В.** (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра технологий пищевых производств)

**Abstract.** The technology of dehydrated fish cyclical combinations of drying and dewatering facility relaxation. This technology is suitable for drying and cold-smoked fish. The calculation method is proposed to construct the curves for cyclic dehydration kinetics of drying fish and relax.

Разработана технология обезвоживания рыбы с циклическими периодами сушки и релаксации объекта обезвоживания. Данная технология ориентирована на повышение энергоэффективности процессов обезвоживания при вялении и холодном копчении рыбы. Интенсификация сушки происходит в период падающей скорости обезвоживания. Применение предлагаемой технологии позволяет снижать затраты на электроэнергию при производстве сушеной и копченой продукции на 8-12 % по сравнению с традиционной технологией без увеличения длительности процесса обезвоживания [1].

Предложен расчетный метод построения кривых кинетики обезвоживания для циклических процессов сушки и релаксации рыбы. Метод позволяет, не проводя экспериментальных работ, воспроизводить кривые кинетики обезвоживания с различной длительностью периодов обезвоживания и релаксации. Это дает возможность оценить энергоэффективность выбранного режима в сравнении с традиционной технологией.

Построение расчетных кривых кинетики и динамики обезвоживания рыбы подробно рассмотрено в работе [2]. Здесь мы только кратко опишем алгоритм расчета непрерывного процесса сушки и построения поля влагосодержания рыбы для данного процесса. По заданным исходным данным, начальной влажности рыбы  $\omega_0^c$ , геометрическим размерам – удельной поверхности  $S/m$ , относительной влажности теплоносителя  $\varphi$  и его температуре  $t$ , рассчитываем кривую кинетики обезвоживания  $\omega^c = f(\tau)$ . Строим зависимость изменения коэффициентов диффузии влаги от текущей влажности рыбы  $a_m = \psi(\omega^c)$ . Рассчитываем зависимость изменения влажности на поверхности  $\omega^п$  от текущей влажности рыбы  $\omega^c$ . С помощью метода сеток рассчитываем кривые динамики сушки для непрерывного процесса, осуществив корректировку произведения  $a_{k1} \cdot a_{k2}$  ( $a_{k1}$  – коэффициент диффузии влаги, соответствующий критической влажности  $\omega_{k1}$ ,  $a_{k2}$  – коэффициент диффузии влаги, соответствующий критической влажности  $\omega_{k2}$ ). Расчет



поля влагосодержания в период релаксации объекта обезвоживания имеет некоторые особенности. Для расчета этого режима с использованием численных методов можно предположить, что испарение с поверхности рыбы будет незначительным, и им можно пренебречь. Изменение диффузионных свойств рыбы во время релаксации можно учитывать, используя зависимость изменения коэффициентов диффузии влаги от текущей влажности рыбы  $a_m = \psi(\omega^c)$ . Изменение (уменьшение) коэффициентов диффузии влаги  $a_m$  в основном происходит из-за уменьшения микрокапилляров, это уменьшение наиболее значимо в приповерхностном слое. Влажность на поверхности продукта  $\omega^n$  для каждого временного интервала  $\tau$  рассчитываем методом сеток. Полученное значение  $\omega^n$  подставляем в зависимость  $\omega^c = f(\omega^n)$  для определения текущей влажности рыбы  $\omega^c$ . Найденное таким образом значение текущей влажности  $\omega^c$  используем для расчета коэффициента диффузии влаги  $a_m$ .

Поэтому, зная, какая в период релаксации объекта обезвоживания влажность в приповерхностном слое, можно найти значение коэффициента диффузии влаги  $a_m$  для этого момента времени.

Рассмотрим режим циклического обезвоживания и релаксации мойвы неразделанной с непрерывной начальной фазой и последующими циклами сушки и релаксации рыбы по схеме: 1,5 часа обезвоживание; 0,6 часа релаксация.

Обезвоживание проводили при температуре  $t$  сушильного агента 25 °С, скорость сушильного агента  $v$  в камере - 2,5 м/с. Относительная влажность теплоносителя  $\varphi$  - 50 %. Температура во время релаксации в среднем составляла 16 °С, скорость сушильного агента  $v$  камере - 1 м/с. В качестве контрольного обезвоживания использовался непрерывный процесс сушки. Характеристика полуфабриката и значения темпов обезвоживания представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика полуфабриката и значения темпов обезвоживания

Начальная влажность рыбы на общую массу $\omega_0^o, \%$	Начальная влажность рыбы на сухое вещество $\omega_0^c, \%$	Массовая доля хлористого натрия, %	Удельная поверхность рыбы, м <sup>2</sup> /кг	Темп обезвоживания при непрерывном режиме $\omega_k^c = 100 \%$ $V_{непр}^{100}, \%$ /час	Темп обезвоживания при комбинированном режиме $V_{комб}, \%$ /час	Суммарное время циклов релаксации за процесс, час
69	222,6	2,6	0,24	4,6	4,6	5,5

Рациональный момент времени включения режимов релаксации  $\tau_{рел}$  для данного процесса наступает по прошествии 5 часов обезвоживания. Подробная методика расчета  $\tau_{рел}$  приведена в работе [3].

Методом сеток находим распределение влажности по толщине рыбы через момент времени  $\tau_{\text{рел}}$ . Момент времени  $\tau_{\text{рел}}$  – это начальные условия для расчета периода релаксации рыбы. При  $\tau_{\text{рел}}$  известны граничные условия из предположения, что влага с поверхности рыбы при релаксации не испаряется.

Для построения сетки распределения влажности по толщине объекта сушки необходимо выполнить предварительные расчеты. Подробная методика данных расчетов рассмотрена в работе [2]. В таблице 2 представлены результаты предварительных расчетов для построения сетки.

Таблица 2 – Результаты предварительных расчетов для построения сетки

Влажность рыбы на сухую массу, %				Шаг по оси X, м	Шаг по Y, с	Произведение периода в сушки $\tau_{k1} \tau_{k2}$	Произведение коэф. диф., соотв. критическим влажн. $a_{k1} a_{k2}$	Коэффициенты для расчета влажности на поверхности рыбы $\omega^n$ , %		
начальная $\omega_0$	первая критическая $\omega_{k1}$	вторая критическая $\omega_{k2}$	6 часов обезвожив. $\omega_{\tau 6}$					k	b	m
222,6	201,2	176,5	157,7	0,000875	59,1	3,17	4,00E-19	1,15	34,44	0,70

В таблице 3 представлены фрагменты построения сетки в начальный момент времени обезвоживания, в начальный и конечный моменты времени релаксации рыбы.

Таблица 3 – Построение сетки для циклического обезвоживания и релаксации мойвы: начальный момент обезвоживания; начало первого режима релаксации рыбы; конец первого режима релаксации рыбы

$\tau_{\text{рел}}$ , с	$a_m$ , М <sup>2</sup> /с	$\square^c$	$\square$ , с	Полутолщина рыбы, м							$\square_{\text{ср.по сл.}}$
				$\square_n$ , %	$\square_1$ сл, %	$\square_2$ сл, %	$\square_3$ сл, %	$\square_4$ сл, %	$\square_5$ сл, %	$\square_6$ сл, %	
Начальный момент обезвоживания											
2,16E-09	222,60			155,71	222,58	222,58	222,58	222,58	222,58	222,58	213,03
Начало первого режима релаксации рыбы											
0,0	2,54E-10	146,0	18027,4	105,23	125,59	141,59	153,43	161,58	166,35	167,93	145,96
59,1	2,57E-10	146,0	18086,5	105,64	125,50	141,51	153,35	161,51	166,29	167,87	145,95
Конец первого режима релаксации рыбы											
2127,8	4,00E-10	145,8	20155,2	117,49	126,56	139,02	150,26	158,50	163,40	165,03	145,75
2186,9	4,04E-10	145,8	20214,3	117,77	126,67	138,98	150,16	158,39	163,30	164,93	145,74

На рис. 1 представлены расчетные и экспериментальные кривые кинетики обезвоживания для непрерывного и циклического процессов. Расчетная кривая циклического обезвоживания и релаксации рыбы строилась по предлагаемой методике. Эта кривая практически совпадает с расчетной кривой непрерывного процесса. Суммарное время релаксации составило 6,5 часа. В это время установка не потребляла электроэнергии на нагрев теплоносителя. Следовательно, наблюдается экономия электроэнергии для циклического процесса обезвоживания с релаксацией в сравнении с непрерывным обезвоживанием при одинаковой продолжительности данных процессов. Расхождение расчетных и экспериментальных значений влажности кривых кинетики обезвоживания, представленных на рис 1., не превысило 20 %, что приемлемо для данных процессов.

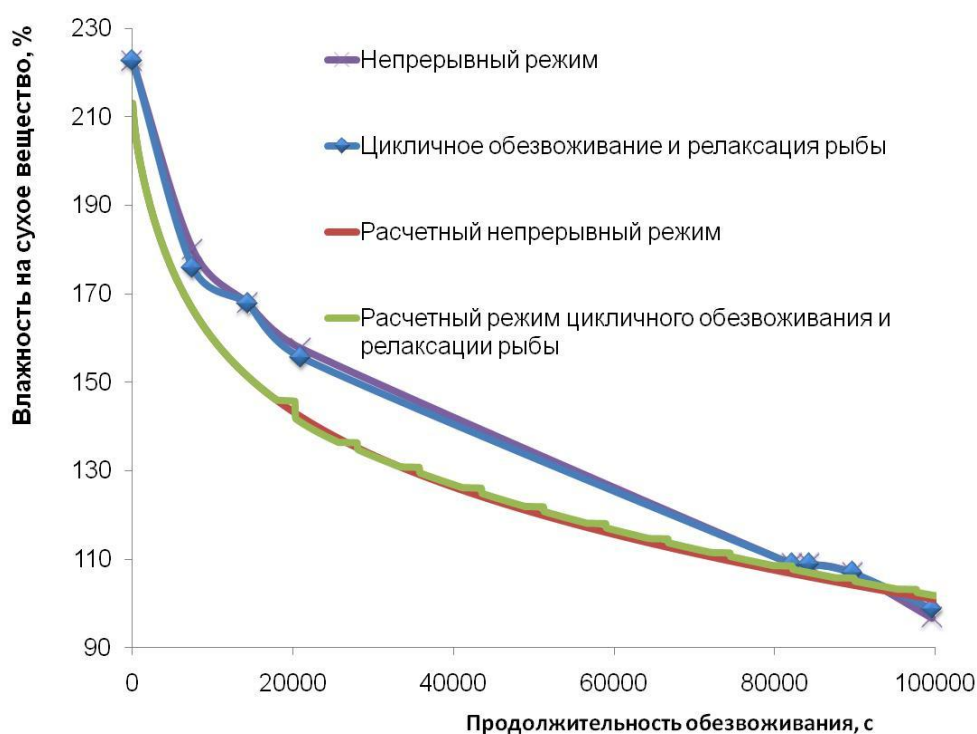


Рис.1 - Кривые кинетики для непрерывного и циклического обезвоживания рыбы.

Таким образом, предлагаемая методика позволяет, не проводя экспериментальных работ, строить кривые кинетики непрерывного и циклического обезвоживания рыбы для процессов холодной сушки рыбы. С помощью данной методики имеется возможность расчетным путем находить рациональные режимы «пунктирного» обезвоживания. Применение данных режимов позволяет получить продукт высокого качества при экономии электроэнергии до 12 % и увеличении ресурса работы коптильно-сушильного оборудования в сравнении с непрерывным процессом.

#### 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. 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.

## ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ПУНКТИРНОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ РЫБЫ

Аминов В. А.<sup>1</sup>, Ершов М. А.<sup>2</sup>, Похольченко В. А.<sup>3</sup>, Селяков И. Ю.<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>г. Мурманск, МГТУ, кафедра Автоматики и вычислительной техники; <sup>2</sup>г. Мурманск, МГТУ, кафедра Технологий пищевых производств; <sup>3</sup>г. Мурманск, МГТУ, кафедра Технологического и холодильного оборудования)

**Abstract.** A computer program for calculating the "dotted" dewatering processes fish for cold smoking and drying fish. The use of technology, "dotted" dehydration can reduce the electricity consumption for the production of dried and smoked products by 8-12% as compared to conventional technology. The computer program allows the calculation without conducting experimental studies to determine the rational modes of "dotted" dehydrated fish.

Процесс холодного копчения рыбы складывается из трёх основных составляющих: обезвоживания материала, проникновения в тело рыбы коптильных веществ и незначительных температурных изменений, связанных с нагреванием полуфабриката до температуры от 20 до 35 °С. Известно, что основным фактором, определяющим время холодного копчения, является обезвоживание рыбы. Именно внутреннее распределение влаги влияет на все проводящие свойства продукта и лимитирует общее время обезвоживания в процессах вяления, сушки и холодного копчения рыбы. Поэтому, стремясь оптимизировать технологические характеристики данных процессов (например, минимизировать время процесса, снизить затраты энергоресурсов или рабочей среды), необходимо, прежде всего, найти и обосновать наилучшие способы обезвоживания материала.

Традиционная технология производства вяленой продукции предусматривает включение в процесс временных интервалов, когда подача теплоносителя в установку прекращается. Это рекомендуется делать для предотвращения пересыхания поверхности объекта обезвоживания. Во время таких выдержек происходит перераспределение влаги внутри продукта. Скорость выравнивания влаги в теле будет определяться как свойствами самого объекта обезвоживания, так и свойствами окружающей его среды. В литературных источниках нет достаточных сведений, позволяющих рационально использовать временные интервалы выдержки в процессах холодного копчения, вяления и сушки рыбы. Внедрение «пунктирного» обезвоживания в производство затруднено из-за отсутствия расчетных методик данного способа обезвоживания и сложностью экспериментального поиска оптимальных режимов. В учебно-экспериментальном цехе МГТУ были проведены работы по выявлению эффективности предлагаемой технологии «пунктирного» обезвоживания. Данная технология апробировалась на

универсальной коптильно-сушильной установке (УКСУ). В качестве объектов обезвоживания использовались камбала-ерш, путассу и морской окунь [1].

На основе методики нахождения распределения влажности по толщине рыбы в течение процесса обезвоживания разработана компьютерная программа расчета "пунктирного" обезвоживания [2]. Рассмотрим расчет "пунктирного" обезвоживания с помощью программы на примере вяления мойвы. На первом этапе производится расчет параметров непрерывного процесса. Для этого необходимо ввести в программу начальные данные: начальная влажность рыбы на общую массу  $W_0 = 69\%$ ; удельная поверхность  $S/M = 0,24 \text{ м}^2/\text{кг}$ ; жесткость режима  $Xp = 12,5$ ; толщина рыбы  $b = 12$ , мм. Программа предусматривает задание диапазона построения графиков обезвоживания по продолжительности процесса либо до конечной влажности объекта сушки. Окно ввода начальных данных в программу представлено (рис. 1). На этом этапе необходимо подобрать значение произведения  $a_{k1} \cdot a_{k2}$  ( $a_{k1}$  – коэффициент диффузии влаги, соответствующий критической влажности  $\omega_{k1}$ ,  $a_{k2}$  – коэффициент диффузии влаги, соответствующий критической влажности  $\omega_{k2}$ ). Произведение  $a_{k1} \cdot a_{k2}$  подбирается таким образом, чтобы обеспечить максимальное совпадение кривых кинетики текущей и средней по слоям (рис. 1). В окне «Программа расчета параметров непрерывного обезвоживания» имеется возможность вывода на экран графиков кинетики обезвоживания по слоям рыбы. Для этой цели необходимо выбрать в нижней части окна программы необходимый слой, нажав кнопку «показать». В программе реализована функция «Cursor». Выбрав этот параметр можно выводить на экран координаты любой точки на полученных графиках. Функция «Zoom-Box» дает возможность увеличения выбранной области графика. Кнопка «Другие графики» осуществляет переход в окно программы «График зависимости коэффициента диффузии ( $am$ ) от влажности ( $W$ )». Нажав кнопку «Следующий график» осуществляется переход в окно «График послойной влажности». В этом окне можно построить кривые распределения влажности по толщине рыбы для заданного момента времени обезвоживания. Возврат в основное окно осуществляется нажатием кнопок «Предыдущий график» и «Вернуться в основную форму». После корректировки произведения  $a_{k1} \cdot a_{k2}$  осуществляется переход в окно программы расчетов параметров "пунктирного" обезвоживания через вкладку «программа» на основной панели (рис. 2). В этом окне имеется возможность задать программе постоянные интервалы олтежки (релаксации объекта обезвоживания) либо переменные. В данном примере осуществлен расчет с постоянными параметрами релаксации рыбы по схеме: непрерывная начальная фаза 5 часов, последующие циклы релаксации продолжительностью 0,6 часа и обезвоживания - 1,5 часа.

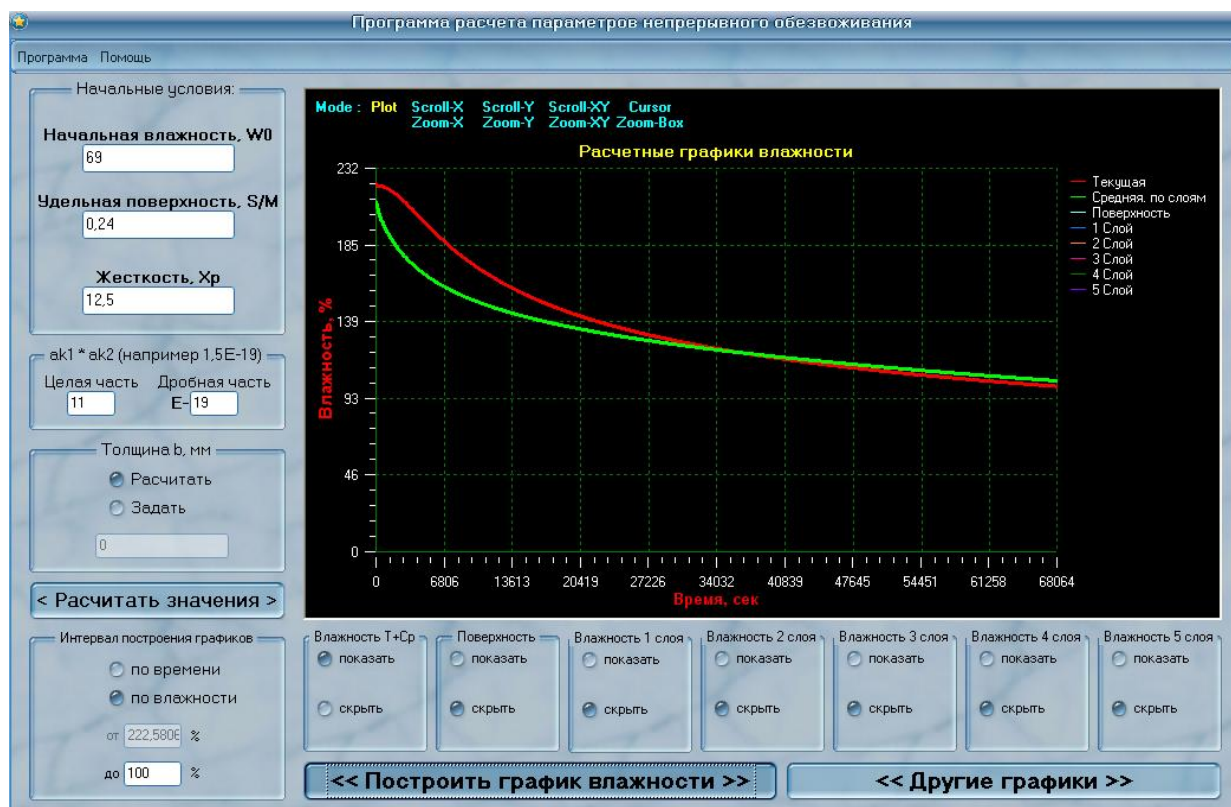


Рис.1 Окно программы расчета непрерывного обезвоживания.

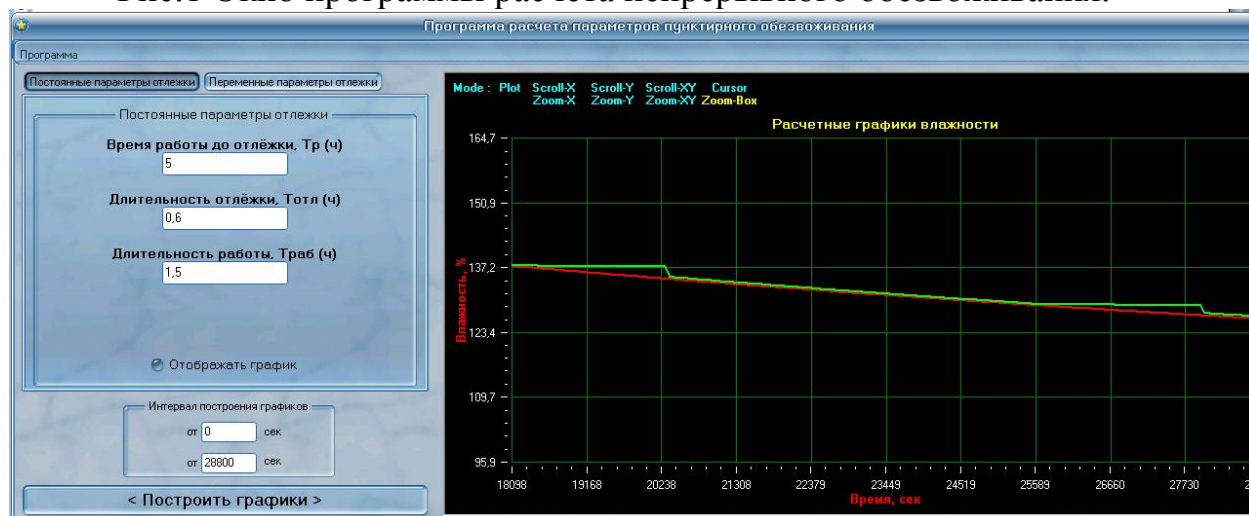


Рис.2 Окно программы расчета параметров «пунктирного» обезвоживания.

На рис. 2 показан фрагмент графиков непрерывного обезвоживания (кривая красного цвета) и «пунктирного» обезвоживания (кривая зеленого цвета). Данный фрагмент временного интервала кривых кинетики обезвоживания получен с помощью функции «Zoom-Box».

Таким образом, программа расчета параметров обезвоживания рыбы позволяет, не проводя экспериментальных работ, строить кривые кинетики непрерывного и «пунктирного» обезвоживания рыбы. Программа применима для процессов холодной сушки рыбы. С помощью

данной программы имеется возможность расчетным путем находить рациональные режимы «пунктирного» обезвоживания. Применение данных режимов позволяет получить продукт высокого качества при экономии электроэнергии до 12 % и увеличении ресурса работы коптильно-сушильного оборудования в сравнении с непрерывным процессом.

**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.



**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЦЕНТРЕ И НА ПОВЕРХНОСТИ РЫБЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ СУШКИ ГИДРОБИОНТОВ**

**Вотинов М. В.<sup>1</sup>, Ершов М. А.<sup>2</sup>** (<sup>1</sup>г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ; <sup>2</sup>г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТПП)

**Abstract.** The article presents researches of temperature regularities in the center and on the surface of the fish with various drying modes of hydrobionts.

В процессе сушки гидробионтов имеет место процесс обезвоживания, в течение которого полуфабрикат теряет свою массу. Процесс потери массы не одномерен по времени. Ускорение процессов обезвоживания гидробионтов возможно с интенсификацией процессов внутреннего массопереноса. Интенсивность процесса обезвоживания зависит от геометрических размеров тела, химического состава и режимных параметров сушки. [3] Однако необходимо учитывать, что увеличение температурного режима сушки может привести к резкому перепаду температур между поверхностью ( $T_{пов}$ ) полуфабриката и его центром  $T_{вн}$ , что будет препятствовать внутренней диффузии влаги.

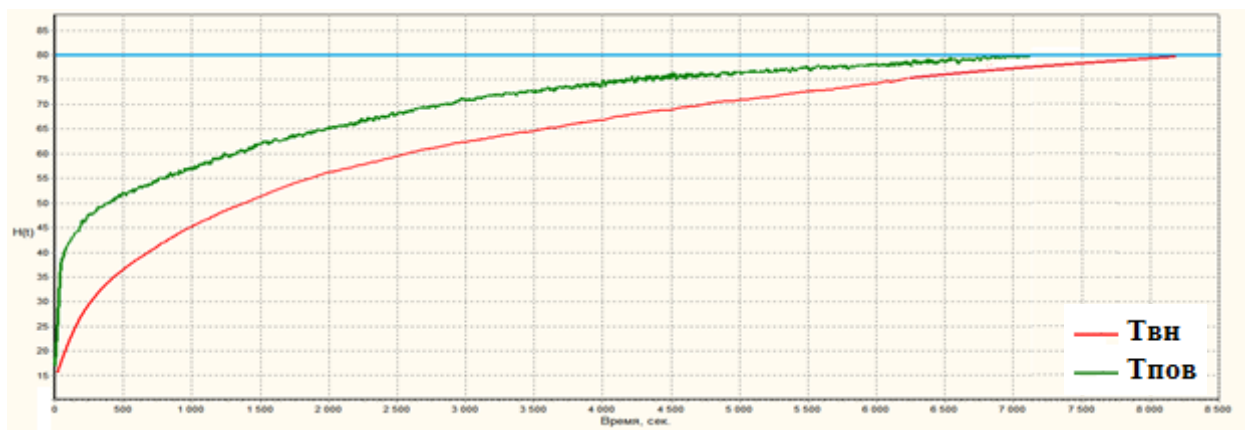
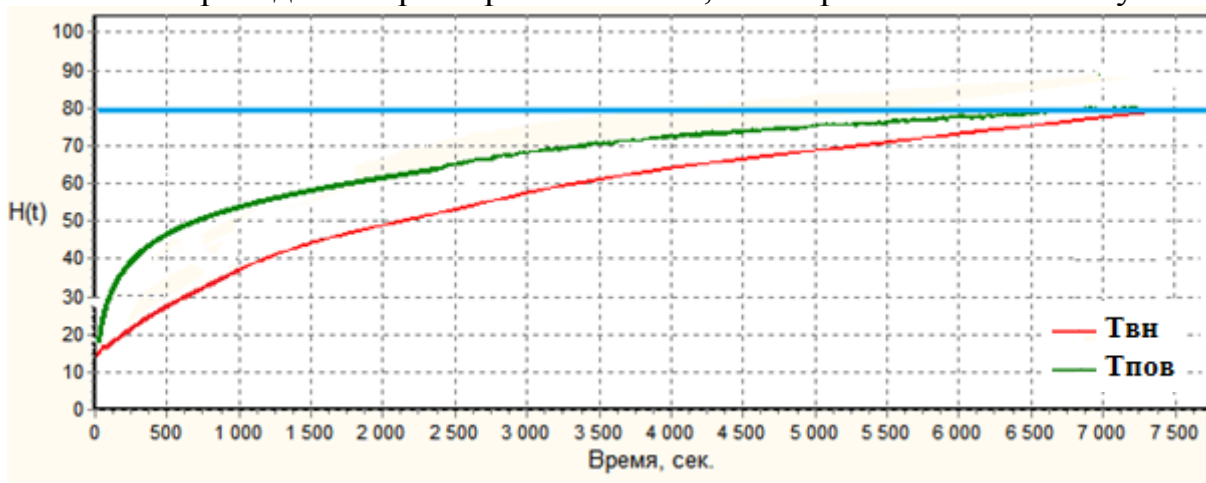
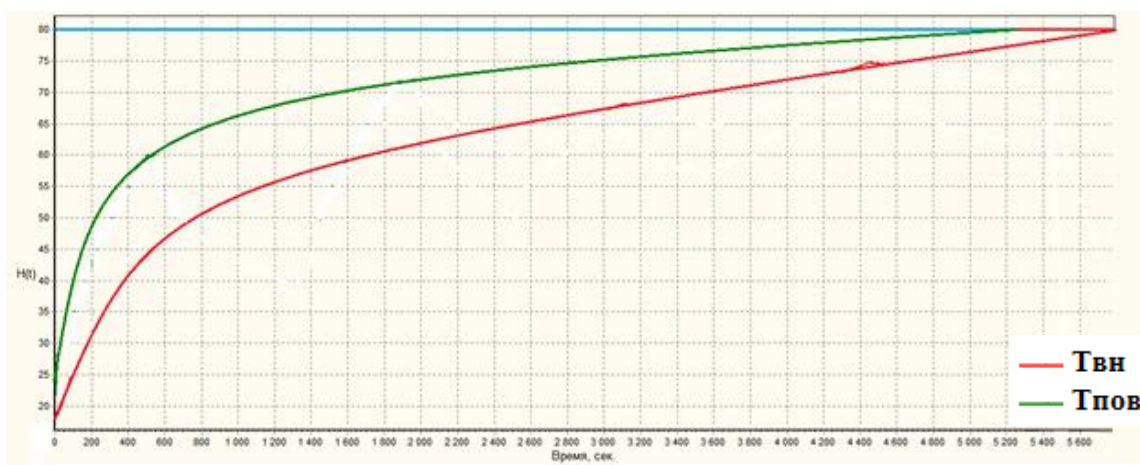
Для оценки влияния различных режимов сушки (конвективная, инфракрасная, комбинированная сушка) как на нагрев поверхности полуфабриката, так и его прогрев изнутри на малогабаритной сушильной установке была проведена серия экспериментов, в ходе которой исследовались образцы рыб с торпедовидной формой тела.

Температура поверхности полуфабриката определялась на основе разработанного и запатентованного устройства для непрерывного бесконтактного измерения температуры на основе инфракрасных датчиков температуры [1]. Как показали проведённые ранее исследования, применение инфракрасных датчиков температуры в пищевой промышленности позволяет добиться высокой точности измерений при высоком быстродействии [2].

В экспериментах использовались образцы сельди, путассу и трески, контрольная масса которых составляла соответственно 186 г., 132 г., 650 г. Начальная влажность образцов составляла 64,2 %, 74,6 %, 70,3 % а содержание соли 3,2 %, 3,2 %, 3,3 % соответственно.

Системой автоматического управления малогабаритной сушильной установки поддерживалась температура в термокамере на уровне 80 °С при режиме рециркуляции воздушных потоков.

Графики переходных процессов, показывающие изменение температуры на поверхности и внутри сырья для путассу, приведены на рисунках 1-3.

Рис. 1 – Переходные характеристики  $T_{пов}$ ,  $T_{вн}$  при конвективной сушкеРис. 2 – Переходные характеристики  $T_{пов}$ ,  $T_{вн}$  при инфракрасной сушкеРис. 3 – Переходные характеристики  $T_{пов}$ ,  $T_{вн}$  при комбинированной сушке.

Представленные графики переходных процессов наглядно демонстрируют изменение температур на поверхности ( $T_{пов}$ ) и внутри ( $T_{вн}$ ) полуфабриката. Скорость прогрева поверхностного слоя всегда выше, чем у внутреннего слоя. Вид графиков при сушке сельди и трески аналогичен, отличается только продолжительностью технологического процесса.

Прогрев поверхностного слоя сырья зависит прежде всего от поддерживаемой температуры в термокамере малогабаритной сушильной установки и от используемых исполнительных механизмов, будь то инфракрасные лампы или трубчатые электронагреватели. Изменение внутренней температуры сырья более сложный процесс, зависящий от ряда физических и химических процессов, протекающих в мясе рыбы.

Проведённые исследования позволяют математически описать переходные характеристики изменения внутренней температуры для данных образцов рыб.

Очевидно, что постоянная времени  $T$ , определяющая переходный процесс изменения переменной  $T_{вн}$  зависит как от режима сушки, так и от размеров и массы используемых образцов рыбного сырья.

С использованием статистического программного обеспечения «Statgraphics Plus» для каждого режима работы малогабаритной сушильной установки были установлены корреляционные зависимости между удельной поверхностью образцов рыбы ( $s/m$ ,  $m^2/kg$ ) и постоянной времени  $T$  (в сек). Полученные уравнения корреляционных зависимостей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Корреляционные зависимости между постоянной времени  $T$  и удельной поверхностью гидробионтов.

Режим	Зависимость
Конвективная сушка	$T = 306658 - 3.21 \cdot 10^6 \cdot (s/m) + 7.95 \cdot 10^6 \cdot (s/m)^2$
Инфракрасная сушка	$T = 263492 - 2.76 \cdot 10^6 \cdot (s/m) + 6.85 \cdot 10^6 \cdot (s/m)^2$
Комбинированная сушка	$T = 204667 - 2.15 \cdot 10^6 \cdot (s/m) + 5.31 \cdot 10^6 \cdot (s/m)^2$

Полиномная регрессия с вероятностью 99,8% воспроизводит зависимость постоянной времени  $T$  от удельной поверхности гидробионтов. Средняя абсолютная ошибка равна 0,02.

Таким образом, по полученной корреляционной зависимости можно определить постоянную времени прогрева внутренних слоев рыбы с различной удельной поверхностью. Безусловно, полученную корреляционную зависимость можно усовершенствовать, связывая постоянную времени  $T$  не только с удельной поверхностью гидробионта, но и с начальным содержанием влаги и соли, скоростью сушильного агента. Дальнейшее моделирование технологического процесса позволит исключить перепады температур между поверхностью полуфабриката и его центром при создании интенсифицированных режимов сушки.

#### Литература:

1. Пат. 109559 Российская Федерация, Устройство для непрерывного бесконтактного измерения температуры / Вотинин М.В., Маслов А.А.; заявитель и патентообладатель ФГОУВПО "Мурман. гос.

техн. ун-т. Заявка № 2011114739/28; заявл. 14.04.2011; опубл. 20.10.2011, Бюл. № 29. – 10 с. : ил.

2. Специфика использования инфракрасных датчиков температуры в пищевой промышленности / М.В. Вотинков, М.А. Ершов // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов – Курск, 2011.

3. Технология рыбы и рыбных продуктов: Учебник для вузов /В. В. Баранов, И. Э. Бражная, В. А. Гроховский и др.; Под ред. А. М. Ершова. — СПб.: ГИОРД, 2005. – 966 с.: ил.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИКИ ПОТОКА ПРИ ПОСОЛЕ РЫБЫ В ЦИРКУЛИРУЮЩЕМ ТУЗЛУКЕ.

Глазунов Е. А., Дьяков А. В. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТХО*)

Одной из приоритетных задач в развитии рыбоперерабатывающей промышленности является разработка новых технологических машин и аппаратов и совершенствование существующих технологических процессов. Совершенствование процесса посола для получения соленой рыбы и слабосоленого полуфабриката, однородных по содержанию соли в заданных пределах остается актуальной задачей.

В линиях производства соленой рыбной продукции или полуфабриката для последующей термической обработки (копчения, вяления и т.п.), для посола чаще всего применяются посольные ванны, где ведут посол рыбы в тузлуке слоем несколько рядов. Распространение тузлучного посола при обработке сырья объясняется его высокой технологичностью. Этот способ легко механизуется, имеет меньше ручного труда, может быть контролируемым. Способ обеспечивает быстрое просаливание, позволяет получать соленый полуфабрикат высокого качества. К тому же, тузлучный посол является прерванным насыщенным посолом, он обуславливает быструю потерю сырого вкуса и более позднее наступление стадии перезревания, что важно для готовой продукции.

Целью данного исследования является разработка методики инженерного расчета установок посола рыбы в циркулирующем тузлуке.

Задача: проведение экспериментов по исследованию гидродинамики при посоле мелкой рыбы и установление влияния скорости циркуляции тузлука на технико – экономические показатели процесса просаливания рыбы.

Из анализа существующих способов посола рыбы и методов их интенсификации вытекает, что повышение эффективности работы установок для посола рыбы невозможно без интенсификации массообмена между рыбой и тузлуком. Известно, что интенсивность массообмена в значительной степени зависит от скорости движения тузлука относительно поверхности рыбы. Скорость циркуляции может быть повышена увеличением расхода тузлука через слой рыбы или применением различных перемешивающих устройств.

Посол рыбы в слое достаточно подробно рассмотрен в работах Димовой В.В., однако автор рассматривал посол в слое с технологической точки зрения и не рассматривал гидродинамику рыбного слоя в тузлуке по сути определяющую кинетику процесса просаливания. К тому же слой рыбы в экспериментах оставался не подвижным.

НПО «Югрыбтехцентр» разработало способ посола рыбы с периодической подачей тузлука, который обеспечивает ускорение просаливания ее примерно в два раза. Сущность способа заключается в последовательном повторении операции прокачивания насыщенного тузлука через слой рыбы и операции выдерживания рыбы без тузлука. Для посола рыбы создана посольная линия Н10-ИЛП-5, при этом посол производится в ваннах. В результате вертикальной циркуляции тузлука в ваннах создается одинаковое температурное поле, исключаются застойные зоны и обеспечиваются условия для получения продукции с однородной соленостью. Для работы линии требуется в два раза меньшее количество тузлука, чем при обычном чановом посоле. Применение данной линии сокращает длительность просаливания в 2 или даже в 3 раза. Однако в данном случае слой рыбы остается неподвижным и наблюдается фильтрация тузлука через слой рыбы. По мнению авторов, организация посола рыбы во взвешенном слое позволит повысить эффективность процесса.

Рыба, при тузлучном посоле практически представляет собой двухфазную систему твердых частиц (рыбы) и жидкости. Прохождение воды через слой рыбы аналогичен процессу фильтрации. В промышленности, и в частности в пищевой, встречается много процессов теплообмена через фильтрующий слой. Самый эффективный способ интенсификации этих процессов - это применение взвешенного слоя. Получение взвешенного слоя основано на уравнивании сил, действующих на частицы давлением среды. Во взвешенном слое частицы твердого материала плавают в потоке жидкой фазы, пульсируют, совершают вихревые движения и данная двухфазная система значительно турбулизуется. Турбулизация системы обеспечивает интенсивный процесс массообмена между частицами и средой, и практическое равенство условий массообмена во всем объеме слоя. Поэтому, с точки зрения интенсификации массообмена между рыбой и тузлуком целесообразно его проводить во взвешенном слое.

Практическое использование техники псевдооживления в промышленности началось около полувека назад. Однако теория процессов во взвешенном слое разработана в основном для мелкодисперсных, газовых систем.

Рыбный слой представляет собой разновидность зернистой среды с макроструктурой, и движение жидкости в нем подчиняется законам фильтрации. Точное, аналитическое решение дифференциального уравнения движения жидкости сквозь слой рыбы неосуществимо, так как реальный рыбный слой чаще всего состоит из рыб неправильной формы различных размеров. При этом трудно задать условия однозначности. Исследования в этой области направлены на создание совершенной модели структуры зернистого материала. Но более точных результатов

можно добиться только в эксперименте. Поэтому целесообразно в качестве метода исследования использовать теорию подобия. Поскольку при малых скоростях потока, наблюдается фильтрация тузлука через слой рыбы, то для создания методики инженерного расчета системы тузлучного посола, необходимо так же исследовать гидродинамику неподвижного рыбного слоя. Такие исследования позволят провести технико - экономическое сравнение обоих способов циркуляции тузлука.

Для неподвижного дифференциальное уравнение установившегося движения несжимаемой жидкости имеет вид (уравнение Новье-Стокса для одномерного движения жидкости):

$$-\frac{dP}{dx} + \mu \frac{d^2W}{dx^2} + \rho g = \rho W \frac{dW}{dx} + \rho \frac{dW}{d\tau}$$

где  $\rho$  -плотность среды, кг/м<sup>3</sup>;

$\mu$  -динамическая вязкость, Па.с;

P- давление, Па;

W-скорость движения, м/с;

x –координаты, м;

$\tau$  - время, с.

Для приведения уравнения к безразмерному виду разделим все

члены на  $\rho W \frac{dW}{dx}$ , в результате получим:

$$-\frac{dP}{\rho W dW} + \mu \frac{d^2W}{dx \rho dW} + \frac{g dx}{W dW} - \frac{dx}{W d\tau} = 1$$

Вычеркнем символы дифференцирования и символы, характеризующие направление (замена x не ориентированным в определенном направлении размером L)

$$-\frac{P}{\rho W^2} + \frac{\mu}{L \rho W} + \frac{gL}{W^2} - \frac{L}{W \tau} = 1$$

Из первого слагаемого получим критерий Эйлера – Eu, из второго слагаемого – критерий Рейнольдса: 1/Re, из третьего – критерий Фруда: Fr, из четвертого – критерий временного подобия (гомохорность): Но. Определяющим критерием в уравнении подобия будет критерий Эйлера, так как давление P не входит в условие однозначности. Остальные критерии будут определяющими. Таким образом, имеем

$$Eu = C Re^n Fr^m Но^k (L/dk)^l,$$

где L/dk – симплекс геометрического подобия, отношение длины каналов L между рыбами в слое к эквивалентному каналов dk.

В данном случае процесс с точки зрения гидродинамики будет стационарным, поэтому критерий гомохорности можно исключить из уравнения подобия. Отношение L/d удобней заменить пропорциональным ему отношением H/d, то есть отношением высоты рыбного H слоя к эквивалентному диаметру рыбы d. Для рассматриваемого случая гидродинамика определяется в основном силами инерции и трения и

влияние силы тяжести здесь незначительно, поэтому из уравнения можно так же исключить критерий  $Fr$ .

Таким образом, получаем уравнение подобия:

$$Eu = CRe_n(H/d)^m,$$

Для получения окончательного вида уравнения фильтрации тузлука через слой рыбы при ее посоле в циркулирующем тузлуке, в экспериментах необходимо определить значения коэффициента пропорциональности «С» и показателей степеней «n и m».

Для взвешенного рыбного слоя трудно составить дифференциальное уравнение гидродинамики процесса и определить условия однозначности. Поэтому для вывода критериального уравнения процесса воспользуемся методом анализа размерностей. Из предварительных исследований известно, что гидродинамическое сопротивление взвешенного слоя зависит от скорости среды –  $W$ , размеров и формы частиц –  $d$ , свойств среды: вязкости –  $\mu_c$ , плотности –  $\rho_c$ , плотности частиц (рыбы) –  $\rho_p$ , а так же отношения высоты слоя к эквивалентному диаметру частиц –  $H/d$ . Таким образом, можно записать:

$$\Delta P = f(W, d, \mu_c, \rho_c, \rho_p, H/d)$$

С использованием положений теории размерностей, получено следующее обобщенное уравнение, описывающее гидродинамику взвешенного рыбного слоя:

$$Eu = CRe_nAr_m(H/d)^l,$$

Для получения окончательного вида уравнения гидродинамики взвешенного рыбного слоя при посоле в циркулирующем тузлуке, в экспериментах необходимо определить значения коэффициента пропорциональности «С» и показателей степеней «n и m».

Для проведения научных экспериментов на кафедре Технологического и холодильного оборудования изготовлена установка 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

Получение конкретных уравнения описывающих гидродинамику процесса посола в циркулирующем тузлуке позволит в дальнейшем



создать методику инженерного расчета установок для посола рыбы в циркулирующем тузлуке.

**Литература:**

1. Карпов В.И. Технологическое оборудование рыбообрабатывающих предприятий: Учеб. пособие для ВУЗов по спец. 1706 "Машины и аппараты пищевых производств". М.: Колос, 1993. 18 с.
2. Леванидов Н.П., Ионас Г.П., Слуцкая Т.Н. Технология соленых, копченых и вяленых рыбных продуктов, М., ВО «Агропромиздат», 1987 – 159с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ РЫБЫ НА РЫБОПРОМЫСЛОВЫХ СУДАХ

Голубев Б.В., Шутов А.В., Глазунов Е.А. (г. Мурманск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», кафедра ТХО, профессор)

На рыбопромысловых судах для предварительного охлаждения рыбы установлены цистерны рыбоохладители с трубчатыми батареями охлаждения, которые при температуре пульпы (смеси воды и рыбы)  $8^{\circ}\text{C}$  работают не эффективно. С целью повышения эффективности охлаждения смеси воды и рыбы от  $8^{\circ}\text{C}$  до  $2^{\circ}\text{C}$  предлагается заменить трубчатые теплообменники на систему охлаждения, состоящую из льдогенератора, смесителя воды чешуйчатого льда и вихревого теплообменного насоса, что значительно сократит на промысловых судах расход холода и следовательно топлива.

В период затяжного кризиса в рыбодобывающей промышленности Российской Федерации проблема быстрого и глубокого предварительного охлаждения рыбы становится еще более важной и актуальной. Только быстрое и глубокое предварительное охлаждение рыбы позволяет получить высококачественное замораживание рыбного сырья и затем приготовить из него высококачественные пищевые рыбные продукты.

Для дальнейшего совершенствования системы предварительного охлаждения рыбы на рыбопромысловых судах необходимо выбрать самую совершенную систему на сегодняшний день и проанализировать ее работу.

Считаем, что самая совершенная система предварительного охлаждения рыбы была установлена на рыбопромысловых судах типа «Атлантик» и Суператлантик типа «Манзунд», постройки Германской демократической республики [1]. На судах этого типа были установлены четыре цистерны рыбоохладителей, вмещающие 46 тонн воды и 24 тонны рыбы. Каждая цистерна имеет одну пристенную батарею охлаждения, изготовленную из труб диаметром  $32 \times 3,5$  мм.

Циркуляция воды через эти батареи охлаждения производилась с помощью сжатого воздуха, который подавался в коллекторы с соплами расположенными под трубчатыми батареями охлаждения. Воздух в каждый коллектор с соплами подавался от ротационной воздуходувки. Производитель одной ротационной воздуходувки  $300 \text{ м}^3/\text{час}$ . Одной такой воздуходувки хватает на водоохладители двух цистерн рыбоохладителей.

Сжатый воздух осуществляет циркуляцию воды через трубчатые охладители воды, в результате чего вода быстро охлаждается. Кроме того на этом типе судов имеется еще одна цистерна емкостью  $15 \text{ м}^2$  с двумя пристенными трубчатыми батареями охлаждения. Эта цистерна для охлаждения морской воды называется накопительной. Вода в этих четырех цистернах рыбоохладителей за 3 часа охлаждается от  $20$  или  $25^{\circ}\text{C}$  до  $2^{\circ}\text{C}$ , вода в накопительной цистерне охлаждается от  $20$  или  $25^{\circ}\text{C}$  до  $2^{\circ}\text{C}$  за 2 часа при температуре рассола минус  $2$  (минус  $8^{\circ}\text{C}$ ).

В каждую цистерну рыбоохладителей с предварительно охлажденной водой до  $+2^{\circ}\text{C}$  подается с палубы через специальные люки 6 тонн рыбы с температурой 20 или  $25^{\circ}\text{C}$ . В связи с тем, что температура рыбы высокая, а ее общая поверхность по сравнению с поверхностью трубчатых водоохладителей в несколько раз больше, теплоприток от рыбы к холодной воде, значительно превышает теплоотвод трубчатыми водоохладителями. В результате температура, охлаждающей морской воды, начинает повышаться.

Этот теплообмен можно хорошо выразить формулой теплового баланса:

$$G_{\text{Р}} \times c_{\text{Р}} (t_{\text{НР}} - t_{\text{КР}}) \gg G_{\text{В}} \times c_{\text{В}} (t_{\text{КВ}} - t_{\text{НВ}})$$

где  $G_{\text{Р}}$  и  $G_{\text{В}}$  – массы рыбы и воды, кг.

$c_{\text{Р}}$  и  $c_{\text{В}}$  – теплоемкость рыбы и воды, кДж/(кг·К);

$t_{\text{НР}}$  и  $t_{\text{НВ}}$  – начальные температуры рыбы и воды, К;

$t_{\text{КР}}$  и  $t_{\text{КВ}}$  – конечные температуры рыбы и воды, К.

Наши эксперименты показали, что рыба с температурой 20 или  $25^{\circ}\text{C}$  в охлажденной морской воде охлаждается до  $8^{\circ}\text{C}$ , а вода нагревается до температуры  $6^{\circ}\text{C}$ . В связи с тем, что дальнейшего охлаждения рыбы и воды будет идти неэффективно, нагретую до  $8^{\circ}\text{C}$  воду сливают за борт, а из накопительной цистерны вода с температурой  $2^{\circ}\text{C}$  переливается в цистерну с рыбой, охлажденной до  $8^{\circ}\text{C}$ , в результате чего рыба охлаждается до температуры близкой к  $2^{\circ}\text{C}$ . Таким образом, для охлаждения 6 тонн рыбы, используется 24 тонны воды предварительно охлажденной до  $2^{\circ}\text{C}$ . Отсюда видно, что массовое отношение рыбы и воды составляет  $G_{\text{Р}} - Q_{\text{В}} = 1 : 4$ . То есть из-за несовершенства системы охлаждения воды необходимо охлаждать большие массы воды. На плавучих консервных заводах французской постройки типа «Наталья Ковшова» отношение массы рыбы и воды составляет 1:1, т.е. 9 тонн рыбы и 9 тонн воды.

Эта система охлаждения из-за невысокой скорости охлаждения рыбы непригодна для промысловых судов, поэтому в нашем случае и не рассматривается. Однако такое отношение массы рыбы и воды вполне было бы желательно при более совершенной системе охлаждения. Лишний расход охлаждающей морской воды приводит к большому дополнительному расходу холода на рыбопромысловых судах.

В связи с тем, что при температуре воды  $8^{\circ}\text{C}$  трубчатые теплообменники работают очень неэффективно нами для охлаждения воды и рыбы выбран чешуйчатый лед, вырабатываемый льдогенераторами. Чешуйчатый лед имеет большую удельную поверхность и, следовательно, может быть использован для быстрого и эффективного охлаждения рыбы и охлаждающей морской воды на рыбопромысловых судах.

Опыт показывает, что льдогенераторы установленные над цистерной рыбоохладителя, в которой находится рыба с охлаждающей водой, при

температуре  $8^{\circ}\text{C}$  массовым отношением рыбы и воды 1:2, т.е. 6 т рыбы и 12 т воды не достаточно эффективен. Чешуйчатый лед в зазорах между поверхностями рыбы плохо омывается водой и как следствие затрудняет отвод тепла от поверхности рыбы. Эффективно охлаждает рыбу вода, не содержащая чешуек льда. Морскую воду необходимо охлаждать чешуйчатым льдом вне цистерны рыбоохладителя.

Для предотвращения слипания чешуйчатого льда в снежные комья необходимо использовать турбовихревой теплообменник – насос, в котором будет происходить полное плавление чешуек льда. Охлажденная вода в чистом виде будет поступать в цистерну рыбоохладителя. При интенсивном перемешивании пульпы (смеси воды и рыбы) будет происходить интенсивное охлаждение от  $8^{\circ}\text{C}$  до  $2^{\circ}\text{C}$ .

В результате можно сделать несколько выводов:

1. В связи с тем, что поверхностные трубчатые охладители воды в цистернах рыбоохладителей работают неэффективно при температуре пульпы (смеси воды и рыбы)  $8^{\circ}\text{C}$  и массовом отношении рыбы и воды 1:2, т.е. 6 т рыбы и 12 т воды. Происходит неоправданный перерасход холода и как следствие увеличение расхода топлива на рыбопромысловых судах.

2. Использование теплообменников льдогенераторов и турбовихревых теплообменников – насосов, для смешивания воды и чешуйчатого льда, повысит эффективность охлаждения и качество пищевых рыбных продуктов.

### **Литература**

1. Кан А.В., Матвеев В.И. Холодильное оборудование рыбопромышленного флота. М., Пищ. промышленность, 1974. с.74-76.

2. 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.

## **К ВОПРОСУ О НАУЧНОМ ОБОСНОВАНИИ РЕЖИМА СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ ИЗ КИЖУЧА В ПОЛИМЕРНОЙ УПАКОВКЕ**

**Долбнина Н. В., Швидкая З. П., Шульгина Л. В., Солодова Е.А.**  
(г. Владивосток, ФГУП «ТИНРО – Центр», лаборатория микробиологии)

### **Abstract**

The positive results on the use of combined plastic bags (net weight 250 g) in canned technology "silver salmon fillets natural delicacy." Scientifically based mode of sterilization (7.6 conv. Min.), which provides microbiological stability for 36 months.

Использование современных полимерных упаковок в технологии консервов позволяет не только решать проблему повышения качества продукции, но и получить экономические выгоды, о чем свидетельствуют результаты исследований проводимых как у нас в стране, так и за рубежом [1-6].

В зависимости от назначения мягкие упаковки могут быть разной формы и размера. Для приготовления консервов обычно применяют упаковку в виде пакета.

Как отмечают исследователи, наибольшие технологические трудности представляет проведение операции самой стерилизации [1-3]. При температуре свыше 100 °С внутри упаковки образуется высокое избыточное давление, достигающее порой 0,2-0,3 МПа, и в обычных условиях сварные швы не могут выдержать такое давление. Поэтому в течение всего процесса стерилизации применяют регламентированный режим противодействия, компенсирующий избыточное давление газообразных веществ (воздух, пары воды и др.) внутри упаковки. При проведении процесса стерилизации пищевых продуктов в пакетах особое внимание должно уделяться вакуумированию упаковки перед стерилизацией; обеспечению возможной максимальной прочности сварных швов пакетов; соблюдению оптимального режима противодействия в автоклаве в течение всего процесса стерилизации – от подъема температуры – до охлаждения пакетов.

Учитывая рекомендации по технике ведения процесса стерилизации в полимерной таре, проведены исследования по научному обоснованию режима стерилизации натуральных консервов «Кижуч филе натуральный деликатесный», расфасованных в полимерные комбинированные пакеты размером 15x13 см. отвечающие требованиям, предъявляемым к таре используемой для этих целей (ТУ 2297-001-62024258-2002 «Пакеты комбинированные»).

Комбинированные пакеты, предназначенные для стерилизации, изготовлены из пленки полиэтилен – терефталат - алюминиевая фольга - полиэтилен методом термосваривания.

Толщина слоя продукта была определена экспериментальным путем, с учетом оптимального использования емкости пакета и составила 20-25 см. Это согласуется с данными, полученными другими исследователями [2,3], которые считают, что толщина пакета должна быть не более 3/4 дюйма (19,05 мм.). Это обеспечивает значительное сокращение процесса стерилизации (на 30%) и соответственно снижение тепловой нагрузки на продукт.

При разработке технологии консервов в комбинированных пакетах «Кижуч филе натуральный деликатесный», исследователями Дальрыбвтуза были предусмотрены следующие обязательные процессы, такие как:

- порционирование рыбы на филе-кусочки, массой не более 250 г и толщиной до 25 см;
- предварительный посол филе-кусочков в солевом растворе;
- фасование филе-кусочков массой 250 г (допускается 1-2 довеска до требуемой массы).
- запаивание швов пакета на вакуумупаковочной машине.

Для стерилизации пакетов, прочность сварного под вакуумом шва которых оказалась достаточно высокой, использовали обычные автоклавы: лабораторный медицинский АВ-30 и промышленный горизонтальный типа АВ-2 (стерилизация паром, охлаждение водой с противодавлением). Заполнение корзины с пакетами производили с учетом поштучного фиксирования пакетов для полного доступа греющего агента (пара).

Все этапы исследований по научному обоснованию режима стерилизации проведены в основном в соответствии с действующей инструкцией [8].

Для измерения температуры в пакете использовали специальную конструкцию (Рис 1.).

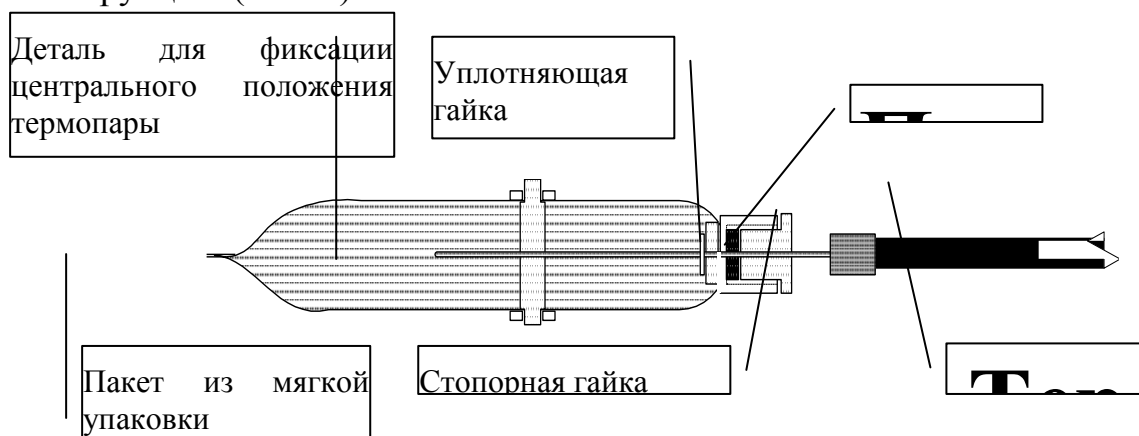


Рис. 1. Схема введения термодатчика в пакет.

Наименее прогреваемую точку продуктов, расфасованных в пакеты, определили экспериментальным путем. Фиксировали прогрев содержимого термопарой введенной в середину толщины пакета в центре длины, на 2/8 длины и 3/8 длины пакета.

Отклонение величины фактической летальности (F) не превышавшее требуемые  $\pm 1$  усл. мин., было достигнуто в середине длины пакета.

Прогреваемость содержимого контролировали с помощью прибора фирмы «Эллаб» СТ-9004.

Данные об изменении температуры продукта и греющей среды в процессе стерилизации консервов «Кижуч филе натуральный деликатесный» расфасованных в банку № 6 и в полимерный комбинированный пакет, идентичными по массе (250 г), а также расчетная величина фактической летальности (F), приведены на Рис 2.

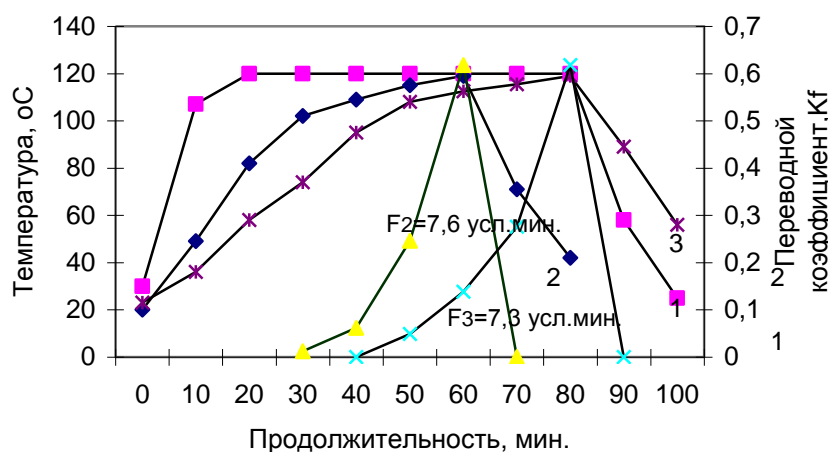


Рис.2 Прогреваемость и фактическая летальность (F) «Кижуч филе натуральный деликатесный» в зависимости от используемой тары:

1-автоклав; 2,  $F_2$ -в полимерном пакете; 3,  $F_3$ -в банке № 6.

Полученные результаты свидетельствуют о преимуществе прогрева пакета в достижении одинаковой фактической летальности продукта по сравнению с банкой (7,3 и 7,6 усл. мин. соответственно), за счет сокращения процесса собственно стерилизации на 15 мин (28%).

Таким образом, проведенные теплофизические исследования консервов «Кижуч филе натуральный деликатесный» в полимерных комбинированных пакетах, положительные результаты лабораторной проверки с использованием в качестве тест - культуры штамм *Sl. sporogenes-25*, позволили разработать режим стерилизации

5-15-40-20, 0,2МПа,  
120<sup>0</sup>С

обеспечивающий микробиологическую стабильность ( $F=7,6$  усл. мин. при нормативной летальности  $F_{121,10C} = 5,0$  усл. мин.), высокие органолептические показатели качества продукту (сочная консистенция,

приятный специфический для лососей вкус и запах) в течение 36 месяцев хранения при температуре от 0°С до 20°С.

### **Литература**

1. Drohla H-U. Technologische und wirtschaftliche Aspekte der Verpackung von Lebensmitteln in sterilisierfesten Weichpackungen. Z. Lebensmittel Technol. Und Verfahren Techn, 1979, 30, N 1, p. 17-19.

2. Lampi R. A. Retort pouch: the development of a basic packaging concept in today' s high technology era. I. Food Process. Ing., 1981, 4,N. 1, p. 1-8.

3. Климова Г. С. Производство стерилизуемых консервов в мягкой таре. – Консервная и овощесушильная промышленность , 1982, № 10, с. 41-43.

4. Додонов А. М., Муравин Я. Г. Современные упаковочные материалы для пищевых продуктов. ХиПС, 1996, № 2, с. 52 – 54

5. Капитанова А. В. Обоснование и разработки технологии консервов из гидробионтов в мягкой упаковке – М-лы IV Междунар. научн.-практич. конф. «Производство рыбных продуктов: проблемы, новые технологии, качество», - Калининград, Изд-во АтлантНИРО, 2003– С. 117-120

6. Шульгина Л. В., Швидкая З. П., Солодова Е. А., Долбнина Н. В. О стерилизации консервов из гидробионтов в мягкой упаковке – М-лы IV Междунар. научн.-практич. конф. «Производство рыбных продуктов: проблемы, новые технологии, качество», - Калининград, Изд-во АтлантНИРО, 2003 – С. 120-122.

7. Капитанова А. В.. Научно-техническое обеспечение производства консервов из гидробионтов в мягкой упаковке. – Научн.-практич. конф., «О приоритетных задачах рыбохозяйственной науки в развитии рыбной отрасли России до 2020 года», М., Изд-во ВНИРО, 2004 – С. 69-70.

8. Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов С.-Петербург, 1996, 42 с



## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВОВ-ПАШТЕТОВ ИЗ КОПЧЕНОЙ САЙКИ С ОВОЩАМИ**

**Ефремова А. А.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии продуктов питания)

Summary. New technology of canned pates from smoked cod with addition of vegetables was created. The receipt was optimized and the mode of sterilization was set. Organoleptic, physical and chemical qualities were experimentally determined. Nutritional value of new products was calculated.

Keyword: smoked fish, canned, pates, pumpkin, carrot, nutritional value.

Мощным фактором, который, бесспорно, будет способствовать развитию индустрии рыболовства в России, станет увеличение уровня потребления рыбы россиянами. Потребление рыбы в РФ уже превышает средний мировой показатель, который, по данным ООН, составляет около 17 килограмм на человека в год. Прогнозируется, что к 2020 году среднестатистический россиянин будет потреблять 28 кг рыбы. [1, 6].

Устойчивое развитие рыбохозяйственного комплекса и снижение импорта мороженой рыбы и рыбного филе способствовали тому, что доля рыбной продукции российского производства на внутреннем рынке в 2011 году составила 78%. Доктрина продовольственной безопасности предписывает достичь 80% к 2020 году. [1, 5]

Для расширения ассортимента и увеличения выпуска консервов необходима разработка новых технологий с использованием малорентабельных объектов промысла.

На кафедре ТПП МГТУ в течение нескольких лет проводились работы по изучению использования сайки на пищевые цели. Проведенные исследования показывают, что сайка является полноценным сырьем и необходимо продолжить работы по изучению новых направлений использования ее на пищевые цели [6].

Одним из направлений являются исследования по разработке технологий консервов-паштетов из сайки с добавлением в рыбный фарш различных компонентов растительного происхождения (тыквы, моркови, лука).

Комбинирование пищевых компонентов дает возможность создать продукт, способствующий стабилизации питания по основным ингредиентам и удовлетворяющий дифференцированным требованиям рационального питания. Вносимые в качестве добавок овощи, способствуют пищеварению благодаря содержанию в них целлюлозы, гемицеллюлозы, пектина, крахмала [3].

Традиционно у населения пользуются спросом консервы из копченой рыбы. Анализ ассортиментного состава консервов в специализированных рыбных магазинах г. Мурманска показал, что эта группа консервов составляет до 18 % от представленного ассортимента.

Копчение применяется для улучшения вкусовых свойств рыбных консервов. При производстве консервов с целью придания им специфических свойств используют методы копчения, которые различаются по температурным условиям и технологическим особенностям

Невысокое содержание жира позволяет проводить предварительную термическую обработку при температуре от 32 до 34 °С. Ранее проведенными работами [2] было установлено, что для нежирных видов рыб подсушка при получении копченого полуфабриката должна составлять около 0,5 часа. Предварительная обработка включала подсушку, копчение и досушивание воздухом при температуре 32-34 °С и скорости движения ДВС 0,5 – 1 м/с.[2]

Анализ результатов экспериментов показал, что наилучшие органолептические показатели паштетов из сайки были получены при продолжительности копчения полуфабриката от 1,0 до 1,5 часа. Суммарные потери при подсушке, копчении и составляли 25-27 %. Продолжительность досушивания определяли с учетом влияния суммарных потерь массы полуфабриката при тепловой обработке и показатели качества консервов.

Для улучшения реологических свойств консервов было предложено в качестве структурообразователей добавлять в рецептуру муку, сухое молоко, лецитин, камедь, майонез.

При предварительной отработке рецептуры паштетов были изготовлены опытные образцы продукции. Статистическая обработка результатов, полученных при определении зависимости обобщенной численной характеристики качества от выбранной рецептуры, проводилась методом нелинейной регрессии.

В качестве влияющих факторов для паштета из подкопченной сайки были выбраны дозировка муки, интервал варьирования от 0 до 20 г и дозировка камеди, интервал варьирования от 0 до 1 г. Дозировка остальных компонентов была выбрана на постоянном уровне.

Коэффициенты регрессии были равны

$$A = 0,41881, B = 14,15388, C = -160,78525, D = 1107,67687, E = -210,70435.$$

Все коэффициенты регрессии оказались значимыми с доверительной вероятностью не менее 0,8. Уравнение регрессии тогда выглядело:

$$y = 0,41881 + 14,15388 \cdot x_1 - 160,78525 \cdot x_1^2 + 107,67687 \cdot x_2 - 210,70435 \cdot x_2^2$$

В Таб. 1 представлены результаты математической обработки паштета.

Таблица 1 – Результаты математической обработки

Влияющий фактор	Значение, близкое к оптимальному	Значение функции отклика у в точке оптимума	
		экспериментальное	расчетное
X <sub>1</sub>	0,041	0,93	0,91
X <sub>2</sub>	0,002		

Поверхность отклика представлена на Рис.1.

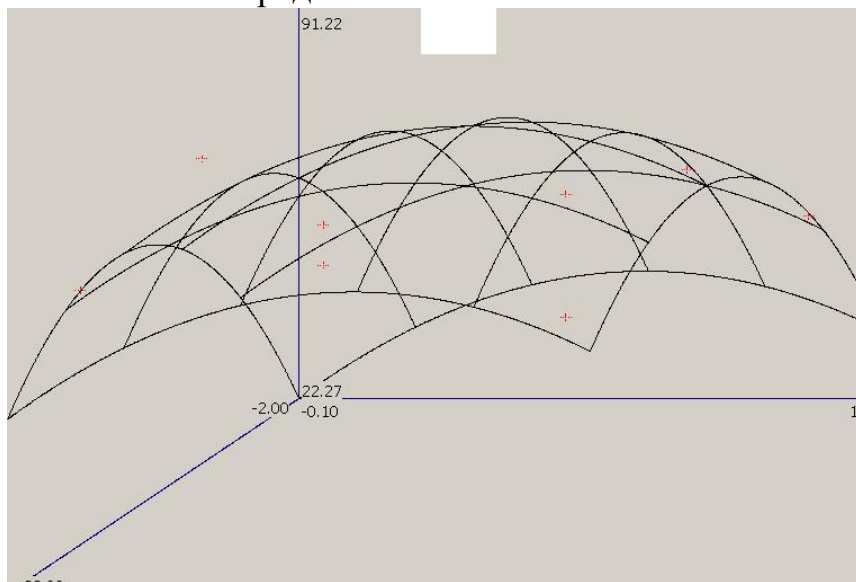


Рис. 1 – Поверхность отклика

На основании полученных исследований была разработана рецептура.

Для определения влияния режима стерилизации на качество консервов и разработки научно обоснованного режима стерилизации проводилась работа в УЭЦ кафедре ТПП. [4]

В качестве режима стерилизации для опытной партии консервов «Паштет из копченой сайки» был рекомендован  $\frac{5-15-50-20}{120}$ .

Микробиологический анализ внешне доброкачественных консервов подтвердил отсутствие в продукте патогенных и токсигенных микроорганизмов, а также возбудителей порчи консервов: термофильных и мезофильных газообразующих бацилл и клостридий. Разработанный режим стерилизации может быть рекомендован для выпуска готовых у употреблению рыбных паштетов.

В консервах, изготовленных по разработанным режимам, были определены органолептические и физико-химические показатели.

Органолептическая оценка опытных образцов паштетов проводилась дегустационным советом по ГОСТ 26664. На Рис.2 представлен комплексный описательный органолептический анализ консервов. По

результатам дегустационной оценки все образцы паштетов имели хорошие органолептическими показатели.

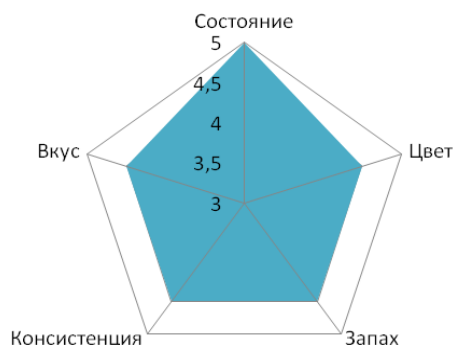


Рис. 2 – Профилограмма дегустационной оценки паштета из подкопченной сайки.

В Таб.2 представлен химический состав и энергетическая ценность консервов.

Таблица 2 – Химический состав паштетов

Наименование консервов	Массовая доля, г в 100 г продукта					Энергетическая ценность, ккал/г
	Вода	Белок	Углеводы	Мин. вещества	Липиды	
Паштет из копченой сайки	67,0	16,5	4,4	1,8	10,3	181,48

### **Выводы**

Проведенные органолептические, физико-химические, биохимические и микробиологические исследования и расчёты показали, что консервы-паштеты из сайки с овощами соответствуют всем требованиям безопасности и характеризуются, наряду с отличными потребительскими свойствами, высокой пищевой ценностью.

В результате проведенных исследований разработаны ТУ 9271-009-00471633-11 «Консервы паштеты из сайки с овощами. Технические условия», ТИ 009-2011 по изготовлению консервов-паштетов из сайки с овощами.

### **Литература**

1. Потребление рыбы в РФ приближается к показателям Японии / Новости Росрыболовства [Электронный ресурс]. - URL : <http://fish.gov.ru/presscentre/news/Pages/news012117.aspx>
2. Ершов, А.М. Разработка технологии консервов из полярной тресочки с использованием холодного копчения/ А.М. Ершов, О.А. Николаенко, Е.А. Нагорняк, А.Р. Костин// Тезисы доклада на МНТК «Наука и образование 2004». – Мурманск: МГТУ, 2004.

3. Ефремова АА. Разработка технологии консервов «Паштеты рыбные» из малорентабельных рыб Северного бассейна. Магистерская диссертация. – Мурманск: МГТУ, 2011, 74 с.
4. Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов.- СПб: Гипробыбфлот, 1996, 42 с.
5. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 апреля 2012 г. № 559-р.
6. Толсторебров, И.Н. О возможности получения рыбного фарша с заданными свойствами из мороженой сайки //Север промышленный. – 2006. –N 4. –С. 88–89.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ БЛАНШИРОВАННОГО ПОЛУФАБРИКАТА НА КАЧЕСТВО КОНСЕРВОВ ИЗ ПЕЧЕНИ ТРЕСКИ

Волчено В. И., Куранова Л. К., Швейкина К. С. (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра технологий пищевых производств)

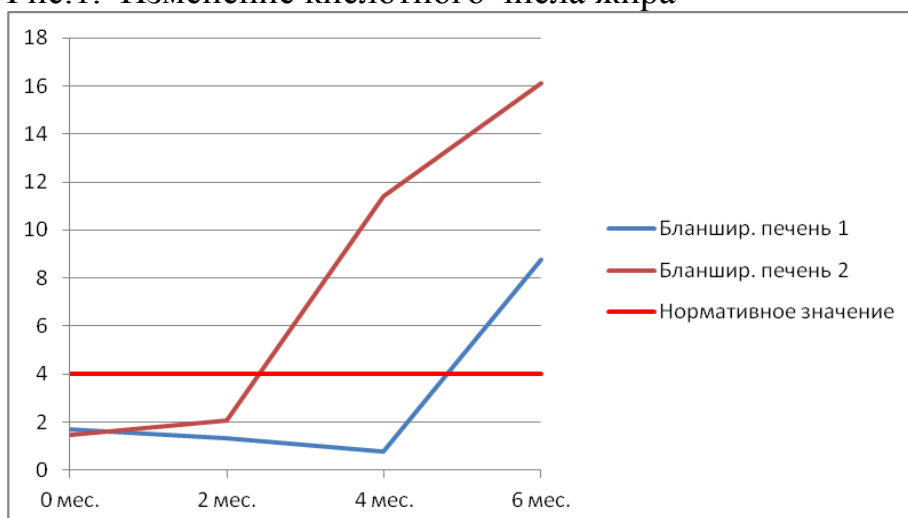
Важной проблемой рыбоконсервного производства в Мурманской области является выпуск консервов из мороженой печени трески, а также расширение ассортимента консервов на её основе. Ранее проведённые в МГТУ исследования установили возможность использования СВЧ-обработки печени трески с целью предотвращения отделения излишнего количества жира в консервах, а также с целью улучшения хранения мороженого полуфабриката; В этой связи представляло интерес изучить возможность изготовления консервов из мороженого полуфабриката и установить его предельный срок хранения.

В процессе хранения бланшированного полуфабриката из печени трески были проведены органолептические, физико-химические и микробиологические исследования.

По органолептическим показателям печень, начиная с 4 месяца хранения, не соответствует требованиям нормативной документации. После размораживания печень распадается на мелкие кусочки, наблюдается изменение цвета до желтого и появляется посторонний запах, характерный для окислительной порчи жиров.

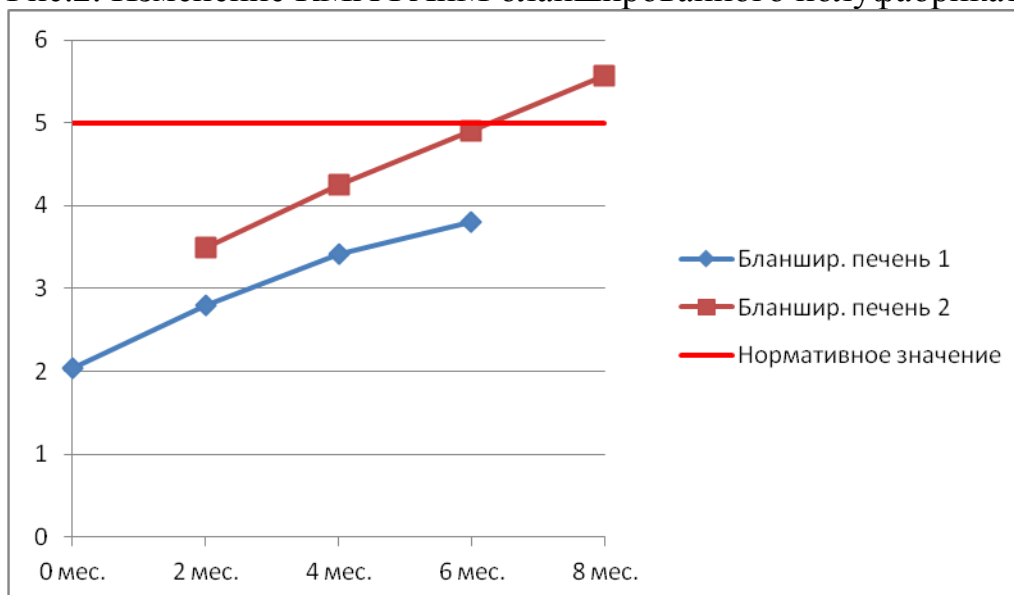
При исследовании кислотного числа жира были сделаны три повторности и взято усредненное значение. При хранении наблюдается рост кислотного числа, начиная со второго месяца. При этом происходит гидролиз жиров под действием остаточного количества собственных ферментов печени и ферментов микроорганизмов.

Рис.1. Изменение кислотного числа жира



В результате микробиологического анализа бланшированного полуфабриката установлен закономерный рост КМАФАнМ. При хранении бланшированного полуфабриката из охлажденной печени изначальная обсемененность выше, чем при хранении из замороженной печени. Это обусловлено тем, что полуфабрикат, изготовленный из свежей охлажденной печени, изначально имел меньшую обсемененность.

Рис.2. Изменение КМАФАнМ бланшированного полуфабриката.



Таким образом, на основании проведенных исследований можно рекомендовать хранить бланшированный полуфабрикат, изготовленный из охлажденного или замороженного сырья, не более 4 месяцев.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОФЛОРЫ ПЕЧЕНИ ТРЕСКИ БЛАНШИРОВАННОЙ

**Богданова О. Ю., Швейкина К. С.** (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра технологий пищевых производств)

Одним из условий выработки качественных консервов является сырье, обеспечивающее выпуск безопасного продукта. Консервы «Печень трески бланшированная» являются консервами, аналогичные натуральным, и вырабатываются из печени трески, подвергшейся предварительной обработке – СВЧ-бланшированию. В этой связи представляло интерес изучить качественный состав микрофлоры сырья и ее изменение в процессе хранения печени трески.

Исследование качественного состава микрофлоры на разных этапах технологического процесса показало, что микрофлору составляют бактерии аналогичные бактериям, присутствующим на поверхности рыбы, в жабрах, кишечнике, это бактерии родов *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Micrococcus*. Характер микрофлоры различен при разных сроках хранения сырья. В начале соотношение всех видов выявленных микроорганизмов примерно одинаков, за исключением *Clostridium*, но после СВЧ-бланширования их количество возрастает с 6% до 19%, так же возрастает количество бактерий *Bacillus*, это связано с активизацией спор термоустойчивых организмов под действием температуры. Споровые формы составляют 37% в начале хранения и 31% в конце хранения от общего числа микроорганизмов. Количество спор анаэробов учитывается при разработке режимов стерилизации. Невысокий уровень содержания споровых микроорганизмов в бланшированной печени к концу срока хранения позволяет разработать более щадящий режим стерилизации. После замораживания наблюдалось закономерное отмирание палочковой микрофлоры, и рост количества микрококков. Это обусловлено устойчивостью кокковой микрофлоры к воздействию низких температур.

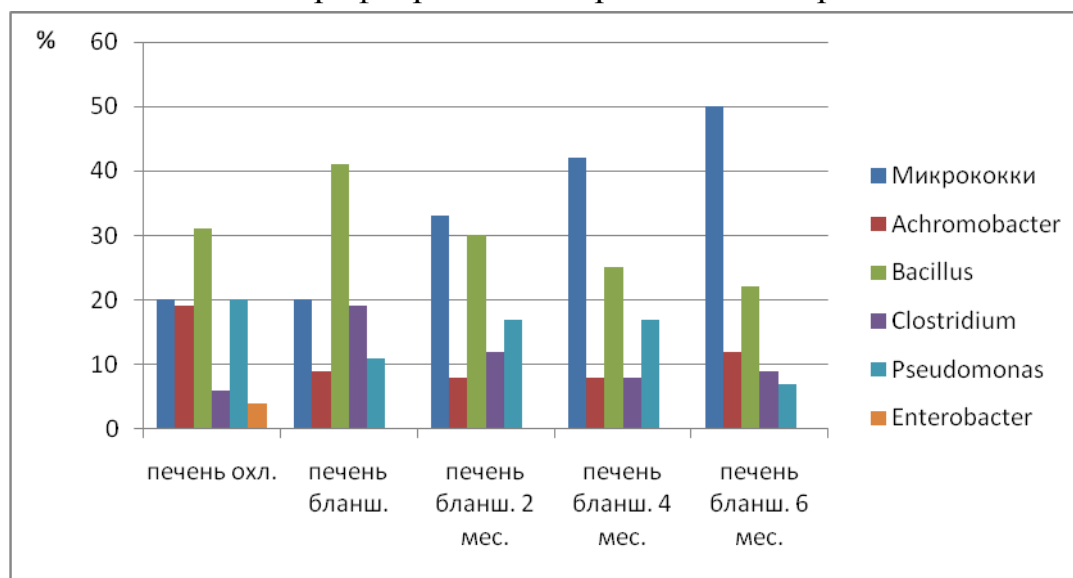
Табл. 1. Микрофлора печени трески бланшированной

Род / % к общему числу	Печень охлажденная	Печень после бланширования	Печень бланшированная 2 месяца хранения	Печень бланшированная 4 месяца хранения	Печень бланшированная 6 месяцев хранения
<i>Micrococccus</i>	20	20	33	42	50
<i>Achromobact</i>	19	9	8	8	12



<i>er</i>					
<i>Bacillus</i>	31	41	30	25	22
<i>Clostridium</i>	6	19	12	8	9
<i>Pseudomona</i> <i>s</i>	20	11	17	17	7
<i>Enterobacter</i>	4	0	0	0	0

Рис. 1. Микрофлора печени трески бланшированной



### Литература

1. Определитель бактерий Берджи / М.: Мир, 1997. Т. 1-2.

**СОПОСТАВЛЕНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО И  
СТУПЕНЧАТОГО СПОСОБОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ**

**Кайченoв<sup>1</sup> А.В., Власoв<sup>1</sup> А.В., Власoвa<sup>1</sup> А.Р., Грoхoвский<sup>2</sup> В.А.,  
Куранoвa<sup>2</sup> Л.К.** (г. Мурманск, МГТУ, ПТФ, кафедра автоматики и  
вычислительной техники<sup>1</sup>, г. Мурманск, МГТУ, ФПТиБ, кафедра  
технологий пищевых производств<sup>2</sup>)

The article describes results of the modern and traditional canned food sterilization methods comparison. Comparison of both sterilization methods has been made with the help of numerical modeling of the heating processes in the autoclave and can. Sterilization process, which is done with the modern method, decreases electric power consumption by 30%.

Ученые и специалисты в области теплового консервирования пищевых продуктов непрерывно работают в направлении совершенствования процесса стерилизации.

Для обеспечения требуемой летальности ( $F_z^T$ ) и, следовательно, микробиологической безопасности консервов с сохранением высокого качества продукта, разработано несколько способов решения этой актуальной задачи, в том числе, ступенчатая и высокотемпературная стерилизация.

При ступенчатой стерилизации процесс нагрева ускоряется за счет увеличения температуры стерилизации примерно на 10°C выше указанной в утвержденной формуле стерилизации, а после достижения максимального значения температуру в автоклаве снижают до заданного уровня.

Научно-исследовательская группа кафедры автоматики и вычислительной техники (АиВТ) МГТУ совместно с сотрудниками кафедры технологий пищевых производств (ТПП) ведет разработку и исследование энергоэффективных способов проведения технологических процессов, в частности, процесса стерилизации консервов. В 2011 году разработан модернизированный способ стерилизации консервной продукции, основанный на вычислении фактического стерилизующего эффекта и использовании его в качестве регулируемого параметра в системе автоматического управления процессом стерилизации [1]. В настоящее время проводятся исследования разработанного способа стерилизации, направленные на получение математического описания, оптимизацию и моделирование процесса стерилизации определенного вида консервной продукции [2].

Модernизированный способ стерилизации близок по своей сути к ступенчатому способу стерилизации. В данной работе приводятся результаты моделирования модернизированного и ступенчатого способов стерилизации консервов.

Объектами исследования являются: консервы «Печень трески натуральная» в банке Impress; стерилизационная установка АВК-30М.

Исследования работы стерилизационной установки АВК-30М, а также тепловых процессов, проходящих в консервной таре, проводили с помощью методов моделирования объектов с распределенными параметрами. Идентификацию параметров моделей объектов исследования осуществляли с помощью итерационных методов оптимизации.

### Результаты исследований

Модернизированный режим стерилизации в воде консервов «Печень трески натуральная» в банке Impress для автоклава АВК-30М имеет вид ступенчатого способа стерилизации (Рис. 1). Ступенчатый способ стерилизации является частным случаем модернизированного. «Ступеньки» образуются вследствие наличия технологических ограничений на процесс стерилизации. Проанализируем традиционный способ стерилизации по сравнению с другими его вариантами, а также с различными вариантами модернизированного способа по энергозатратам на процесс. Сравнение проводится численным моделированием на основе моделей тепловых процессов, полученных для консервов «Печень трески натуральная» и автоклава АВК-30М [3]. Формулы стерилизации оптимизированы по критерию минимальных затрат на управление процессом с учетом ограничений. Расчет энергозатрат на этапах А, В, D формулы стерилизации (рис. 1) проводился с учетом того, что на этапе С происходит естественное охлаждение автоклава. На этапе А и В электроэнергия расходуется на нагрев консервов и компенсацию потерь в окружающую среду. На этапе D энергозатраты связаны в основном с компенсацией теплоотдачи автоклава в окружающую среду. Продолжительности этапов В и D, а также температура стерилизации  $T_{\text{стк1}}$  являются оптимизируемыми параметрами. Оптимизацию проводили методом покоординатного спуска в программе Modern\_Optim, разработанной сотрудниками кафедры АиВТ МГТУ.

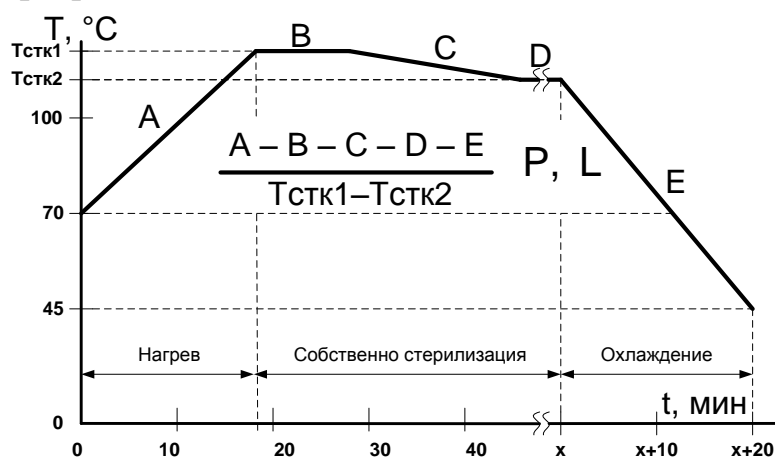


Рис. 1. Модернизированный способ стерилизации. Этапы технологического процесса

Модернизированный способ стерилизации может быть реализован без «ступенек», что существенно отличает его от способа ступенчатой стерилизации. Наиболее энергоэффективным для  $T_{\text{прод. макс.}} = 115 \text{ }^\circ\text{C}$ , оказался режим  $122,5 - 112,5$  (рис. 2). Потребляемая электроэнергия сократилась на 30% по сравнению с энергозатратами на режим стерилизации традиционным способом при  $T_{\text{стк}} = 115 \text{ }^\circ\text{C}$ . Однако, в связи с тем, что температура стерилизационной камеры превышает  $120 \text{ }^\circ\text{C}$ , для такого режима необходимо дополнительно исследовать влияние температуры продукта в процессе термообработки на показатели качества консервов. При введении ограничения на максимальную температуру стерилизации  $T_{\text{стк. макс.}} = 120 \text{ }^\circ\text{C}$ , режим стерилизации становится ступенчатым, а энергозатраты на процесс повышаются на 10% (рис. 3). В таблице 1 обобщены результаты исследования двух способов стерилизации.

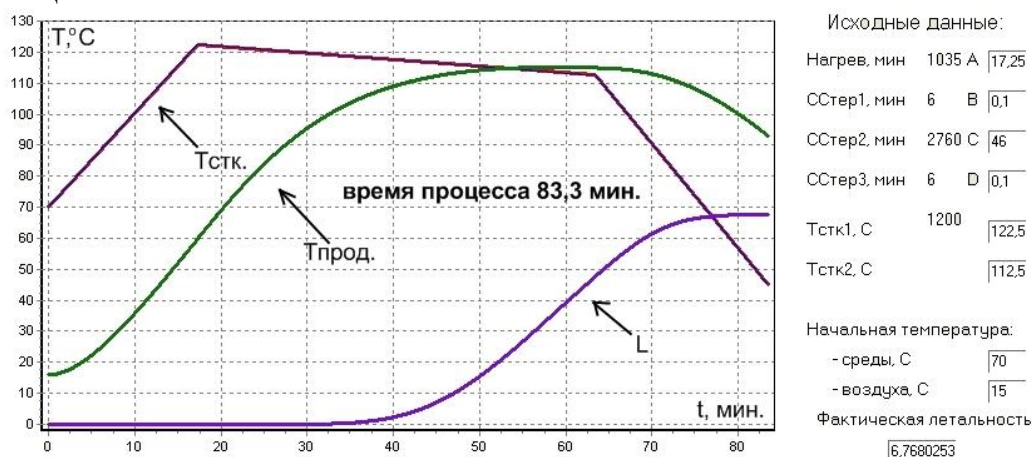


Рис. 2 – Результат моделирования модернизированного способа стерилизации  $T_{\text{стк}} = 122,5 - 112,5 \text{ }^\circ\text{C}$

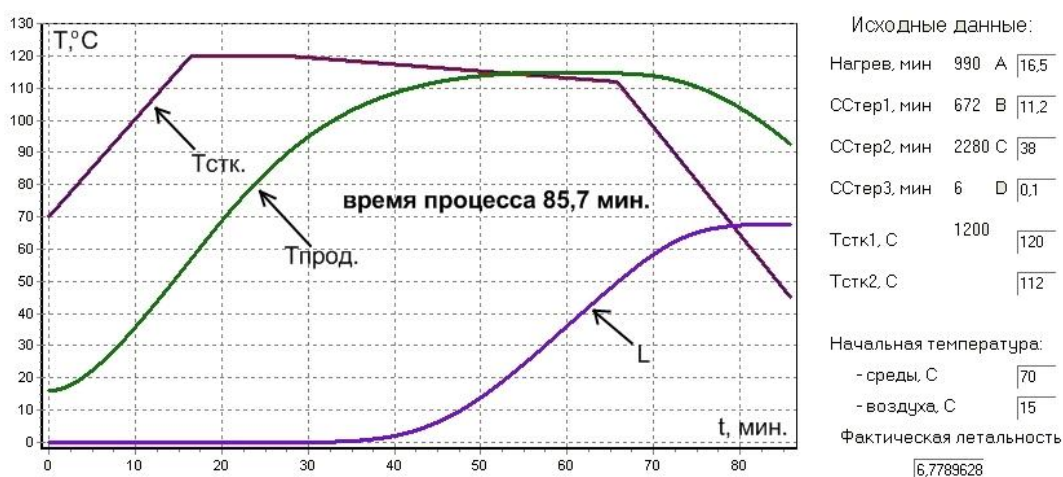


Рис. 3 – Результат моделирования модернизированного способа стерилизации  $T_{\text{стк}} = 120 - 112 \text{ }^\circ\text{C}$

Фактический стерилизующий эффект для всех исследованных способов стерилизации составляет 6,7 условных минут, что эквивалентно значению F- эффекта в традиционном режиме стерилизации (при 115 °С).

Табл. 1 - Основные параметры исследуемых режимов стерилизации

Способ стерилизации	Модернизированный	Ступенчатый
Формула стерилизации	$\frac{17,25}{122,5} 46 \frac{20}{112,5}$	$\frac{16,5 - 11,2}{120} 38 \frac{20}{112}$
T <sub>прод.макс.</sub> , °С	114,9	114,6
Продолжительность процесса, мин	83,3	85,7
F факт. , усл. мин.	6,77	6,78
Потребляемая эл/энергия, кВт*ч	2,49	2,73
Примечание	Параметры В и D в формуле стерилизации равны 0	Параметр D в формуле стерилизации равен 0

Значения параметров формулы стерилизации выбраны дробными, в соответствии с технологической инструкцией по стерилизации в воде консервов в автоклаве «АВК-30М», в условиях учебно-экспериментального цеха и лаборатории «Современные технологии производства продуктов из гидробионтов» кафедры «Технологии пищевых производств» МГТУ.

### Заключение

Анализ режимов модернизированного и ступенчатого способов стерилизации консервов позволил подтвердить одно из главных преимуществ вновь разработанного способа - снижение энергозатрат на процесс. Основным отличием модернизированного способа стерилизации консервов является новый современный подход к реализации самого процесса. F-эффект при таком подходе является основным регулируемым и контролируемым параметром системы управления.

### Литература

1. Совершенствование способа стерилизации консервов из гидробионтов / А. В. Кайченков, В. А. Гроховский, А. А. Маслов, и др. // Рыб. хоз-во. – 2011. – №3. – С.112–113.

2. Исследование модернизированного способа стерилизации консервов из гидробионтов / А. В. Кайченков, В.А. Гроховский, А. В. Власов и др. // Фундаментальные основы и передовые технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности: сборник научных трудов 6-ой конференции молодых ученых и специалистов институтов Отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. – Видное, 2012. – С. 115-119.

3. Оптимизация процесса стерилизации консервов в водной среде в автоклаве АВК-30М / А. В. Кайченков, А.А. Маслов, А. В. Власов и др. // Вестник МГТУ : труды Мурман. гос. техн. ун-та. – Мурманск, 2012. – Т. 15, № 1. – С. 49–53.

## **О ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИНАХ ЗАВЫШЕНИЯ F-ЭФФЕКТА ПРИ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ**

**Кайченoв<sup>1</sup> А. В., Власoв<sup>1</sup> А. В., Власoвa<sup>1</sup> А. Р., Грoхoвский<sup>2</sup> В. А., Куранoвa<sup>2</sup> Л. К.** (*г. Мурманск, МГТУ, ПТФ, кафедра автоматик и вычислительной техники<sup>1</sup>, г. Мурманск, МГТУ, ФПТиБ, кафедра технологий пищевых производств<sup>2</sup>*)

The article describes possible reasons of actual sterilization effect increasing. These reasons can be minimized by using modern sterilization method and automation control system based on the microprocessor.

Создание новых образцов консервов, применение новых видов консервной тары и стерилизационного оборудования требуют разработки научно обоснованных режимов стерилизации консервов, утверждаемых затем в установленном порядке.

Существующие методики разработки режимов стерилизации в России не меняются уже десятилетия и основаны на использовании двух параметров – температуры и продолжительности воздействия на продукт греющей среды (пара, воды, паровоздушной смеси). Эти параметры, в конечном итоге, определяют уровень фактического стерилизующего эффекта (F – эффекта), который в результате проведения процесса должен быть не ниже нормативного, что гарантирует сохранения качества продукции в хранении. Анализ действующих (утверждённых) режимов стерилизации для различных видов консервов свидетельствует о том, что в ряде случаев установленные температурно-временные режимы стерилизации приводят к значительному превышению фактического стерилизующего эффекта над нормативным. Об этом свидетельствуют и результаты сопоставительного анализа утвержденных до 2001 года Государственным Комитетом РФ по рыболовству режимов стерилизации в выборке, сформированной на основе технологической инструкции по производству натуральных рыбных консервов. В частности, известные российские учёные, занимающиеся разработкой новых видов консервов из гидробионтов Т.Н. Рулева и Т.Н. Крылова, отметили, что подавляющая часть действующих режимов стерилизации характеризуется соотношением значений фактической и нормативной летальности в диапазоне 1,5 – 2,0 [1], тогда как необходимое и достаточное значение составляет 1,0[2].

Установление и минимизация влияния причин, приводящих при стерилизации к завышению значений фактического стерилизующего эффекта, позволит получать высококачественную консервную продукцию с меньшими энергозатратами.

Обзор научно-технической и патентной литературы свидетельствует о том, что вопросам установления причин завышения параметров режимов

стерилизации и, как следствие, фактического стерилизующего эффекта уделяется недостаточное внимание исследователей.

Научно-исследовательская группа кафедры автоматики и вычислительной техники (АиВТ) МГТУ совместно с сотрудниками кафедры технологий пищевых производств (ТПП) ведет исследование энергоэффективных способов проведения технологических процессов. Одним из направлений деятельности научной группы является комплексная модернизация процесса стерилизации. Установление и критический анализ причин завышения F-эффекта позволит ускорить процесс усовершенствования технологии стерилизованных консервов.

Возможных причин, приводящих к завышению параметров формул стерилизации несколько. Их условно можно разделить на 4 группы.

К первой группе можно отнести различные условия протекания процесса (температура греющей среды, начальная температура и теплоемкость стерилизуемого продукта, плотность закладки сырья и ингредиентов, неоднородность партии сырья и др.), которые влияют на величину фактического стерилизующего эффекта. Эти причины можно минимизировать созданием одинаковых условий протекания процессов стерилизации консервов. При невозможности создания таких условий, их необходимо дополнительно устанавливать и отражать в технологических инструкциях при стерилизации конкретного продукта.

Вторая группа возможных причин связана с самими режимами стерилизации консервов. Разработчики таких режимов зачастую ограничены в своих действиях в связи с тем, что временные параметры формулы стерилизации традиционно устанавливаются «интервалами», кратными пяти минутам. При возможности варьировать параметры формулы стерилизации такими интервалами, разработчики сталкиваются с проблемой либо сильного завышения фактического стерилизующего эффекта, либо с большим его недобором, в сравнении с требуемой летальностью. При выборе из двух вариантов предпочтение отдается тому, у которого F-эффект выше требуемой летальности, однако при этом снижаются качественные характеристики продукции и энергоэффективность процесса в целом. Температура стерилизации также традиционно устанавливается с точностью до 1°C. Это связано в основном с тем, что в инструкциях по стерилизации консервов внесен интервал варьирования температуры стерилизации -  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Основной причиной применения именно этого интервала является то, что на консервных заводах до сих пор используются простейшие средства регулирования температуры и давления. Современные средства автоматизации позволяют задавать временные интервалы с точностью до секунды, а температуру – до 0,1 °C.

К третьей группе возможных причин можно отнести использование традиционных для продукта температур стерилизации. Связано это с



недостаточным количеством исследований влияния высоких температур на качественные характеристики продукции, а также с тем, что стерилизационное оборудование, выпускаемое отечественной промышленностью, не рассчитано на применение высоких температур стерилизации.

Четвертая группа связана с отсутствием применения даже самых простых адекватных моделей процесса стерилизации. Математическое моделирование различных процессов в значительной степени повышает качество управления ими.

Микропроцессорные системы позволяют реализовать алгоритмы управления, использующие математическую модель процесса для прогнозирования состояния объекта управления и при расчете управляющего воздействия. В совокупности это позволяет решить проблему завышения параметров формулы стерилизации.

Одним из путей решения проблемы завышения фактического стерилизующего эффекта является непосредственное регулирование и контроль процесса стерилизации по F-эффекту. До сих пор использование данного решения сдерживалось по различным причинам. В настоящее время, благодаря появлению средств высокоточного измерения температуры в центре банки, доступных средств автоматизации на базе микропроцессорной техники, стало возможным заканчивать процесс стерилизации именно тогда, когда достигнута требуемая летальность.

В 2011 году сотрудниками МГТУ разработан модернизированный способ стерилизации консервной продукции, основанный на вычислении фактического стерилизующего эффекта и использовании его в качестве регулируемого параметра в системе автоматического управления процессом стерилизации. В настоящее время проводятся исследования разработанного способа стерилизации, направленные на получение математического описания, оптимизацию и моделирование процесса стерилизации определенного вида консервной продукции [3,4].

### **Заключение**

Анализ выявленных причин завышения фактического стерилизующего эффекта при изготовлении консервов позволяет сделать вывод о том, что минимизировать влияние таких причин возможно и целесообразно применением современных средств измерения температуры в центре банки, микропроцессорных систем управления. F-эффект в таких системах является основным регулируемым и контролируемым параметром.

### **Литература**

1. Крылова Т. Н. О возможности унифицированного подхода к разработке режимов стерилизации натуральных рыбных консервов / Т. Н. Крылова, Т. Н. Рулева // Матер. III междунар. конф. «Повышение качества

рыбной продукции – стратегия развития рыбопереработки в XXI веке» / АтлантНИРО – Калининград, 2001. – С. 126-129.

2. Флауменбаум, Б. Л. Основы консервирования пищевых продуктов / Б. Л. Флауменбаум. – М. : Лег. и пищ. пром-сть., 1982. – 272 с.

3. Совершенствование способа стерилизации консервов из гидробионтов / А. В. Кайченев, В. А. Гроховский, А. А. Маслов, и др. // Рыб. хоз-во. – 2011. – №3. – С.112–113.

4. Исследование модернизированного способа стерилизации консервов из гидробионтов / А. В. Кайченев, В.А. Гроховский, А. В. Власов и др. // Фундаментальные основы и передовые технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности : сборник научных трудов 6-ой конференции молодых ученых и специалистов институтов Отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. – Видное, 2012. – С. 115-119.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗДУШНОЙ ЗАВЕСЫ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ТЕПЛОПРИТОКОВ ВО ВНУТРЕННИЙ ОБЪЕМ ХОЛОДИЛЬНЫХ ШКАФОВ-ВИТРИН ЧЕРЕЗ ИХ ДВЕРНОЙ ПРОЕМ

Петров Б. Ф., Кобылянский И. Г. (г. Мурманск, МГТУ, Институт дистанционного обучения, кафедра технологического и холодильного оборудования)

**Аннотация.** В докладе представлены характеристики холодильных шкафов-витрин и использование воздушной завесы в этих шкафах для уменьшения теплопритоков через их дверной проем.

**Abstract.** In the report the characteristics of refrigerating cases - show-windows and use of an air veil in these cases for reduction of thermal inflows through their door aperture are submitted.

### 1. Введение

Для уменьшения теплопритоков во внутренний объем холодильных шкафов-витрин через дверной проем проведены исследования на действующих холодильных шкафах-витринах марки Z86 Мурманского рыбопромы-шленного предприятия ОАО «Норд Вест ФК».

2. Расчет для прогнозирования частоты открываний-закрываний дверей холодильных шкафов-витрин,  $\nu$ ,  $\text{ч}^{-1}$  и температур воздуха в их внутреннем объеме,  $t$  °С

Теплопритоки через дверной проем  $Q_{\text{дв}}$  определяют по формуле:

$$Q_{\text{дв}} = F \cdot q \quad (1)$$

где  $F$  - площадь холодильной камеры,  $\text{м}^2$ ;

$q$  - плотность теплового потока, принимаемая по средним практическим дан-ным.

Воздухообмен через дверной проем холодильного шкафа-витрины про-исходит под действием естественных гравитационных сил и работы искус-ственных побудителей движения воздуха. Более холодный воздух (более плотный воздух) выходит через нижнюю часть дверного проема, а теплый стремится через верхнюю часть проема внутрь холодильной камеры. В сред-ней зоне (зона равных давлений или нейтральная зона) дверного проема холодильного шкафа-витрины активного движения воздуха нет. Зона равных давлений или нейтральная зона располагается приблизительно на середине высоты дверей –  $0,45 \div 0,5 H_{\text{дв}}$  [1].

Площади зон входа  $F_{\text{вх}}$  и выхода  $F_{\text{вых}}$  воздуха для дверных проемов холодильных камер составляют соответственно  $0,37 \div 0,4$  и  $0,35 \div 0,37$  площади дверного проема  $F_{\text{дв}}$ . Зоны входа и выхода определялись методом совмеще-ния скоростного и температурного полей и плоскости проема.

Для определения температурного перепада контролировали темпера-туру в помещении магазина и во внутреннем объеме холодильного шкафа-витрины.

Температуру в холодильном шкафу-витрине измеряли в трех сечениях по обе стороны дверного проема в радиусе 5, 10 и 15 см от плоскости проема. Температуру измеряли с помощью термопар и фиксировали милливольтметром. В процессе эксперимента определялись границы противоположно направленных потоков, затем измеряли скорость воздуха в пяти точках. После измерений строили горизонтальный профиль скоростей и находили точку с максимальным значением скорости. От этой точки строили вертикальный профиль скорости движения воздуха. Ось струи воздуха определяли как гео-метрическое место точек с максимальными скоростями в поперечных сечениях струи.

Температуру входящего в холодильный шкаф-витрину потока воздуха  $T_n$  рассчитывали по формуле:

$$T_n = \frac{\sum_{i=1}^i (T_i \Delta)}{\sum_{i=1}^i (\Delta \Delta)} \quad (2)$$

где  $T_i$  – температура входящего воздуха в данной точке замера, °С;

$\Delta$  – шаг замера;

$i$  – количество измерений.

Схема точек измерения температурно-скоростных параметров воздуха приведена на рис. 1.

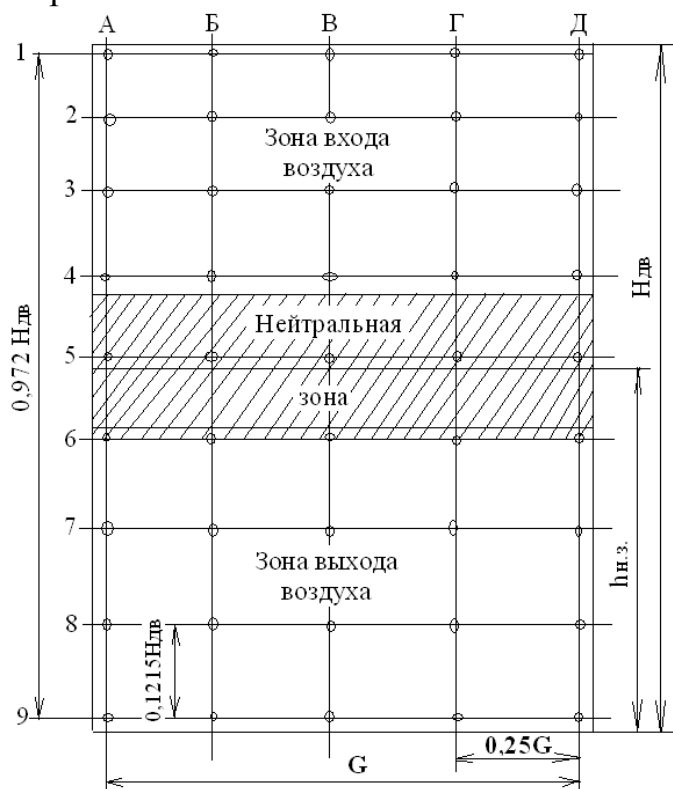


Рис.1 Схема точек измерения температуры и движения воздуха в дверном проеме холодильного шкафа-витрины

Скорость движения воздуха по высоте дверного проема холодильного шкафа-витрины выражается уравнением:

$$v = v_{\text{MAX}} \sqrt{\frac{x}{h_{\text{н.з.}}} - 1} \quad (3)$$

где  $v_{\text{max}}$  - максимальная скорость входящего воздуха во внутренний объем холодильного шкафа-витрины, м/с;

$x$  - текущая координата высоты дверного проема, м;

$h_{\text{н.з.}}$  - высота расположения нейтральной зоны, м.

Высоту нейтральной зоны определили по выражению:  $h_{\text{н.з.}} = H_{\text{дв.}}/2$ . Тогда, скорость движения воздуха по высоте дверного проема холодильного шкафа-витрины определится уравнением:

$$v = v_{\text{MAX}} \sqrt{\frac{2x - H_{\text{дв.}}}{H_{\text{дв.}}}} \quad (4)$$

Для определения количества воздуха проникающего во внутренний объем холодильного шкафа-витрины через открытый дверной проем при отк-рывании-закрывании дверей холодильного шкафа-витрины температурный перепад изменяется в значительных пределах (от минус 25 °С до минус 3 °С). Воздушная система охлаждения усиливает воздухообмен под действием гравитационных сил через открытый дверной проем в среднем в 1,5 раза. Время одного открытия дверного проема  $\Delta t$  колеблется в пределах от 6 до 10 минут и складывается из времени, необходимого для открытия-закрытия дверей и перегрузки (выбора покупателями) продукции, и других эксплуатационных издержек [2].

В результате аппроксимации искомым эмпирическим данным получены следующие зависимости температуры воздуха от скорости движения воздуха для трёх холодильных шкафов-витрин марки Z86.

Параметры для холодильного шкафа-витрины марки Z86.

$$K = 6$$

$$\bar{v} = \frac{1}{6} \cdot \sum_{i=6}^6 v_i \quad (5)$$

$$\bar{v} = \frac{1}{6} \cdot (4 + 6 + 10 + 12 + 15 + 16) = \frac{1}{6} \cdot 63 = 10,5$$

$$\bar{t} = \frac{1}{6} \cdot \sum_{i=6}^6 t_i \quad (6)$$

$$\bar{t} = \frac{1}{6} \cdot (-12,5 - 9,2 - 7,5 - 6,5 - 5,5 - 4,5) = \frac{1}{6} \cdot (-45,7) \approx -7,6167$$

$$\bar{v}^2 = \frac{1}{6} \cdot \sum_{i=6}^6 v_i^2$$

$$\bar{v}^2 = \frac{1}{6} \cdot (4^2 + 6^2 + 10^2 + 12^2 + 15^2 + 16^2) = \frac{1}{6} \cdot (16 + 36 + 100 + 144 + 225 + 256) =$$

$$= \frac{1}{6} \cdot 777 = 129,5$$

$$\bar{t} \cdot \bar{v} = \frac{1}{6} \cdot \sum_{i=6}^6 t_i \cdot v_i \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \bar{t} \cdot \bar{v} &= \frac{1}{6} \cdot (-12,5 \cdot 4 - 9,2 \cdot 6 - 7,5 \cdot 10 - 6,5 \cdot 12 - 5,5 \cdot 15 - 4,5 \cdot 16) = \\ &= \frac{1}{6} \cdot (-50 - 55,2 - 75 - 78 - 82,5 - 72) = \frac{1}{6} \cdot (-412,7) \approx -68,7833 \end{aligned}$$

$$\text{Система уравнений: } \begin{cases} a \cdot 129,5 + b \cdot 10,5 = -68,7833 \\ a \cdot 10,5 + b = -7,6167 \end{cases} \quad (8)$$

$$\begin{cases} b = -7,6167 - a \cdot 10,5 \\ a \cdot 129,5 + 10,5 \cdot (-7,6167 - a \cdot 10,5) = -68,7833 \end{cases} \quad (9)$$

$$129,5 \cdot a - 79,9754 - 110,25 \cdot a = -68,7833$$

$$19,25 \cdot a = 11,1921$$

$$a = 0,5814$$

$$b = -7,6167 - 10,5 \cdot 0,5814$$

$$b = -13,7214$$

Следовательно, искомая эмпирическая формула для определения температуры воздуха в шкафу-витрине № 1 имеет вид:

$$t = (0,5814 \cdot v) - 13,7214 \quad (10)$$

Применение этих формул рекомендуется при температурном перепаде в процессе открывания и закрывания дверей холодильного шкафа-витрины, т.е. при расчете количества воздуха, проникающего во внутренний объем холодильного шкафа-витрины, в период хранения замороженных рыбных (пищевых) продуктов.

### 3. Заключение

1. Для уменьшения теплопритоков через дверной проем холодильных шкафов-витрин применяют воздушные завесы и работа их достаточно рациональна.

2. Экспериментальные исследования такой завесы показали высокую эффективность.

3. Поданы две заявки на патенты моделей энергосберегающих холодильных шкафов с использованием воздушной завесы для задержки холода в их дверном проеме.

### Литература

1. Доильницын, А. В. Тепловоздушный затвор для дверных проемов холодильных камер / А. В. Доильницын, Ю. В. Маяковский // Холодильная техника. - 1986. - № 7. - С. 34-39.

2. ГОСТ 23833-95. Оборудование холодильное торговое (Общие технические условия). Издание официальное, межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, Минск, 1996 год – 38 с.

## ХОЛОДИЛЬНОЕ ХРАНЕНИЕ МОРОЖЕНОЙ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ

и энергосбережение в шкафах торгового холодильного оборудования

Петров Б. Ф., Кобылянский И. Г. (г. Мурманск, МГТУ, Институт дистанционного обучения, кафедра технологического и холодильного оборудования)

**Аннотация.** В докладе представлены данные, связанные с поиском и обоснованием энергосбережения в холодильных шкафах при хранении мороженой рыбной продукции.

**Abstract.** In the report the data connected to search and a substantiation of the power savings in refrigerating cases at a storage of frozen fish production are submitted.

### 1. Введение

В настоящее время несмотря на многочисленные исследования, остается неясным вопрос, связанный с поиском и обоснованием энергосбережения в холодильных шкафах при хранении мороженой рыбной продукции.

Недостаточность разработанной проблемы не позволяет определить рациональные температурные режимы, а также задержку холода в холодильных шкафах при открывании двери (рис. 1).



**Рис. 1.** Холодильное хранение мороженой рыбной продукции в шкафу-витрине марки Z86 с распашными дверями

Повышение температуры воздуха в помещении рыбного магазина и её снижение в отсеке внутреннего объема холодильного шкафа приводит к резкому увеличению температурного перепада в дверном проеме. Воздухообмен через открытые двери в холодильном шкафу происходит под действием естественной гравитации и работы искусственных побудителей движения воздуха.

Холодильные шкафы-витрины с распашными дверями, предназначены для хранения мороженных продуктов и поддержания низких температур в холодильной камере в заданном диапазоне. Рабочие процессы, протекающие во всех элементах холодильной машины, носят нестационарный характер, и их учет весьма затруднителен.

Согласно ГОСТ 23833-95 теплотехнические испытания холодильных шкафов-витрин требуют значительных трудовых и материальных затрат. На время проведения теплотехнических испытаний мороженую продукцию приходится извлекать из холодильных шкафов-витрин, а после испытаний, тщательной мойки и обработки их антисептиками, снова загружать. Качество и сортность мороженой рыбы при перегрузке может снижаться [1].

## **2. Расчет стоимости электрической энергии на работу компрессора (агрегата) холодильной машины при сбережении холода**

На торговое холодильное оборудование (при его эксплуатации) приходится основная доля потребления электроэнергии. Правильное нормирование расхода электроэнергии и контроль за выполнением норм могут дать значительную экономию электроэнергии. Нормативный расход электроэнергии определяется по типам холодильных шкафов, системам охлаждения, применяемого оборудования, загрузки шкафов и температуры воздуха в помещениях, где эксплуатируются холодильные шкафы. Учитывая расчетную тепловую нагрузку исследуемых холодильных шкафов, определены расходы на электроэнергию, определяющие стоимость холода [2].

Требуемая холодопроизводительность холодильной машины  $Q_0$ , обеспечивающая заданную работу холодильной камеры, определена по зависимости:

$$Q_0 = \frac{\sum Q \cdot \varphi}{K_{р.в.}} \quad (1)$$

где  $\sum Q_0$  - суммарная тепловая нагрузка на холодильную камеру, Вт;  
 $\varphi$  - коэффициент, учитывающий потери в трубопроводах и аппаратах холодильной машины;

$K_{р.в.} = \tau_{раб} / (\tau_{раб} + \tau_{ст})$  - коэффициент рабочего времени холодильной машины;

$\tau_{раб}$ ,  $\tau_{ст}$  - время работы и стоянки компрессора (агрегата) холодильной машины соответственно.

По зависимостям  $Q_0 = f(t_0)$  и  $N_{эл} = f(t_0)$ , имеющимся для каждой холодильной машины и по значениям  $(t_0)$  и  $(t_k)$  определили действительные значения холодопроизводительности машины  $Q_{од}$  и электрической мощности  $N_{эл}$ , потребляемой двигателем компрессора (агрегата). Выбранная холодильная машина должна иметь холодопроизводительность  $Q_{од}$  больше или равную требуемой холодопроизводительности  $Q_0$ . Холодопроизводительность ( $Q_0$ ) определили по паспорту холодильной машины марки Z86.



Теоретическую мощность компрессора ( $N_T$ ) определили по зависимости:

$$N_T = N_э \cdot \eta_{\text{мех}} \quad (2)$$

где  $N_э$  - эффективная мощность компрессора, Вт;

$\eta_{\text{мех}}$  - механический коэффициент полезного действия.

Мощность ( $N$ ) также определялась по электросчетчику и рассчитывалась по формуле:

$$N = \frac{n \cdot 3600}{\tau_n \cdot K} \quad (3)$$

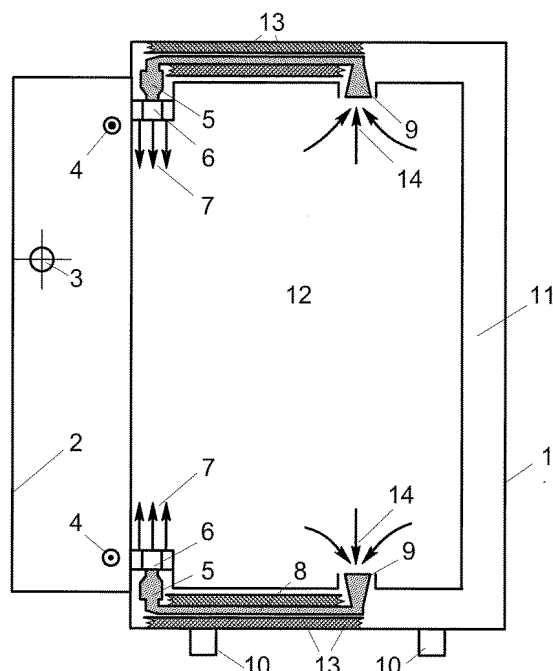
где  $N$  – мощность по электросчетчику, Вт;

$n$  – обороты диска электросчетчика, (например, 5);

$\tau_n$  – время по секундомеру этих  $n$  оборотов, с;

$K$  – количество оборотов диска электросчетчика, равное 1 кВт.

В ходе экспериментов предложено для задержки утечек холодного воздуха в дверном проеме холодильного шкафа при открывании двери применение энергосберегающих устройств (рис. 2).



**Рис. 2.** Энергосберегающий холодильный шкаф с устройством для задержки холодного воздуха: 1 - холодильный шкаф с распашными дверями; 2 - дверь; 3 - ручка двери; 4 - кнопка-выключатель вентилятора (побудителя тока); 5 - диффузоры; 6 - решетка с направляющими отверстиями для подачи холодного воздуха вниз и вверх дверного проема шкафа; 7 - воздушная завеса из холодного воздуха для задержки утечек воздуха из холодильного шкафа; 8 - воздуховод; 9 - вентилятор (побудитель тяги); 10 - стойки-фундамент; 11 - изоляционное ограждение; 12 - отсек внутреннего объема шкафа; 13 - теплоизоляция воздуховода от теплопритоков в изоляционное ограждение шкафа; 14 - холодный воздух

Разработанный способ для задержки утечек холодного воздуха в холодильном шкафу при открывании двери осуществляется с помощью вентилятора (побудителя тяги), установленного сверху и внизу дверного проема изоляционного ограждения холодильного шкафа. Из отсека внутреннего объема холодильного шкафа производится забор холодного воздуха. Холодный воздух по воздуховоду, изолированному тепло-изоляцией от теплопритоков направляется под напором в нагнетальный диффузор, имеющий выпускную щель. Через щель диффузора воздух подается на решетку, разделенную на направляющие отверстия поперечными перегородками внизу иверху дверного проема. Создается воздушная завеса для задержки утечек холода из холодильного шкафа. Данный способ задержки холода в дверном проеме холодильного шкафа позволит решить задачу сбережения электрической энергии на дополнительную работу компрессора (агрегата) холодильной машины для холодильного хранения мороженых рыбных продуктов и обеспечит сохранность их качества.

Устройство для задержки утечек холода в холодильном шкафу при открывании двери работает следующим образом: в холодильном шкафу с помощью вентилятора (побудителя тяги) подается холодный воздух по воздуховоду на диффузоры с направляющими решетками, установленные вверху и внизу дверного проема.

Таким образом, происходит сохранение холода во внутреннем отсеке холодильного шкафа и обеспечивается сохранность качества мороженых продуктов.

### **3. Заключение**

1. Техническим результатом является повышение рациональности работы и экономичности холодопроизводительности агрегата холодильного шкафа, экономия затрат электрической энергии на работу компрессора (агрегата) холодильной машины и сохранение холода в отсеке внутреннего объема холодильного шкафа.

### **Литература**

**1. Эрлихман В. Н.** Энергосбережение в технологических процессах АПК с использованием теплонасосных установок / В. Н. Эрлихман, Ю.А. Фатыхов, А.Э. Суслов. - Калининград: КГТУ, 2007. – 234 с.

**2. ГОСТ 23833-95.** Оборудование холодильное торговое (Общие технические условия). Издание официальное, межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, Минск, 1996 год – 38 с.

**Разработка линии экопродуктов здорового питания****Коновалов К. Л., Боргояков П. Г.** (г. Кемерово, Межрегиональное общественное учреждение «Биона»)

In view of the development of the food industry in Russia, a necessity appeared to develop and put into production new food ingredients, modern high technology additives and ingredients become more and more important.

Образ жизни современного человека существенно изменился за последние несколько десятилетий, при этом многие факторы из нашего окружения – пищевой рацион, уровень физических и нервных нагрузок, скорость обмена информацией, состояние окружающей среды и др. – напрямую влияют на состояние нашего здоровья, эмоциональный настрой и эффективность работы. Для поддержания работоспособности организма в этих условиях важно более внимательно относиться к уровню поступления различных питательных веществ. Отсюда растущая популярность функциональных продуктов питания и биологически активных пищевых добавок, составы которых разработаны именно с целью пополнения нутриентного профиля рациона питания. Объем потребления этих продуктов достиг сегодня весьма впечатляющего уровня, а объемы их производства продолжают возрастать стремительными темпами. Анализ этих данных приводит к следующему заключению: Здоровое питание стало важнейшим глобальным трендом современного рынка продуктов питания. Среди многочисленных условий внешней среды, постоянно воздействующих на организм, фактору питания, несомненно, принадлежит наибольший удельный вес. Однако пища имеет одно принципиальное отличие от всех других факторов внешней среды. В процессе питания она превращается из внешнего во внутренний фактор, и более того, ее элементы трансформируются в энергию физиологических функций и структурные элементы человеческого тела. Именно поэтому питание является определяющим в обеспечении оптимального роста и развития человеческого организма, его трудоспособности, адаптации к воздействию различных агентов внешней среды, и в конечном итоге можно считать, что фактор питания оказывает важное влияние на длительность и качество жизни человека. Термин «питание» в широком смысле слова характеризует всю сумму биологических явлений: поступления и превращения пищевых веществ в организме, лежащих в основе обеспечения энергией и структурными веществами любой физиологической функции.

Весьма актуальной является интенсивно развиваемая в последнее время теория моделирования пищевых продуктов с заданными потребительскими свойствами. Главный принцип теории – моделирование продуктов, свойства которых должны соответствовать не только

материальному и энергетическому балансам организма, но и по своим структурным формам должны быть адекватны эволюционно сложившимся особенностям пищеварения человека. Научный подход к созданию технологий новых видов молочных, мясных продуктов, которые по своей пищевой и биологической ценности максимально соответствуют физиологическим нормам, а также конкретным профессионально-возрастным группам населения, предопределил интенсивное развитие исследований, объединенных понятием «проектирование продуктов питания». Одним из важнейших факторов, влияющих на здоровье населения, а, значит определяющих качество жизни человека, является качество и безопасность продуктов питания, реализуемых на потребительском рынке. Здоровое, качественное питание – это не только медицинская проблема. Ее решение зависит от взаимодействия многих партнеров в регионе. Различные организации имеют отношение к питанию населения. Они занимаются производством, обработкой, распространением пищевых продуктов, торговлей ими, ведают вопросами их качества и безопасности, формируют спрос на продукты посредством маркетинговых исследований и образования населения. Вопросы управления предприятиями пищевой отрасли видятся важными не только при освещении основных и прикладных вопросов менеджмента, но и в первостепенных для человечества вопросах безопасности здоровья и жизни, возникающих повсеместно. В данном случае перед менеджментом встает проблема управления пищевой безопасностью и качеством пищевой продукции. Проблемы безопасности пищевой продукции в настоящее время очень актуальны в связи с интенсификацией процессов глобализации, в том числе с глобализацией торговли сырьем, полуфабрикатами, готовыми пищевыми продуктами, захватом мирового рынка крупными международными производителями и розничными сетями. Увеличение масштабов производства пищевой продукции приводит к тому, что, например, в ситуации случайного заражения пищевой продукции крупного производителя и попадания партии такой продукции на прилавки сетей супермаркетов очень большое количество потребителей различных государств будет подвергнуто риску отравления. Учитывая большие объемы внешней торговли продуктами питания и взаимосвязь экономик разных стран, сегодня проблема обеспечения продовольственной и пищевой безопасности не может быть решена в рамках отдельно взятого государства, определяющая роль в обеспечении продовольственной безопасности переходит к внешнеэкономической политике [1].

Прошли те времена, когда в условиях государственной монополии спрос значительно опережал предложение, а желание потребителя практически не принималось во внимание. С переходом экономики на рыночные рельсы ситуация кардинально поменялась. И теперь

производитель вынужден осознавать, что судьба его бизнеса полностью зависит от потребителя. В 1985 году Генеральная Ассамблея ООН были приняты «Руководящие принципы для защиты интересов потребителей», которые закрепили и дополнили основополагающие права потребителей: на удовлетворение основных потребностей; на безопасность товаров и услуг; на информацию о товарах и услугах; на выбор товаров и услуг; на выражение интересов потребителей; право на возмещение ущерба; право на потребительское образование; право на здоровую окружающую среду. Хотя в магазинах товар присутствует на полках, переработчики агрессивно бьются за рынок, стремясь предложить новые продукты в отличие от традиционных. В современном мире потребление становится своего рода пагубной зависимостью. Для человека, страдающего такой зависимостью, товары теряют собственную значимость и становятся лишь символом причастности к некой общественной группе. Консюмеризм изначально - это движение за права потребителей. В настоящее время, консюмеризм - движение в защиту интересов потребителей. Реализуется в формировании обществ, публичных выступлений, в бойкоте фирм, магазинов и т.п. Развитие этого движения повлекло к возрастанию степени самоконтроля в рекламе, учёту защиты прав потребителей во всей рекламной деятельности. На смену покупателю-консюмеру, по-детски верящему рекламе, торговцам и теряющему голову от громких названий мировых брендов, приходит просьюмер. Разница в три буквы говорит о совершенно ином покупательском поведении: просьюмер неохотно "ведется" на рекламу, разбирается в товаре лучше многих продавцов и все чаще совершает покупки через интернет. Просьюмер — это покупатель (тип покупателя), который предъявляет к товарам большие требования, чем среднестатистический покупатель; потребитель, который в числе прочих таких же влияет на политику компаний-производителей относительно выпуска их продукции, компетентный пользователь.

Национальная кухня является частью народной культуры, отражает особенности уклада жизни людей. Например, одним из традиционных хакасских блюд является талган, приготовленный из обжаренных и измельченных особым способом зерен ячменя, пшеницы. Еще в древности талган стал продуктом из повседневного рациона хакасов и беднейшие слои населения, особенно подтаежных районов, питались им почти круглый год. Здесь не вызревала пшеница, поэтому сеяли в основном рожь и ячмень. Талган - полезный продукт питания, позволяющий за короткое время эффективно восстановить свои силы, работоспособность, физическую форму, а также укрепить здоровье и энергетический тонус организма на долгие годы. Талган, действительно, драгоценная еда, дающая силы, обладающая лечебными свойствами и сытная. По сытости и полноценности талган у кочевников зачастую заменял мясо. Но и в наши дни талган пользуется большой популярностью у хакасов. Историко-

этнографические традиции производства и потребления блюд из круп связано с тем, что каши кормили человечество на протяжении нескольких тысяч лет и кормят до сих пор. Применение круп способствует нормальному пищеварению, предупреждает развитие диабета и рака прямой кишки, улучшает состав крови и кровеносных сосудов, восстанавливает силы, снижает уровень холестерина, нормализует обмен веществ, снижает раздражительность. Закономерно, что в мировой практике все большее распространение получают работы по созданию комбинированных продуктов, в том числе молочных и мясных. Одним из распространенных способов корректировки состава продуктов является комбинирование сырья с компонентами растительного и животного происхождения. Нами разрабатывается проект «Биона-АгроТех» и НПП «Талан» - по производству смесей функциональных композиций на основе зерновых, являющихся основой не только продуктов здорового питания для потребителей, но и для предприятий пищевой отрасли, с целью применения в технологиях в качестве пищевых композитов.

Для России с ее необъятными территориями компания предоставляющая услугу во всех центрах ведения бизнеса, практически затруднено. В связи с этим возникает ситуации, когда команды профессионально подготовленных аутсорсинговых фирм, реализующих свои схемы в небольших регионах малочисленны. А для компаний партнеров важным требованием является географический фактор, высокая репутация партнера и солидный опыт на рынке. Важно наметить единый подход к реализации отраслевых и региональных инновационных проектов, создав условия для концентрации бюджетных ресурсов на приоритетных направлениях: биотехнологиях, экологии и новейших информационных системах. Необходимо стремиться к росту научного потенциала нашей страны, накоплению объектов интеллектуальной собственности, обеспечению в этих целях преемственности поколений в сфере научных исследований и технологических разработок, привлечения и закрепления в ней молодежи. Инновационная инфраструктура - создание и поиск перспективных идей, формирование проектов, создание наукоемких производств, продвижение наукоемких продуктов, развитие предпринимательства. Устранение коммуникационных барьеров между всеми участниками инновационной экосистемы.

### **Литература**

1. Innovative food production technology - [Электронный ресурс]  
Режим доступа URL: [http://konovalov.clan.su/index/english\\_version/0-43](http://konovalov.clan.su/index/english_version/0-43)

## ВЛИЯНИЕ АРОМАТИЗИРОВАННОГО ПРЯНОСТЯМИ МАСЛА НА ОСТАТОЧНУЮ МИКРОФЛОРУ КОНСЕРВОВ ИЗ МОРЕПРОДУКТОВ

Лаженцева Л. Ю.<sup>1</sup>, Шульгина Л. В.<sup>2</sup>, Шульгин Ю. П.<sup>3</sup> (г. Владивосток, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз», кафедра пищевой биотехнологии<sup>1</sup>, ФГУП «ТИНРО-Центр», лаборатория микробиологии<sup>2</sup>, ДВФУ, кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации<sup>3</sup>)

The influence of the oil extract of spices on the residual microflora of canned seafood. The addition of an oil extract of spices in canned seafood contributes significantly reduced the number of spore-forming bacteria *B. subtilis* after sterilization, resulting in maintaining the quality of the product during storage.

Стерилизация пищевого сырья при получении продуктов длительного срока хранения является одним из наиболее надёжных технологических способов, обеспечивающих снижение числа или гибель возбудителей порчи и заболеваний человека. Промышленная стерильность консервов из морских объектов гарантируется предварительной разработкой режимов стерилизации, при обосновании которых учитывается термоустойчивость тест-микроорганизмов *Clostridium sporogenes*-25. Вместе с тем, известно, что часть спорообразующих клеток рода *Bacillus* (*B. subtilis*) при стерилизации консервов способны выживать и оставаться в жизнеспособном состоянии на протяжении всего срока хранения промышленно стерильных консервов [1-3]. Согласно СанПиН 2.3.2.1078-01, *B. subtilis* допускается в составе «остаточной» микрофлоры стерилизованных консервов, но число их в стерилизованных консервах группы А не должно превышать 11 клеток в 1 г продукта. Однако, наличие таких микроорганизмов, даже в покоящемся состоянии, влияет на качество консервов, а именно приводит к «старению» продуктов, особенно белковых, а снижение численности спорообразующих клеток *B. subtilis* или их полное отсутствие в промышленно стерильных консервах из рыбы и нерыбных объектов будет способствовать сохранению качества продуктов, в том числе их белкового компонента.

В литературе последних десятилетий отсутствуют новые сведения о каких-либо веществах или технологических приёмах, позволяющих качественно снизить термоустойчивость спорных микроорганизмов в стерилизуемых продуктах, не снижая активную их кислотность. С учётом этого, очень актуален поиск технических приёмов, позволяющих достоверно снизить термоустойчивость микроорганизмов в пищевых средах без регулирования кислотности, сократить излишнюю термическую нагрузку на продукты при стерилизации, но при этом гарантировать их промышленную стерильность. Ранее [4] нами было установлено, что

масляные экстракты пряностей, используемых в технологии рыбных продуктов проявляют выраженные антимикробные свойства, в том числе спорцидные. Например, экспериментально установлено, что растительное масло, ароматизированное корицей достоверно снижает термоустойчивость споровых бактерий *Cl. sporogenes*-25 [5].

В связи с этим, было изучено влияние пряно-масляных экстрактов на остаточную микрофлору и качество белков в консервах из морепродуктов, что явилось целью настоящих исследований.

Для этого были изготовлена группа консервов из морепродуктов с добавлением растительного масла в стеклянных банках массой нетто 110 г. В контрольные образцы вносили растительное масло, в опытные - пряно-масляный экстракт, представляющий собой это же масло, но ароматизированное пряностями [4]. Стерилизовали консервы в воде с противодавлением (0,18 МПа) по разработанным режимам, приведенным в таб. 1. Охлаждение консервов осуществляли водой с противодавлением. Как видно, использование масляного экстракта пряностей в качестве заливки способствовало снижению термоустойчивости спор тест-штамма *C. sporogenes*-25, величине нормативного стерилизующего эффекта для консервов и продолжительности стерилизации.

Таб.1 – Научно-обоснованные режимы стерилизации контрольных и опытных образцов консервов из морепродуктов

Наименование консервов	Консервы с добавлением					
	растительного масла			пряно-масляного экстракта		
	$F_n$ , усл. мин.	время стерилизации, мин	$F_{ф.}$ , усл. мин.	$F_n$ , усл. мин.	время стерилизации, мин	$F_{ф.}$ , усл. мин.
Спизула подкопченная в масле	5,28	20-50-20	6,9	4,64	20-45-20	5,8
Осьминог в масле	5,28	20-50-20	6,9	4,50	20-45-20	5,68
Ассорти из подкопченных морепродуктов в масле	5,28	20-50-20	6,9	4,72	20-45-20	5,87
Кукумария подкопченная в масле	6,27	20-55-20	8,23	4,93	20-45-20	5,77

В контрольных и опытных консервах до и после стерилизации определяли число выживших клеток *B. subtilis*. В таб. 2 показано, что до стерилизации общее число бактерий составляло в среднем  $320 \pm 64$  клетки в 1 г продукта. После стерилизации все консервы были промышленно стерильны. Вместе с тем, в консервах с растительным маслом оставались



жизнеспособные клетки *B. subtilis*, число их несколько колебалось в зависимости от компонентного состава продуктов. В консервах с добавлением пряно-масляного экстракта бактерии не были обнаружены.

Таб. 2 - Влияние масляного компонента на численность *B. subtilis* в консервах из морепродуктов в масле

Наименование консервов	Число клеток <i>B. subtilis</i> в 1 г содержимого консервов		
	до стерилизации	после стерилизации	
		контрольных	опытных
Спизула подкопченная в масле	$2,46 \times 10^2 \pm 1,8 \times 10^2$	9±4	0
Осьминог в масле	$0,92 \times 10^2 \pm 0,3 \times 10^2$	3±1	0
Ассорти подкопченных морепродуктов в масле	$3,2 \times 10^2 \pm 2,7 \times 10^2$	13±4	0
Кукумария подкопченная в масле	$1,09 \times 10^2 \pm 0,8 \times 10^2$	7±3	0

Поскольку одним из показателей сохранности пищевой ценности продукта при стерилизации является термopовреждение белков, оказывающее влияние на их усвояемость, то нами было изучено качество белкового компонента продукта методом биотестирования с использованием инфузорий [6]. Результаты исследований консервов после 6 мес. хранения приведены на рис. 1.

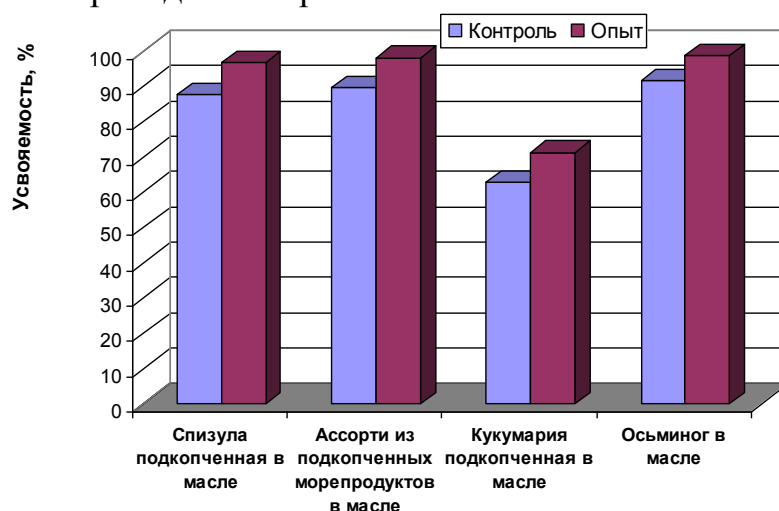


Рис. 1. Усвояемость белкового компонента в консервах из морепродуктов с добавлением подсолнечного масла (контроль) и пряно-масляного экстракта (опыт)

Как видно, замена растительного масла пряно-масляными экстрактами сопровождалась увеличением доступности белкового компонента продуктов, в том числе у консервов «Спизула подкопченная в масле» - на 10,1 %, «Ассорти из подкопченных морепродуктов в масле» - на 8,5 %, «Кукумария подкопченная в масле» - на 8,6 %. Не исключено, что на усвояемость белка в консервах из морепродуктов с добавлением пряно-масляного экстракта оказывают положительное влияние непосредственно минорные жирорастворимые компоненты пряностей.

Таким образом, экспериментально установлено, что растительное масло после экстрагирования в нем пряностей, при добавлении в консервы из морепродуктов, способствует достоверному снижению численности спорообразующих бактерий *B. subtilis* после стерилизации и сохранению качества продуктов в процессе хранения.

### Литература

1. Дутова Е.Н., Гофтарш М.М., Призренова И.И., Сазонова А.С. Техническая микробиология рыбных продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 272 с.
2. Мазохина-Поршнякова Н.Н. Анализ и оценка качества консервов по микробиологическим показателям /Н.Н. Мазохина-Поршнякова, Л.П. Найденова, С.А. Николаева, Л.И. Розанова. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 471 с.
3. Сыромятникова М.Г. Методы микробиологических и санитарных исследований рыбных продуктов. – Владивосток: Дальневосточное книжное из-во, 1964. – 160 с.
4. Патент РФ № 2427277. Способ получения пищевого масла / Авторы: Лаженцева Л.Ю., Шульгина Л.В., Шульгин Р.Ю., Ким Э.Н. Оpubл. 27.08.2011, Бюл. № 24
5. Лаженцева Л.Ю. Влияние масляного экстракта корицы на термоустойчивость спорных микроорганизмов – возбудителей порчи консервов // Научные труды Дальрыбвтуза, 2011. - Том 24. – С. 146-151.
6. Шульгин Ю.П., Шульгина Л.В., Петров В. А. Ускоренная биотис оценка качества и безопасности сырья и продуктов из водных биоресурсов. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2006. – 131 с.

**ВТОРИЧНЫЕ РЫБНЫЕ РЕСУРСЫ КАК ИСТОЧНИК ЦЕННЫХ БАВ В ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И БАД**

**Мезенова О. Я., Ключко Н. Ю., Байдалинова Л. С., Ташина Е. В., Андропова С. В., Матковская М. В.** (г. Калининград, КГТУ, кафедра пищевой биотехнологии)

Researches on development of technologies of biologically active agents and foodstuff from secondary fish raw materials (bones, scales, the heads, fins, gonads) are conducted: zheleyny functional products of osteotropy action, preparations of the polynonsaturated fatty acids, the combined processed cheese with gonads of fishes.

Вторичное рыбное сырье (ВРС) - кости, кожа, чешуя, плавники, головы, внутренности, гонады малоценных видов рыб в большом количестве скапливаются на рыбоперерабатывающих предприятиях Калининградской области. Основная их часть не находит достойного применения и в лучшем случае реализуется на корм животным. Вместе с тем ВРС – источник таких ценных биологически активных веществ (БАВ), как протеины, полиеновые жирные кислоты, минеральные компоненты, гликозаминогликаны, ферменты и др. [1].

Цель работы – разработка БАВ и пищевых продуктов повышенной биологической ценности с использованием ВРС.

Одно из направлений работы – обоснование пищевой композиции и технологии кондитерского желейного функционального продукта остеотропного действия с улучшенными вкусо-ароматическими свойствами за счет обогащения композиции белковыми, минеральными, липидными ингредиентами чешуи и голов рыб, а также через введение витаминов и биофлавоноидов растительных добавок и экстрактов.

Для получения данного продукта используют желатин, сахар-песок, фито- и вкусовые добавки с водой с использованием фитодобавок в виде водного экстракта из смеси травы череды трехраздельной, шалфея лекарственного и мяты перечной, дополнительно включающей корицу молотую и порошкообразную добавку из рыбной чешуи.

Поставленная задача получения функционального продукта остеотропного действия достигается за счет привнесения белковых, минеральных и липидных веществ, находящихся в добавке из рыбной чешуи, а также натуральных витаминов, биофлавоноидов и других БАВ из фитоэкстракта, которые взаимодействуют с ингредиентами добавки из рыбной чешуи и оказывают консервирующее действие. Увеличивается содержание белковых, минеральных и липидных веществ соединительно-тканного происхождения, кроме того, упаковывание их в желатиновую оболочку улучшает органолептические свойства и увеличивает срок

годности готового продукта. Также, желатин в составе полученного изделия работает как улучшитель консистенции, студнеобразователь, вследствие чего достигается новая трехмерная структура, однородная консистенция, обеспечиваются механические свойства композиции (вязкость, прочность, упругость, эластичность), необходимые для того, чтобы добавка из рыбной чешуи равномерно распределилась в продукте.

Обеспечение задачи получения композиции для приготовления функционального продукта остеотропного действия достигается путем введения предварительно приготовленной порошкообразной добавки из рыбной чешуи в желатиновый раствор на указанном фитоэкстракте.

При гидратации желатина в среде охлажденного фитоэкстракта формируется структура белкового геля. По достижении максимальной (равновесной) степени набухания увеличившийся в объеме желатин подвергается нагреванию до растворения и получения однородной массы, после чего в массу вводят сахар и порошкообразную добавку из рыбной чешуи. Для приготовления добавки рыбную чешую варят, высушивают и измельчают в порошок.

В итоге образуются водородные связи между карбоксильным кислородом и амидным водородом звеньев полипептидной цепи, повышается вязкость желатинового раствора, стабилизируется структура продукта, вследствие чего создается новая единая пищевая система. Использование добавки из рыбной чешуи приводит к повышению биологической ценности продукта, за счет высокого содержания белка (48,6%), кальция (24,6%) и фосфора (6,9%). Применение в качестве структурообразователя желатина также ведет к увеличению биологической ценности продукта, за счет высокого содержания (до 87,2%) белка в желатине, что подтверждает функциональность продукта с точки зрения заболеваний опорно-двигательного аппарата [1].

Сваренная высушенная порошкообразная рыбная чешуя привносит с собой белковые, липидные, минеральные компоненты. Данная добавка будет поставлять следующие аминокислоты: пролин, глицин, аланин, гидроксипролин и глутаминовую кислоту, участвующие в синтезе соединительной ткани; такие минеральные вещества, как кальций (24,6%), фосфор (6,9%) и магний, формирующие костный скелет организма; следующие жирные кислоты: пальмитиновую (34,8%), пальмитолеиновую (14,8%), линолевую (0,6%), эйкозапентаеновую (5,7%) и другие, которые обеспечивают липидный обмен и тканевое питание соединительной ткани.

При приготовлении фитоэкстракта в воду выделяется более 25% БАВ, находящихся в лекарственных растениях, состоящих из основных лечебных веществ и комплекса высокоактивных природных веществ, обладающих высоким лечебным действием. При набухании желатина в фитоэкстракте образуются также связи между заряженными группами звеньев

полипептидной цепи и фитоконпонентами (органическими кислотами, антиоксидантами и другими).

Черда трехраздельная привносит с собой (% сухой массы): дубильные вещества – 5,0; аскорбиновую кислоту – 0,7; макроэлементы – 0,55, в том числе, кальций – 0,11, магний – 0,03; также флавоноиды (лютеолин, битеин, бутин-7-глюкозид, аурон, сульфуретин), кумарины (умбеллиферон, скополетин), кальциферол. Кальций в черде трехраздельной находится в основном в форме растворимых солей – сульфата и щавелевокислого кальция, в целом значительная часть кальция, 20-65%, в черде трехраздельной растворима в воде и поэтому переходит в фитоэкстракт при его приготовлении.

С листьями шалфея лекарственного в фитоэкстракт попадают (% сухой массы): макроэлементы – 3,0, в том числе, калий 1,1, кальций – 1,7, магний – 0,4; микроэлементы – 0,04, в том числе, железо – 0,03; витамины: бета-каротин – 0,003, холин – 0,04, пиридоксин – 0,003, аскорбиновая кислота – 0,03, токоферол – 0,007, филлохинон – 0,002.

С листьями мяты перечной поступают (% сухой массы): витамины: рибофлавин – 0,002, пантотеновая кислота – 0,002, пиридоксин – 0,003, ниацин - 6,6, витамин РР – 0,012; макроэлементы: калий – 1,9, кальций – 1,5, натрий – 0,3, магний – 0,6; микроэлементы: железо – 0,09, марганец – 1,5, цинк – 0,02.

При рассмотрении вопросов переработки отходов от разделки рыб требует решения использование липидной фракции. Перспективным является получение препаратов полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). По своей природе ПНЖК требуют подбора антиокислительных препаратов. Из множества таких веществ особый интерес представляют природные антиокислители [2].

Для оценки действия различных антиоксидантов исследования проводились с жиром, полученным из отходов от разделки семги. Из жира, полученного путем вытапливания, отделилась фракция насыщенных жирных кислот (12,5% от массы жира). Высокие значения йодного числа фракции после отделения насыщенных кислот свидетельствуют о высокой степени ненасыщенности липидов семги.

Испытывались природные вещества, которые в исследованиях других авторов оценивались положительно: экстракты шалфея, имбиря, розмарина и пажитника, смесь экстрактов розмарина и зеленого чая, токоферол, астаксантин, а также ионол и дигидрохверцетин.

Образцы с антиоксидантами (0,2% к массе жира) хранились при положительной нерегулируемой температуре. Исследования динамики гидролитических и окислительных процессов (по ГОСТ Р 52110-2003 и ГОСТ Р 51487-99, рис. 1) показывают, что процессы гидролиза и первичного окисления, интенсивные в контрольном образце, удается

стабилизировать при использовании экстрактов розмарина или смеси экстрактов розмарина и зеленого чая.

При разделке рыбы часто неиспользуемыми остаются гонады рыб – икра и молоки, содержащие незаменимые аминокислоты, ПНЖК, ДНК и РНК, витамины, минеральные и другие БАВ [3]. Предложено использовать их в технологии комбинированных плавленых сыров повышенной биологической ценности. Сущность технологии заключается в смешивании пробитой икры, измельченных молок, творога, сыра твердых сортов, коровьего молока, соли-плавителя «Фанакон», дальнейшем плавлении сырной массы при температуре 85°C, добавления сливочного масла, разливания в форму и охлаждения.

С использованием ортогонального центрального композиционного плана второго порядка для двух факторов определены оптимальные значения вводимого количества икры и молок салаки, коровьего молока. В обогащенном плавленом сыре, приготовленном по уточненной рецептуре определены

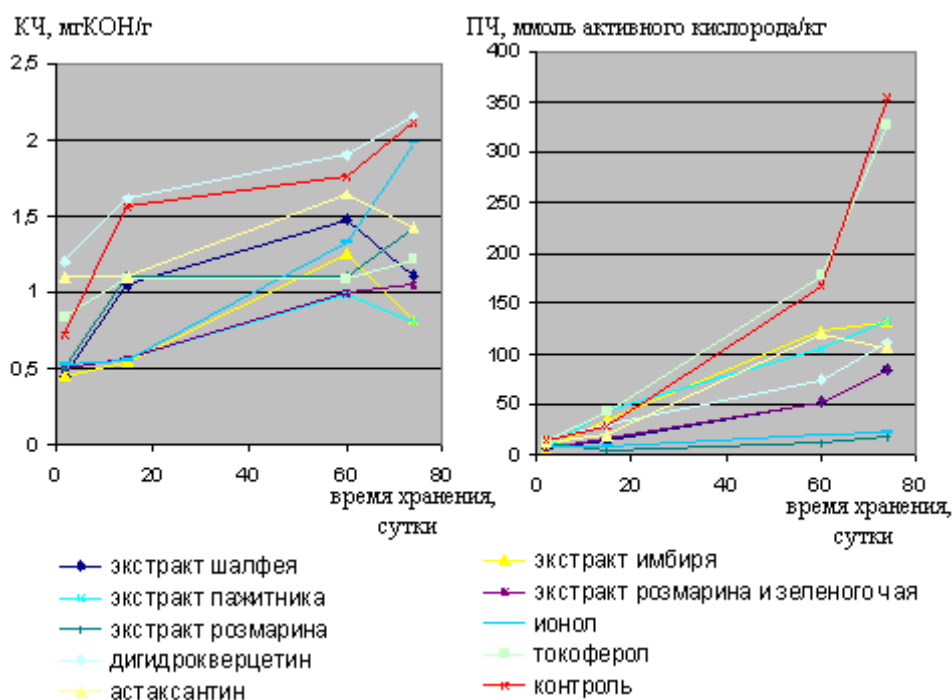


Рисунок 1 – Изменения кислотного и перекисного чисел жира из семги в процессе хранения в присутствии различных антиоксидантов. Основные органолептические и физико-химические характеристики, изучены реологические показатели. Дегустаторами отмечены приятный молочный запах и вкус готового продукта, отсутствие в аромате рыбных оттенков, пластичная консистенция.

Полученные результаты свидетельствуют об актуальности и перспективности разрабатываемых технологий БАВ и пищевых продуктов из ВРС, полученными на основе доступного сырья Калининградской области.

### **Литература**

1. Перова, Л.И. Сравнительная технохимическая характеристика и пищевая ценность леща и судака Куршского и Вислинского (Калининградского) заливов // Материалы VIII-ой Международной научно-практической конференции «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество», Светлогорск, сентябрь 2011: Издательство АтлантНИРО, Калининград. – 2011.
2. Stockmann, H. Einsatz von Antioxidantien zur Stabilisierung von Fisch- und Sojaöl / H. Stockmann, A. Holthausen // Lohmann Information. – 2005. – №4. – S. 1-4.
3. Биотехнология морепродуктов: учеб./ Л.С. Байдалинова, Н.Т. Сергеева, А.С. Лысова и др.; под ред. О.Я. Мезеновой; КГТУ.- М: Мир, 2006.- 560 с.

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ЯГОД КРАСНОЙ И ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ НОВЫХ СОРТОВ ПО СОДЕРЖАНИЮ ПЕКТИНОВ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ**

**Мясищева Н. В.** (г. Орел, ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс», кафедра «Технология и организация питания, гостиничного хозяйства и туризма»)

Berries of red and black currant are a valuable source of pectin. Low temperature freezing is an effective way of storage of raw materials and does not have a significant influence on the content of pectin substances in berries of red and black currant new varieties.

Смородина является одной из самых распространенных ягодных культур в России. Такой популярностью она пользуется благодаря высокой пищевой ценности, продуктивности, скороплодности и неприхотливости в выращивании.

Ягоды красной и черной смородины богаты витаминами, органическими кислотами, сахарами, пектиновыми веществами, минеральными элементами, в связи с чем обладают лекарственными, диетическими, антирадиационными свойствами.

Они являются прекрасным десертом в свежем виде, а также используются для производства пищевых продуктов богатых биологически активными веществами. Благодаря хорошей желеобразующей способности ягоды красной и черной смородины широко применяются в технологии жележных продуктов: джемов, конфитюров, желе, мармелада, муссов, самбуков, киселей.

Однако круглогодичное использование ягод смородины в переработке ограничено вследствие сезонности сырья. Решить эту проблему позволяет эффективный способ консервирования – замораживание. Замораживание ингибирует не только биохимические процессы в клетках, но значительно тормозит развитие микрофлоры, благодаря чему пищевая ценность сырья остается практически неизменной.

В последние годы благодаря целенаправленной работе Всероссийского НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК) (г. Орел) сортимент красной и черной смородины неизменно пополняется посредством выведения и распространения конкурентоспособных высокоадаптивных сортов со стабильной урожайностью, высокими товарными и потребительскими качествами ягод.

Интерес представляет изучение пектиновых веществ в свежих и замороженных ягодах красной и черной смородины новых сортов, перспективных для выращивания в Центрально Черноземном Регионе



России, в процессе их низкотемпературного хранения течение девяти месяцев.

Среднее содержание пектиновых веществ в свежих ягодах красной смородины составило 8,99% на сухую массу (Табл. 1).

Табл. 1 – Содержание пектиновых веществ в свежих и замороженных ягодах красной смородины новых сортов

Сорт	Массовая доля пектиновых веществ, %				
	до замораживания	сразу после замораживания (-30° С)	после 3-х месяцев хранения (-18° С)	после 6-ти месяцев хранения (-18° С)	после 9-ти месяцев хранения (-18° С)
Ася	8,7	6,9	6,6	6,5	6,5
Баяна	9,1	8,0	8,1	7,7	7,8
Валентиновка	9,3	7,7	7,1	6,8	6,7
Вика	8,66	8,4	8,2	7,7	7,5
Дана	8,5	6,8	6,1	5,9	6,1
Дар Орла	8,5	8,2	8,1	7,3	7,6
Красная Виксне	7,4	6,9	6,4	6,3	6,4
Мармеладница	10,2	9,9	9,9	9,7	9,6
Нива	8,2	8,1	7,6	7,9	7,6
Орловская звезда	9,6	9,3	9,1	9,3	8,7
Орловчанка	11,1	10,9	10,5	10,7	10,3
Подарок лета	10,1	8,9	9,2	8,8	8,7
Рачновская	7,6	6,6	6,3	6,2	6,0
Среднее по сортам	9,0	8,2	7,9	7,7	7,6
Min	7,4	6,6	6,1	5,9	6,0
Max	11,1	10,9	10,5	10,7	10,3

Максимальное содержание пектиновых веществ отмечено у сорта Орловчанка (11,1%), минимальное – у сорта Красная Виксне (7,4%). Высокими количествами пектиновых веществ характеризуются также сорта Мармеладница (10,2 %), Подарок лета (10,1 %), Орловская Звезда (9,6 %), что важно при производстве жележных продуктов. При низкотемпературной обработке ягод было отмечено снижение количеств пектинов у всех сортов, что согласуется с литературными данными. Потери составляли от 2 до 20%. После 3-х месяцев хранения их содержание уменьшилось на 3 – 24 % и потери продолжались в процессе всего периода исследований. К концу хранения потери пектиновых веществ составили от 6 до 28% от исходных значений на начало хранения.

Среднее содержание пектиновых веществ в свежих ягодах черной смородины изучаемых составило 7,92%, при этом минимальное значение 6,30 % отмечено у сорта Ажурная, максимальное 9,90% - у сорта Орловская серенада (Табл. 2). Высокими значениями этого показателя характеризовались сорта Ладушка, Очарование в течение всего периода хранения.

Табл. 2 – Содержание пектиновых веществ в свежих и замороженных ягодах черной смородины новых сортов

Сорт	Массовая доля пектиновых веществ, %			
	до замораживания	после 3-х месяцев хранения (-18° С)	после 6-ти месяцев хранения (-18° С)	после 9-ти месяцев хранения (-18° С)
Ажурная	6,30	6,75	4,80	4,75
Арапка	7,05	6,30	6,30	6,35
Искушение	6,95	5,85	6,90	7,25
Креолка	7,40	7,65	6,70	7,95
Ладушка	9,25	7,95	8,10	7,95
Орловская серенада	9,90	8,45	7,15	8,55
Очарование	8,60	7,60	7,50	8,55
Среднее по сортам	7,92	7,22	6,78	7,34
Min	6,3	5,85	4,8	4,75
Max	9,9	8,45	8,1	8,55

Установлено, что после трех месяцев хранения происходит незначительное уменьшение пектиновых веществ у большинства сортов черной смородины в среднем на 9%. После шести и девяти месяцев хранения их содержание существенно не изменяется, однако в сортах Искушение, Креолка выявлено увеличение пектинов по сравнению с их исходными значениями в свежих ягодах.

На основании проведенных исследований установлено, что низкотемпературное замораживание является эффективным способом хранения сырья и не оказывает существенного влияния на содержание пектиновых веществ в ягодах красной и черной смородины новых сортов. Это позволяет рекомендовать ягоды красной и черной смородины для круглогодичного производства витаминных продуктов питания.

### Литература

1. Лучшие сорта плодовых и ягодных культур Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур [Текст] : справ. издание / Е. Н. Седов, О. Д. Голяева, Е. Н. Джигадло [и др.] ; под ред Е. Н. Седова. – Орел : Изд-во ВНИИСПК, 2005. – 124 с.
2. Определитель сортов смородины [Текст] : справочник / Т. П. Огольцова, Л. В. Баянова, Е. В. Володина, С. Д. Князев. – Орел : Изд-во ВНИИСПК, 2000. – 408 с.

## **ОСОБЕННОСТЬ РАЗВИТИЯ ПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ У ГИГАНТСКИХ ПРЕСНОВОДНЫХ КРЕВЕТОК *MACROBRACHIUM ROSENBERGII* (DEMAN, 1879)**

**Нгуен Тхи Туэт, Крючков В. Н.** (г. Астрахань, АГТУ, кафедра «Общая биология и гидробиология»)

В работе показано достоинство монокультивирования самцов у гигантских пресноводных креветок *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) при помощи удаления железы андрогена. Дана характеристика половой системы на разных стадиях (PL 25-70) развития организма на гистологическом уровне. В работе использовались гистологические, морфометрические и статические методы.

The paper shows the dignities of monocultivation male of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (DeMan, 1879) by removing the gland androgen. The characteristic of the reproductive system in different stages (PL 25-70) of the organism was researched in the histological level. We used histological, morphometric static methods.

Начиная с 70 – х гг. XX в. в аквакультуре ракообразных все больше внимания уделяется пресноводным креветкам рода *Macrobrachium*. Доля их в мировом производстве креветок пока не превышает 5%, но интерес к этой отрасли аквакультуры продолжает расти, особенно в старанах Юго – Восточной Азии и Южной Америки [1]. Гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii* является широко распространенным объектом промысла и культивирования в искусственных условиях. Такой вид обладает самыми крупными размерами из 100 видов рода *Macrobrachium* [4]. В возрасте 4-5 месяцев креветки достигают половозрелости, причем самки раньше, чем самцы. При этом длина самок около 150 мм, масса около 25 г, длина самцов около 150 мм, масса около 35 г. После достижения половозрелости рост самок замедляется, рост самцов продолжается теми же темпами. К девятимесячному возрасту отдельные особи достигают 100-120 г, к году - 140-150 г, иногда 200 г. [3].

Повышение рентабельности выращивания креветок может быть достигнуто несколькими способами, один из которых – получение товарной креветки увеличенной массы. Исследователи Индии показали, что товарное выращивание только самцов позволяет получить прибыль на 60% больше по сравнению с традиционным выращиванием (самцов и самок). Стадо креветок, состоящее из одних самцов, достигает товарного размера быстрее, чем стадо самок и стадо смешанного пола [5]. Для достижения этого необходимы базовые исследования производства однополых популяций, состоящих из самцов. По результатам исследования Sagi A., Aflalo удаление андрогенной железы самцов на

ранних стадиях способствует транссексуализации самцов в самок. Если эти фальшивые самки с генотипом ZZ размножаются с нормальными самцами (ZZ), то они образуют стадо креветок, в котором количество самцов достигает 98-100% [6]. Но, к сожалению, при проведении манипуляции по удалению андрогенной железы возникает небольшое препятствие в определении пола креветок на ранних стадиях.

Целью данного исследования являлась анализ особенности развития половой системы *Macrobrachium rosenbergii* на ранних стадиях после метаморфоза.

#### **Материал и методы исследования**

Исследования выполнены на базе малого инновационного предприятия «Эко-тропик» и эколого-гисто-физиологической лаборатории кафедры «Гидробиология и общая экология» Астраханского государственного технического университета. Объектом исследования служили особи гигантских пресноводных креветок. Особенность внешнего строения гонады посмотрелась 2 раза в неделю под стереоскопическим микроскопом Микромед МС-2-ZOOM вариант 2CR. Отбор пробы креветок для обработки гистологических препаратов осуществлен на разных стадиях развития после метаморфоза (PL 25, PL 30, PL 35, PL 40, PL 50, PL 55, PL 60, PL 65, PL 70).

Гистологические препараты приготавливали по общепринятым методикам [2]. Объекты фиксировались раствором Буэна. Полученные срезы окрашивались гематоксилин-эозином. Фотографирование серий микропрепаратов осуществляли на микроскопе «Olimpus BH-2». Обработка полученных микроснимков (изображений) срезов проводилась при помощи пакетов программного обеспечения Scope Photo 3.0 (ScopeTek®) и Adobe Photoshop CS6 Extender.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

По результату исследования на стадии развития PL 25 самцы существенно не отличались от самок как по внешним признакам, так и внутренним строением половой системы. Семенники и яичники между сердцем и печенью креветок на стадии PL 25 – 50 еще не формируются, что можно видеть на соответствующем рисунке, между сердцем и печенью пока нет закладок гонад (рис. 1).

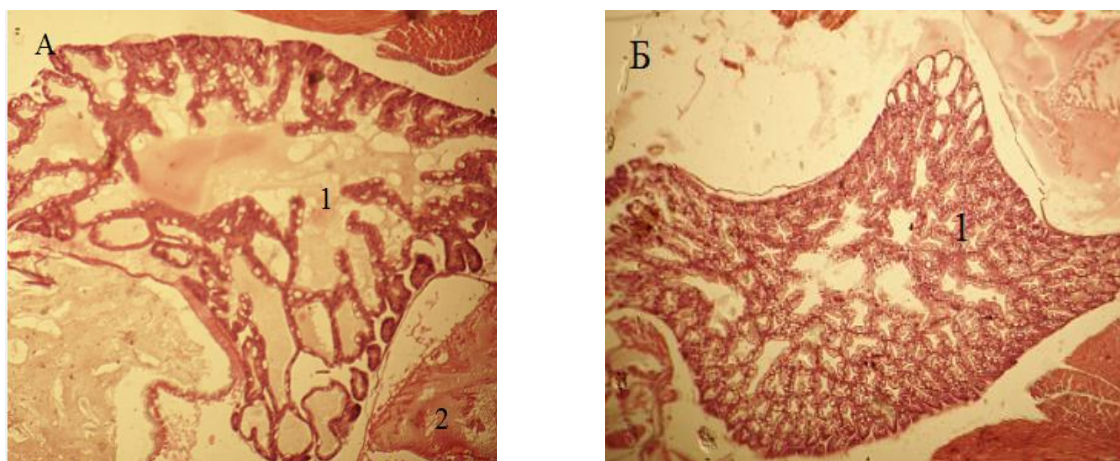


Рис. 1. Внутреннее строение креветки на стадии PL 25 (а) и на стадии PL 50 (б). Гематоксилин-эозин. Ок. 20, об. 40. 1 – печень; 2 – сердце

Определение пола креветок по внешнему строению возможно на стадии PL 40 – 45. Половое отверстие креветок начинает уже формироваться на данных стадиях. Данный результат тоже был подтверждён R. Wikrom et. al (2006). Гонопоры у самцов расположены под коксальными выростами пятой пары переоподов и в середине пятой пары переоподов образуется твердая точка, а у самок - на коксах третьей пары. По результатам наших исследований семенник креветок начинает формироваться на стадиях 55 – 60 дней после метаморфоза (рис. 2).

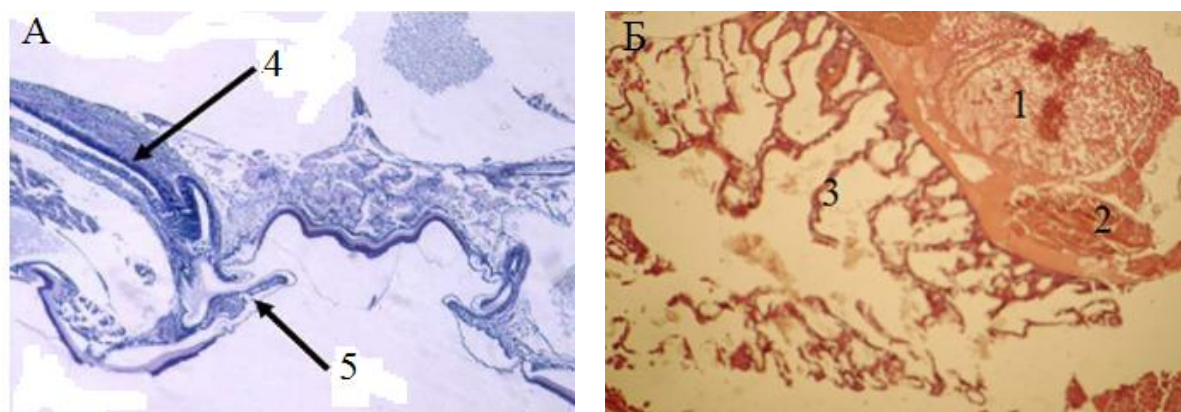


Рис 2. Гонады креветки на стадиях PL 45 (А) и PL 55 (Б). Гематоксилин-эозин. Ок. 20, об. 40.

1 – сердце; 2 – семенник; 3 – печень; 4 –семенной проток; 5 – гонопор

Семенник представлен группой клеток, расположенных между печенью и сердцем. На 65-70 день после периода метаморфоза. Когда длина карапакса достигает около 1 см, начинает образовываться мужской отросток, получающий полное развитие на 95 день. У самцов при формировании полового отверстия и «мужского» отростка в последующее время (70 день развития) строение семеника становится более ярковыраженным (рис. 3).

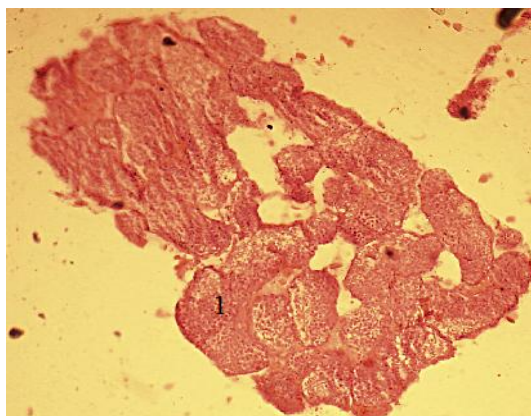


Рис 3. Строение семенника на стадии 70 дней после метаморфоза.

Гематоксилин-эозин. Ок. 20, об. 40. 1 – сперматогенная долька

В гонадах самок уже присутствуют оогонии с ядрами (рис. 4). Полное развитие половой системы у гигантских пресноводных креветок происходит на стадии 65-70 дней после метаморфоза. Половая система самок состоит из парных яичников, яйцеводов и гонопор. Яичники расположены в головогрудь дорсально по отношению к желудку и гепатопанкреасу. Яйцевой проток заканчивается гонопором, расположенным на внутренней поверхности абдомена между переоподами третьей пары. Половая система самца состоит из парных семенников, расположенных аналогично яичникам самок, семенных протоков и гонопор, открывающихся у начала пятой пары переоподов.

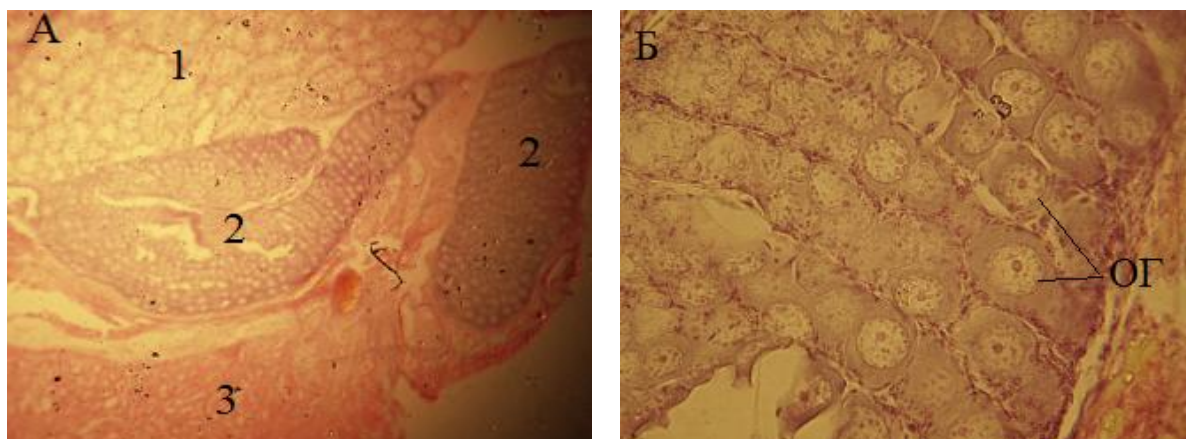


Рис. 4. Яичник на стадии 70 дней после метаморфоза. Гематоксилин-эозин. Ок. 20, об. 40 (а) и 100 (б). 1 – печень, 2 – ячник, 3 – сердце, ОГ – оогоний

На стадии PL 25 – 60 семенник и яичник креветок еще не получают полного развития структуры. Удаление железы андрогена приводит к трансексуалу самцов в самок. Результат исследования является основой для производства однополых популяций, состоящих из самцов у гигантских пресноводных креветок.

## Литература

1. Владовская Н. Ф., Мирзоева Л.М., Федорова З.В. Культивирование креветок за рубежом // Рыбное хозяйство: сер. Марикультура: Обзор. Информ. ВНИЭРХ, 1989. – Вып. 2. – 89 с.
2. Волкова О. В., Елецкий Ю. К. Основы гистологии с гистологической техникой. – Медицина, 1982. – 303 с.
3. Сальников Н.Е., Суханова М.Э. Биология и культивирование пресноводных креветок. – Астрахань: Из-во АГТУ, 1998. – 86 с.
4. Нгуен Виет Танг. Биологическая характеристика и технология образования производителей гигантских пресноводных креветок. – Вьетнам, 1993. – 67 с.
5. Sagi A., Ranan Z., Cohen D., Wax, Y., 1986. Production of *Macrobrachium rosenbergii* in monosex population: yield characteristics under intensive monoculture conditions in cages // *Aquaculture* № 51. – P. 265 – 275.
6. Sagi A., Aflalo E.D., 2005. The androgenic gland and monosex culture of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*: a biotechnological perspective // *Aquac. Res.* № 36. – P. 231 – 237.
7. Wikrom Rungsin, Natthapong Paankhao, Uthairat N., 2006. Production of all-male stock by neofemale technology of the Thai strain of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* // *Aquaculture* № 259. – P. 88 – 94.

## РАЗРАБОТКА СПОСОБА ОЧИСТКИ ОТРАБОТАННЫХ ТУЗЛУКОВ

**Недбайлова С. И., Иваней А. А.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Технологии пищевых производств)

It is developing the method of purification of brine with ultrasound silver ion generator and a suspension of bentonite clay for reuse the use of saline solutions. It will significantly reduce the expense of salt, water and reset of chlorides into the environment.

На современном уровне развития отечественной рыбоперерабатывающей отрасли рациональное использование природных ресурсов может обеспечить внедрение в производство малоотходных и безотходных технологий.

На производящих соленую рыбную продукцию промышленных предприятиях России при приготовлении тузлуков для посола рыбы используется значительное количество поваренной соли и питьевой воды. В отработанных тузлуках снижается содержание соли, они загрязнены взвешенными частицами, жирами и азотистыми соединениями, переходящими из исходного сырья при просаливании, имеют повышенную микробиологическую обсемененность и не могут быть использованы повторно. По окончании производственного цикла использованные тузлуки поступают на очистные сооружения, при этом происходят неоправданные потери воды и растворенной в ней соли. Следует отметить, что большинство существующих очистных систем не позволяют полноценно утилизировать жидкие производственные отходы, что приводит к загрязнению окружающей среды, поэтому очистка отработанных тузлуков - актуальная задача [1].

В настоящее время на кафедре технологий пищевых производств Мурманского Государственного Технического Университета ведутся разработки в области регенерации отработанных солевых растворов с использованием ультразвука и генератора ионов серебра.

С этой целью были проведены следующие эксперименты.

Первоначально тузлук обрабатывали только ультразвуком, а затем насыщали ионами серебра. Данные испытания проводились и в обратном порядке. Визуально разницы в окончательном результате в зависимости от последовательности использования ультразвука и насыщения ионами серебра не выявлено. Воздействие ультразвуковых колебаний на солевой раствор продолжалось от нескольких минут до нескольких часов, в процессе которого наблюдалось незначительное осветление тузлука, выпадение более крупного осадка за счет коагуляции жира-белковых включений. Процесс считается длительным, но более эффективным, чем метод отстаивания.



В последующих экспериментах применяли дополнительно охлаждение как до и после обработки ультразвуком солевого раствора, так и при обычном методе отстаивания. В результате охлажденный тузлук был более прозрачным. Но особой разницы при использовании ультразвука и охлаждения и просто охлаждения не выявлено.

В качестве дополнительного компонента для интенсификации отделения жира-белковых включений в других испытаниях использовали бентонитовую глину. Изначально перед обработкой ультразвуком глину добавляли в тузлук в сухом состоянии при непрерывном перемешивании, которое производили в течение нескольких минут. Глина оседала, но солевой раствор не очищался. Затем глину добавляли в виде суспензии. Именно этот метод позволил добиться наиболее эффективного окончательного результата при получении регенерированного тузлука.

Таким образом, предполагается использовать следующую технологию очистки отработанных солевых растворов.

Предварительно приготовленная суспензия бентонита вводится в отработанный тузлук при непрерывном перемешивании, которое продолжается в течение нескольких минут. Затем солевой раствор оставляют в покое. В процессе осаждения тузлук обрабатывается генератором ультразвуковых колебаний. Происходит значительное осветление отработанного тузлука, коагуляция жира-белковых включений, а также уменьшение степени обсемененности раствора микроорганизмами вследствие стерилизующего воздействия ультразвука. Процесс осаждения и осветления заканчивался в течение часа.

Без обработки ультразвуком процесс осаждения более длительный и менее эффективный. Это объясняется тем, что при озвучивании растут удельная поверхность и степень дисперсности частиц глинистого минерала. Мелкодисперсная суспензия бентонита при оседании образует в жидкости облако высокой плотности. Частицы облака во время движения адсорбируют на своей поверхности белки, коллоиды, твердые включения органического и неорганического происхождения, хлопья и т.д., которые слипаются в флоккулы, утяжеляются, быстро седиментируют. Этому же способствует и сам ультразвук, собирая в зонах пучностей посторонние включения, электризуя их и заставляя частицы коагулировать. В случае осветления жидкостей ультразвуком дозировка суспензии бентонита может быть уменьшена в 4-5 раз [2].

После завершения процесса осветления производится фильтрование для отделения взвеси и насыщение тузлука ионами серебра для снижения уровня микробиологической обсемененности.

Предложенный способ регенерации солевых растворов основан на эффекте интенсификации процесса коагуляции в жидкой гетерогенной среде при распространении в ней высокоэнергетических ультразвуковых колебаний, адсорбции белков отработанного солевого раствора на

бентоните, осветлении тузлука вследствие обработки бентонитовыми глинами и обеззараживании тузлука вследствие бактерицидного воздействия на него как ультразвуковых колебаний высокой интенсивности, так и коллоидных ионов серебра.

Использование данного метода позволяет использовать посолочный раствор повторно в технологическом цикле, значительно снизить расход поваренной соли, воды и сброс хлоридов в окружающую среду.

Бентонитовый осадок предполагается применять в качестве удобрений для повышения урожайности сельскохозяйственных растений.

#### **Литература**

1. Боева, Н.П. Очистка отработанных тузлуков / Н. П. Боева, О. В. Бредихина, А. И. Бочкарев // Рыбпром. – 2007. - №1. – С. 21-23
2. 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 СПОСОБА ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОПТИЛЬНОГО ПРЕПАРАТА**

**Никонова А. С., Иваней А. А.** (г. Мурманск, МГТУ, кафедра Технологического и холодильного оборудования)

Article is devoted the analysis of a chemical compound preparation for smoking. In the given article questions of reception of a high-quality preparation for smoking with ultrasound application are considered.

Несмотря на весьма значительный ассортимент коптильных препаратов, выпускаемых по всему миру, существует обширное поле для научных изысканий в направлении разработки новых коптильных сред с улучшенными технологическими свойствами, т. к. представленные на рынке на сегодняшний день коптильные жидкости не дают возможности получить продукт, по своим вкусо-ароматическим характеристикам полностью сходный с продуктом, выкопченным традиционным способом.

В связи с этим предлагается способ получения коптильной жидкости под названием «AntonioSilver», который включает стадию абсорбции коптильных компонентов генерируемой ИК-дымогенератором дымовой среды на поверхности капелек водяного аэрозоля диаметром 4 мкм. Аэрозоль получают с помощью ультразвукового генератора. Таким образом, абсорбция происходит на поверхности примерно в 6-7 раз более мелких частиц жидкости, чем при традиционном механическом способе распыления, используемом при получении ряда существующих коптильных жидкостей. В результате полученная коптильная жидкость будет содержать более полный комплекс ключевых химических компонентов, обуславливающих проявление основных эффектов копчения в обрабатываемых продуктах.

Описываемый способ реализуется на экспериментальной абсорбционной установке, разработанной и изготовленной специалистами МГТУ. Прототипом экспериментальной абсорбционной установки является «Устройство для получения коптильного препарата», техническое решение защищено патентом на полезную модель № 101617, зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей РФ 27 января 2011 г. [1]

Конструктивно установка для получения коптильного препарата состоит из следующих блоков: абсорбер полезным объемом 400 дм<sup>3</sup>; система охлаждения [3], смонтированная из обожженных медных труб, площадь рабочей поверхности 2 м<sup>2</sup>; ультразвуковой бактерицидный увлажнитель воздуха [2]. Дым подается от двух ИК-дымогенераторов, для отвода теплоты при конденсации смеси аэрозоля и дымовоздушной среды в ходе экспериментов применялась как водопроводная вода температурой 4 °С, так и хладоноситель (пропиленгликоль) с температурой минус 25 °С).

В ходе работы был поставлен ряд экспериментов при разных условиях абсорбции. Варьировалась плотность дымового потока (количество работающих секций ТЭНов изменялось от 1 до 6), температура хладоносителя на входе в охладитель. В результате экспериментов было получено более 50 опытных образцов коптильной жидкости, которые были проанализированы на базе лаборатории кафедры ТПП МГТУ для определения следующих качественных показателей по стандартным методикам:

- содержание фенольных веществ (в пересчете на гваякол) - с использованием фотоколориметрического метода, основанного на цветной реакции 4-аминоантипирина с фенольными соединениями в щелочной среде;
- содержание карбонильных соединений (в пересчете на фурфурол) – с использованием фотоколориметрического метода, основанного на цветной реакции 2,4-динитрофенилгидразина;
- общую кислотность (в пересчете на уксусную кислоту) - титрометрическим методом – титрование раствора коптильного препарата, раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина;
- массовая доля сухих веществ (использовался универсальный лабораторном рефрактометр УРЛ-1).

Также была произведена оценка интенсивности и цвета окрашивания, аромата опытных образцов коптильного препарата органолептическим методом.

Образцы коптильной жидкости характеризуются разной интенсивность окраски и степенью выраженности дымного аромата, что коррелирует со степенью насыщенности жидкости коптильными компонентами дымовой среды. Зависимость химического состава коптильного препарата от плотности дымового потока, то есть от количества работающих секций ТЭНов, и условий охлаждения иллюстрируется графиками, представленными на рис. 1, рис. 2.

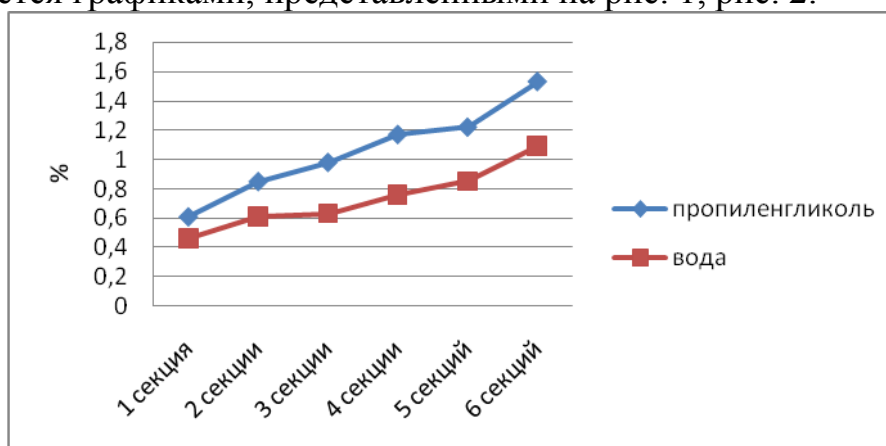


Рис. 1 - Общая кислотность (в пересчете на уксусную кислоту) опытных образцов коптильной жидкости.

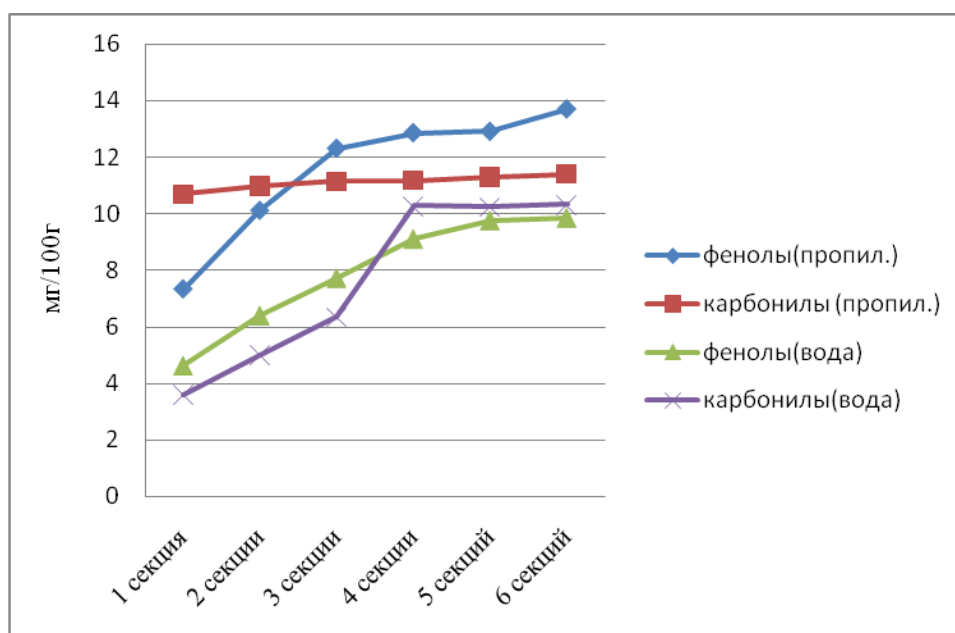


Рис. 2 - Содержание фенольных и карбонильных соединений в опытных образцах копильной жидкости.

Массовая доля сухих веществ в опытных образцах копильной жидкости представлена на рис. 3.

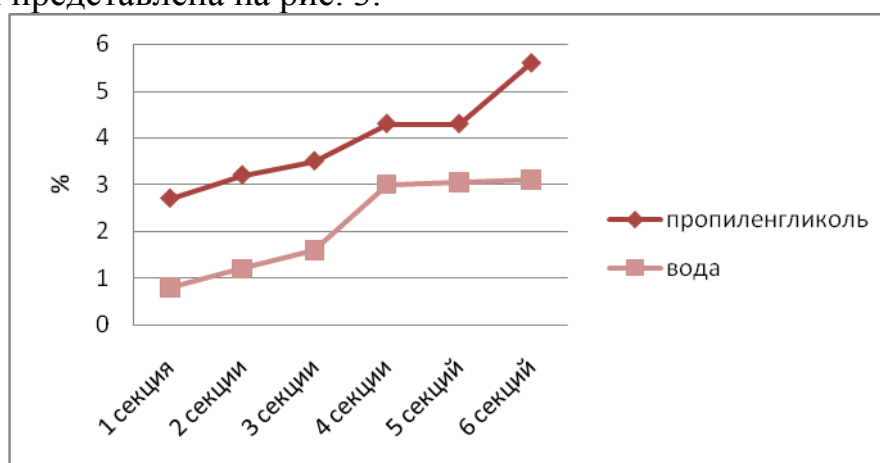


Рис. 3 - Массовая доля сухих веществ в опытных образцах копильной жидкости.

Наблюдается взаимосвязь количества задействованных секций ТЭНов ИК-дымогенератора и степени насыщения опытных образцов копильной жидкости фенольными, карбонильными соединениями, их кислотности, а также массовой долей сухих веществ, особенно четко эта зависимость прослеживается при изменении количества секции от 1 до 4, при дальнейшем увеличении плотности дымового потока концентрация копильных компонентов в опытных образцах жидкости увеличивается незначительно.

Анализ результатов исследований опытных образцов копильной жидкости «AntonioSilver» свидетельствует о целесообразности применения в качестве хладоносителя в системе охлаждения абсорбционной установки

именно пропиленгликоля с температурой на входе в охладитель минус 25 °С, а не водопроводной воды с температурой 4 °С. В результате усовершенствования системы охлаждения, применения хладоносителя с более низкой температурой наблюдается более высокий коэффициент улавливания коптильных компонентов за счет более полной конденсации насыщенного коптильными компонентами аэрозоля на поверхности охладителя и минимизации степени уноса с дымовыми газами, отводимыми из абсорбера вытяжным вентилятором.

После получения результатов исследований на уровень содержания канцерогенных соединений – бенз(а)пирена и нитрозоаминов, проведенных сертифицированной лабораторией, предполагается апробация препарата «AntonioSilver» на мясном и рыбном сырье.

В дальнейшем представляется перспективным изготовление установки, пригодной для получения препарата в промышленных условиях, путем замены одного из ее составных элементов - ультразвукового увлажнителя воздуха на установку для создания аэрозолей, имеющую большую производительность.

#### **Литература:**

1. Иваней А.А., Никонова А.С., Голубева О.А. Устройство получения коптильной жидкости. Патент на полезную модель № 101617 Заявка 2010135229/13 23.08.10г. Приоритет полезной модели 23.08.10г. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей 27.01.11г. Срок действия патента истекает 23.08.20г. Опубликовано 27.01.11г. Бюл. № 3
2. Иваней А. А., Никонова А. С. Способ получения коптильного препарата с использованием ультразвука/ А. А. Иваней, А. С. Никонова//Рыбное хозяйство. – 2011. - №4. – С. 104-106
3. Иваней А. А., Никонова А. С. Способ получения коптильного препарата с использованием ультразвука/ А. А. Иваней, А. С. Никонова//Наука и образование-2012 [Электронный ресурс]: междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 2-6 апр.2012 г./Федер. Агентство по рыболовству, ФГОУ ВПО «Мурманск. гос. техн. ун-т», Ун-т Тромсё – Мурманск: МГТУ, 2011. – 1 опт. компакт-диск (CD-R). – Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0321201101

## НОРМИРОВАНИЕ РАСЧЁТА ИНТЕГРАЛЬНОГО КРИТЕРИЯ ИННОВАЦИОННОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Гроховский В. А., Вульфович Б. А., Пелевина А. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

New innovation criteria (IC) was developed for objective estimating of the new technologies. The method of its calculation was proposed. The procedure of norming was chosen for this method improving which allows to rank all of the technological developments by the innovation degree (low, medium, high) in the range from 0 to 1.

Целью разрабатываемой инновационной технологии является изготовление готового пищевого продукта, критериями которого должны быть такие его показатели, которые определяют высокие потребительские свойства (органолептические достоинства, доступную стоимость, конкурентоспособность), при этом разработанная технология должна основываться на результатах научных исследований и иметь практическую значимость. Поэтому для соответствующей оценки предложено ввести интегральный критериальный показатель (критерий инновационности ( $KI$ )), включающий следующие частные отклики для готового продукта и разработанной технологии: безопасность продукции ( $KI_B$ ); уровень качества ( $KI_{YK}$ ); рентабельность продукции ( $KI_P$ ); конкурентоспособность продукта ( $KI_{KC}$ ); практическую значимость разработанной технологии ( $KI_{ПЗ}$ ).

Исходя из разноимённого физического смысла частных откликов предложено характеризовать интегральный критериальный показатель  $KI$  общим количеством баллов, рассчитываемых для каждого указанного выше отклика по следующей формуле:

$$KI = v_1 KI_B + v_2 KI_{YK} + v_3 KI_P + v_4 KI_{KC} + v_5 KI_{ПЗ} \quad (1)$$

где  $v_1 - v_5$  – весовые коэффициенты [1, 2, 3, 4]

Установление количественной оценки весовых коэффициентов проводится с использованием метода квалиметрии (метод экспертных оценок) [1, 2, 3, 4, 5].

Прежде всего, определяются исходные величины значимостей ( $a_{1-5}$ ), которые эксперты присваивают каждому из частных критериальных откликов  $KI$  по десятибалльной шкале от 0 до 10, а затем их нормируем в диапазоне [0 – 1] и обозначая их буквой  $\alpha_i$  (альфа).

По известной методике, например [6], сначала определяем сумму величин значимостей  $\sum_{i=1}^n a_i$  всех частных критериев инновационности  $KI$ ,

а затем проводим нормирование каждой величины значимости  $a_i$  по формуле:

$$\alpha_i = a_i / \sum_{i=1}^n a_i ; \quad (2)$$

$$\text{Контроль: } \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$$

Далее определяем весовые коэффициенты  $v_i$  для частных откликов  $KI_i$ .

Согласно общепринятым правилам в технологических расчётах и исходя из того, что частных критериальных откликов  $KI$  пять, для корректного определения весовых коэффициентов  $v_i$  нормированная величина значимости  $\alpha_i$  умножается на 5. Таким образом.

$$v_i = 5 \cdot \alpha_i \text{ с общим контролем } \sum_{i=1}^n v_i = 5$$

В процессе исследования и в соответствии с рекомендациями ведущих специалистов [1, 2, 4], выявились следующие закономерности значений  $v_i$  к частным критериальным откликам  $KI_i$ :

- для инновационных видов пищевой продукции из гидробионтов

$$v_1 \leq v_2; v_2 > v_3; v_3 < v_4; v_4 > v_5 \dots\dots\dots(3)$$

- для инновационных пищевых добавок (копильных препаратов)

$$v_1 \geq v_2; v_2 > v_3; v_3 < v_4; v_4 > v_5 \quad (4)$$

Таким образом, после определения весовых коэффициентов, можно найти значение интегрального  $KI$  для каждого созданного инновационного продукта по формуле (1), которую можно представить следующим выражением:

$$KI = \sum_{i=1}^n KI_i \cdot v_i \quad (5)$$

Вместе с тем, в современной практике расчёта интегральных критериев любого характера их принято оценивать числом, нормированным к единице, причём с точностью до 0,001. Поэтому, для совершенствования метода расчёта интегрального  $KI$  с целью более удобной оценки степени инновационности разработанных технологий решено использовать методику нормирования.

Поскольку все 5 частных критериев инновационности  $KI$  рассчитывались по единой 10-балльной шкале, то для нормировки этих  $KI$  на интервале (0 - 1) каждый из них следует разделить на  $10 \times 5 = 50$ .

Следовательно, нормированный интегральный критерий инновационности оказывается равным  $KI_{\text{НОРМ}}$  для каждого из разработанных продуктов и вычисляется по следующей формуле:



$$KI_{\text{НОРМ}i} = KI_i \cdot \sum_{i=1}^n B_i / 50 \quad (6)$$

Таким образом, обоснованы и предложены методики установления пяти частных критериев инновационности, которые в совокупности определяют общий критерий инновационности *KI*, максимальное значение которого составляет 50 баллов.

Исходя из установленных границ variability частных *KI*, закономерной является градация общего *KI* по уровню инновационности предлагаемой разработки, которая может быть дифференцирована следующим образом:

0 – 16 баллов – низкий уровень инновационности созданной продукции;

16,1 – 33 балла – средний уровень инновационности разработки;

33,1 – 50 баллов – высокий уровень инновационности разработанной продукции, технологии.

Или используя нормированные значения *KI* в соответствии с формулой (6), получим нормированные интервалы в границах: (0,000 – 0,333) – низкий уровень, (0,334 – 0,666) – средний уровень и (0,667 – 1,000) – высокий уровень инновационности разработки.

Нами создана специальная компьютерная программа для определения критерия инновационности, с помощью которой можно оперативно установить уровень инновационности любой новой технологической разработки [7].

Таким образом, интегральный критерий инновационности позволяет, на основе анализа, определять пути совершенствования традиционных и создания новых технологий. В свою очередь это побуждает к достижению максимальных количественных оценок этого объективного показателя и, как следствие, безусловному доминированию инновационной продукции на российском и европейском пищевых рынках.

**Вывод**

Разработан и усовершенствован метод расчёта интегрального критерия инновационности разработанных технологий путём нормирования его значений.

**Литература**

1. 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.
2. Родина, Т. Г. Дегустационный анализ продуктов / Т. Г. Родина, Г. А. Вукс. – М. : Колос, 1994. – 192 с.
3. Сафронова, Т. М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции / Т. М. Сафронова. – М. : Изд-во ВНИРО, 1998. – 243 с.

4. Товароведение и экспертиза продовольственных товаров. Методические рекомендации по подготовке и защите выпускной квалификационной работы / В. И. Криштафович, И. А. Жебелева, В. И. Заикина, О. В. Памбухчиянц ; под ред. В. И. Криштанович. – 2-е изд. – М. : Дашков и К°, 2011. – 181 с.

5. Сенсорный анализ продуктов из гидробионтов / Г. Н. Ким, И. Н. Ким, Т. М. Сафронова, Е. В. Мегода. – М. : Колос, 2008. – 549, [2] с. – (Учебник).

6. Решетников, М. Т. Планирование эксперимента и статистическая обработка данных : учеб. пособие / М. Т. Решетников. – Томск : Изд-во Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2000. – 231 с.

7. Вычисление интегрального критерия инновационности (ИКРИТ) для комплексной оценки технологий продуктов из гидробионтов: свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2011616591 / В. А. Гроховский, С. Б. Луковкин. – № 2011614861 ; заявл.30.06.2011; зарегистр. 24.08.2011 г., Реестр программ для ЭВМ в ФСИС ПТЗ.

## РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНОГО ЭФФЕКТА ДЛЯ КОНСЕРВОВ ИЗ ПЕЧЕНИ ТРЕСКИ БЛАНШИРОВАННОЙ

Швейкина К. С. (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра Технологий пищевых производств)

Разработка режима стерилизации консервов – задача, требующая для решения научного подхода. Внедрение в практику рыбоконсервных предприятий оптимальных режимов стерилизации не только улучшает качество консервов, но и дает промышленности определенный экономический эффект, так как позволяет интенсифицировать процесс производства. Основное назначение стерилизации заключается в обеспечении гибели микроорганизмов, находящихся в полуфабрикате, поэтому эффективность процесса во многом зависит от их количества и термоустойчивости.

На кафедре ТПП разработана технология производства паштетных многокомпонентных консервов следующего ассортимента: «Паштет печёночно-морковный (на основе печени тресковых рыб)», «Паштет овоще-грибной (с жиром печени тресковых рыб)», «Паштет морковно-грибной (с жиром печени тресковых рыб)» и «Паштет печёночно-грибной (на основе печени тресковых рыб)». На основании проведённых предварительных исследований были разработаны режимы стерилизации данных видов консервов, стерилизация в паровой среде, охлаждение водой с противодавлением в автоклаве Н2-ИТА 602. Константа термоустойчивости  $D_{121,1}^0$  С определялась расчётным путём согласно «Инструкции по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов» [1]. В расчет брали обсеменённости спорowymi мезофильными анаэробными микроорганизмами до стерилизации 0,5 споры в 1 г продукта. Для консервов данной группы эти режимы достаточно жесткие, поэтому было принято решение уточнить нормативные эффекты стерилизации.

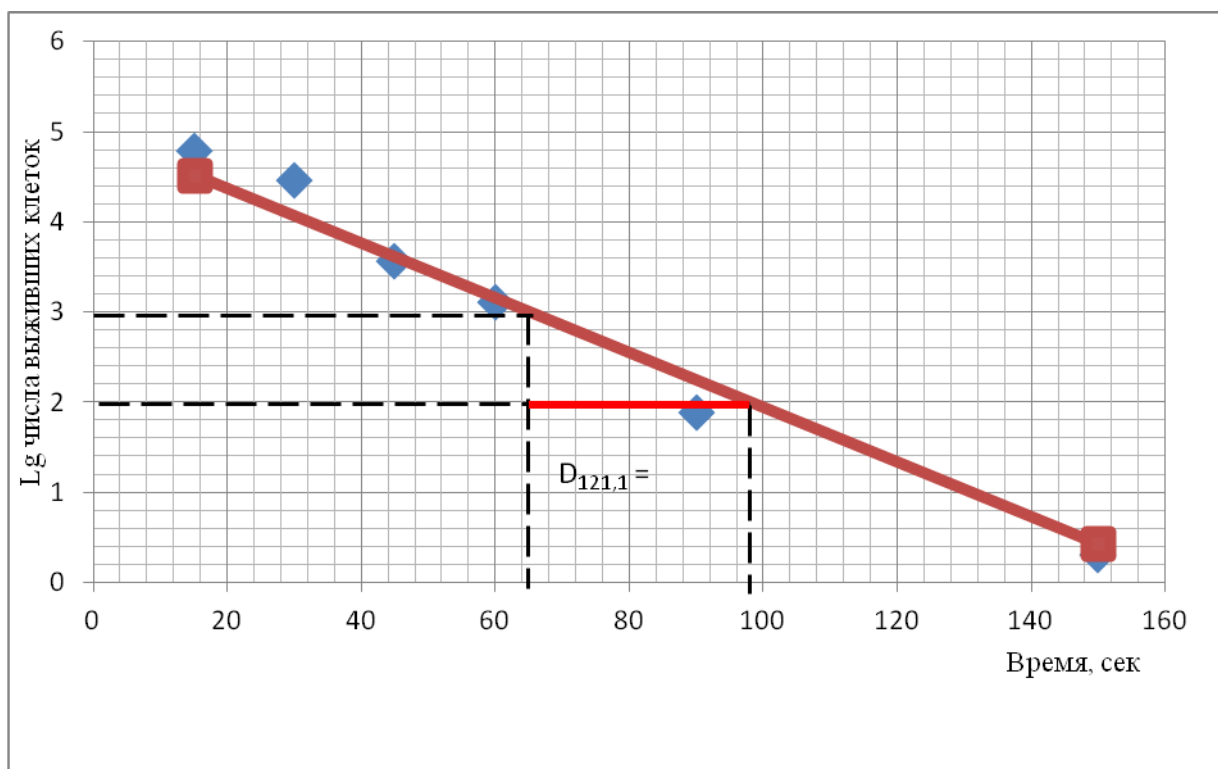
Табл. 1. Режимы стерилизации консервов

Наименование консервов	Номер банки (объём банки, см <sup>3</sup> )	Режим стерилизации	$D_{121,1}^0$ С, мин	Обсеменённость консервов до стерилизации, спор/г	F-эффект
Печень трески бланшированная	3 (230)	$\frac{5-15-50-20}{120}$	0,56	0,1	4,14

Паштет печёночно-морковный (на основе печени тресковых рыб)	3 (230)	$\frac{5-15-50-20}{120}$	0,70	0,5	8,0
Паштет овоще-грибной (с жиром печени тресковых рыб)	3 (230)	$\frac{5-15-50-20}{120}$	0,70	0,5	7,1
Паштет морковно-грибной (с жиром печени тресковых рыб)	3 (230)	$\frac{5-15-50-20}{120}$	0,70	0,5	5,7
Паштет печёночно-грибной (на основе печени тресковых рыб)	3 (230)	$\frac{5-15-50-20}{120}$	0,70	0,5	7,2

Для консервов «Печень трески бланшированная» величина  $D_{121.1}^0$  устанавливалась экспериментально. Для разработки режима стерилизации консервов «Печень трески бланшированная» использовалась тест-культура *Clostridium sporogenes* *um.25*. с показателями термоустойчивости ( $D$ ,  $Z$ ) в нейтральном фосфатном буфере:  $D_{121.1}^0 = 0,54$  мин.,  $Z = 10$  °C, в 1 см<sup>3</sup> содержится  $8,0 \times 10^6$  спор. После определения термоустойчивости спор в исследуемом продукте на полулогарифмической системе координат строилась кривая выживаемости микроорганизмов методом наименьших квадратов. Из прямолинейного участка кривой графически определяют величину  $D_{121.1}^0$ , которая равна 0,56. На основании полученной константы термоустойчивости рассчитан нормативный эффект, который составил всего 4,1 усл.мин.

Рис.1. Определение  $D_{121.1}^0$  из кривой выживаемости спор *Cl. sporogenes* шт.25 в консервах «Печень трески бланшированная».



В дальнейшем на основании проведенных экспериментов планируется уточнение режимов стерилизации для каждого ассортимента консервов микробиологическим методом с учетом разработанного нормативного эффекта.

### Литература

1. Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов.- С.Пб.- 1996 г.

## ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ФРУКТОЗО-ГЛЮКОЗНОГО СИРОПА ИЗ ТОПИНАМБУРА, ВЫРАЩЕННОГО В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Садретдинова Л. И., Киричко Н. А. (г. Астрахань, АГТУ, кафедра Пищевая биотехнология и технология продуктов питания)

The article presents the results of experimental research on the study of the possibility of obtaining fructose-glucosic syrup from Jerusalem artichoke, grown in the Astrakhan region. Studied indicators of the quality of Jerusalem artichoke, parameters of hydrolysis of carbohydrate complex and indicators of the quality of the finished product.

Изменение образа жизни современного человека, а в следствии и его рациона питания, повлекло за собой ряд негативных последствий для его здоровья: (развитие диабета, избыточного веса, дефицита витаминов и минеральных веществ). Это определило новые требования к формированию сбалансированного состава рациона питания, а также необходимость создания продуктов здорового питания, с нормированным составом, что зачастую обусловлено использованием нетрадиционных видов сырья. Среди разнообразия нетрадиционных видов растений одним из наиболее перспективных является топинамбур (*Helianthus tuberosus*). Пищевая ценность клубней топинамбура обусловлена высоким содержанием функциональных макро- и микронутриентов, таких как инулин, пектиновые вещества, пищевые волокна, минеральные элементы, витамины, аминокислоты и т.д. Топинамбур –растение поливитаминное. Хотя зеленая масса богаче витаминами, чем клубни, однако последние превосходят картофель по их содержанию. В витаминном составе клубней топинамбура выделяется витамин С (аскорбиновая кислота), превышающий содержание в картофеле в 30-50 раз, и витамина В<sub>7</sub> (биотин), превышающий содержание в картофеле в 5 раз. [3].

Биологически активные вещества- основа целебных свойств топинамбура. Инулин - единственный природный полисахарид, состоящий на 95% из фруктозы. Фруктоза, или плодовый сахар, наиболее важный представитель кетоз. Инулин относится к группе полифруктанов и представляет собой полифруктозную цепь, в которой остатки D-фруктозы (до 96%) связаны  $\beta$ -2,1 связью, причем каждая цепь с нередуцированного конца заканчивается молекулой D – глюкозы (до 6 %), соединенной с фруктозой  $\beta$  -1, 2 связью. [1].

Инулин оказывает положительное воздействие на организм человека. Благодаря тому, что инулин не абсорбируется в желудке и тонком кишечнике и ферментируется микрофлорой толстой кишки, регулярное употребление инулина в пищу обеспечивает следующие оздоровительные эффекты на организм: снижение количества холестерина

и триглицеридов крови, улучшение углеводного и липидного обмена у больных сахарным диабетом; увеличивает степень усвоения кальция. Также употребление инулина значительно повышает количество бифидобактерий в кишечнике и снижает количество патогенных бактерий, таких как *Salmonella*, *Shigella*, *Campilobacter*, *Bacteroides*, *Proteus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*. [4] При гидролизе инулина образуется фруктоза, которая является главной составляющей фруктозо-глюкозного сиропа (ФГС). Это определяет перспективность использования топинамбура в качестве высокоуглеводного сырья для получения ФГС, который обладает выраженными функциональными свойствами, и может использоваться в рационе питания людей страдающих диабетом и избыточным весом. Фруктозо-глюкозный сироп – один из наиболее перспективных продуктов переработки топинамбура, так как примерно 60-70% сухого вещества топинамбура состоит из фруктозы. ФГС могут полностью заменить сахар (сахарозу) при производстве плодово-ягодных соков и напитков. [1].

В последнее время в Астраханской области возрастает научный интерес к данной культуре. Однако в настоящее время топинамбур культивируется только отдельными хозяйствами области и не выращивается в промышленных масштабах. Вместе с тем, выращивание топинамбура очень перспективно, а климатические условия Астраханской области: ранняя весна, жаркое и продолжительное лето будут способствовать успешному возделыванию данной культуры.

В связи с вышеизложенным целью работы было изучение возможности получения ФГС из топинамбура, выращенного в Астраханской области.

#### **Материалы и методы исследования**

Объектами исследования являлись свежие, технически зрелые клубни топинамбура, осеннего сбора, выращенные в Астраханской области; углеводный экстракт топинамбура; фруктозо-глюкозный сироп.

При проведении экспериментальных исследований использовали стандартные методы физико-химического анализа, органолептических исследований. Определение содержания белка (общего азота) проводили методом Кьельдаля; определение содержания углеводов – цианидным методом; определение содержания сухих веществ – рефрактометрически; определение пектиновых веществ – кальций - пектатным методом. [2]

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

В ходе исследований были изучены органолептические и физико-химические показатели качества топинамбура. Характеристика внешнего вида: клубни свежие, технически зрелые, целые, сухие, здоровые, с незначительными механическими повреждениями; форма клубня – округло-овальная; окраска от светло-коричневой до темной. Запах и вкус свойственный данному виду сырья, без постороннего запаха и вкуса. Размер клубней по наибольшему поперечному диаметру 35мм.

Данные по химическому составу клубней топинамбура представлены на рис.1.

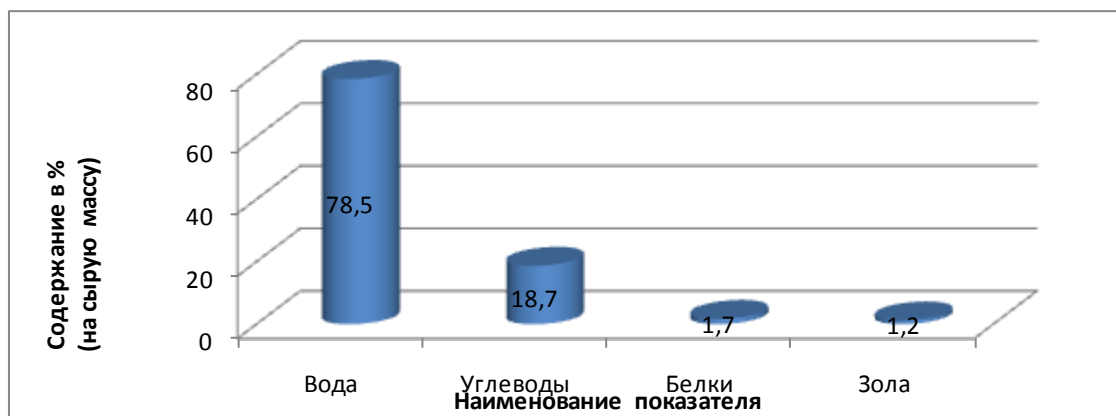


Рис.1 Химический состав клубней топинамбура.

Изучение химического состава клубней топинамбура, свидетельствует, что наибольшую долю составляет вода – до 79%. На втором месте находятся углеводы – 18-20%, в том числе инулин около 11%. , затем белок – около 1,7%, и минеральные вещества (зола) – 1,2%. Исходя из анализа химического состава клубней топинамбура, выращенных в Астраханской области можно сделать вывод, что топинамбур является перспективным сырьем для получения ФГС. Т.к. при получении фруктозо-глюкозного сиропа (ФГС) важным показателем является значение активной кислотности (рН), был определен данный показатель для исследуемого объекта, значение которого составило 6,5.

Для получения ФГС проводили экстракцию углеводного комплекса водой и дальнейший гидролиз углеводного экстракта с выбором оптимальных параметров процесса. При получении ФГС особое внимание необходимо уделить гидролизу инулина и выявить факторы, влияющие на него. Гидролиз инулина возможно осуществить несколькими способами: кислотным, ферментативным. Для получения ФГС, был проведен кислотный гидролиз углеводного комплекса топинамбура, с использованием 1,5% лимонной кислоты и изучено изменение количества редуцирующих моносахаров (фруктозы и глюкозы) в зависимости от рН среды (в диапазоне рН=2,5-4,5) (рис.2.)

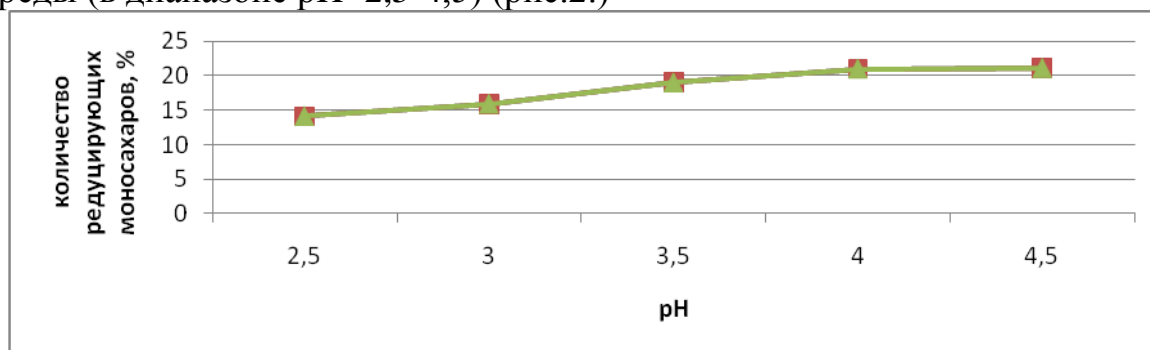


Рис. 2 Изменение содержания редуцирующих моносахаров в зависимости от рН среды



Графическая зависимость свидетельствует, что с повышением рН увеличивается содержание моносахаров, наибольшее значение достигается при рН=4,0, поэтому данное значение было принято как оптимальное.

Также было изучено влияние температуры гидролиза на содержание моносахаров. Изменение содержания моносахаров в зависимости от температуры гидролиза представлено на рис. 3

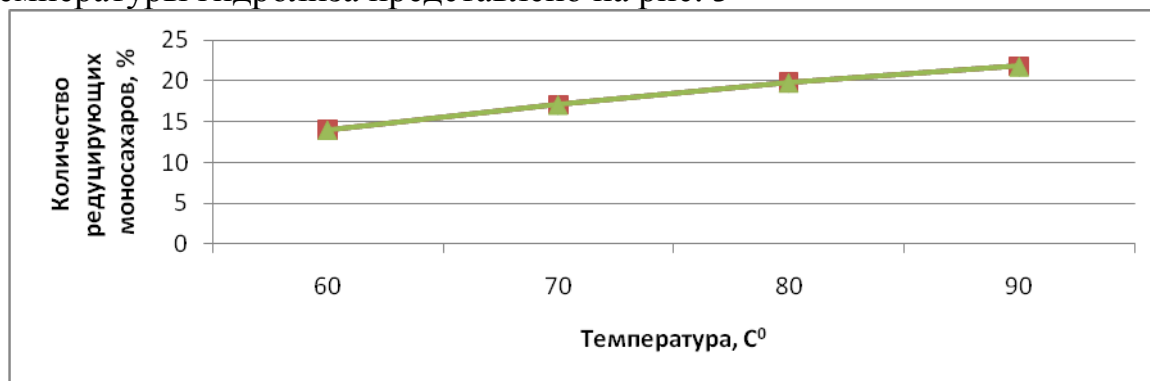


Рис.3 Изменение содержания редуцирующих моносахаров в зависимости от температуры гидролиза.

Графическая зависимость свидетельствует, что при  $t=60^{\circ}\text{C}$ , количество моносахаров составило 14,1%, что свидетельствовало о неглубоком гидролизе, а наибольшее содержание моносахаров наблюдается при  $t=90^{\circ}\text{C}$ , (21,8 %). Дальнейшее увеличение температуры нецелесообразно, т.к. ведет к образованию побочных окрашенных соединений, окисленных продуктов деструкции и конденсации, в частности оксиметилфурфурола, которое является токсичным, канцерогенным веществом. После гидролиза, было проведено фильтрование, и дальнейшее упаривание раствора до содержания СВ=50%.

Был получен ФГС с содержанием сухих веществ 50%, светло-желтого цвета, со слабовыраженным сладким вкусом, что свидетельствует о недостаточно полном гидролизе углеводного комплекса.

### **Заключение**

В ходе исследований, была выявлена возможность получения ФГС из топинамбура, выращенного в Астраханской области. Однако полученный сироп не обладал достаточно выраженными вкусовыми характеристиками, что свидетельствует о необходимости поиска новых способов гидролиза углеводного комплекса и совершенствования технологии получения ФГС.

### **Литература:**

1. Голубев В.Н., Волкова И.В., Кушалаков Х.М. Топинамбур. Состав, свойства, способы переработки, области применения. - Астрахань: Волга, 1995. – 82 с.
2. Донченко Л.В., Фирсов Г.Г. Пектин: Основные свойства, производство и применение. -М.: ДеЛи принт, 2007.-276с.

3. Кочнев Н.К., Калиничева М.В. Топинамбур – биоэнергетическая культура XXI века. – М.: Арес, 2002. – 76 с.

4. Хамагаева И.С., Ханхалаева И.А., Заиграева Л.И. Использование пробиотических культур для производства колбасных изделий. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – 204 с.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИКИ ПОТОКА ПРИ ПОСОЛЕ РЫБЫ В ЦИРКУЛИРУЮЩЕМ ТУЗЛУКЕ

Глазунов Е. А., Дьяков А. В. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТХО*)

Abstract. Theoretical premiseses of the study of hydrodynamics of the flow at ambassador of fish in circulating solution of water with salt.

Одной из приоритетных задач в развитии рыбоперерабатывающей промышленности является разработка новых технологических машин и аппаратов и совершенствование существующих технологических процессов. Совершенствование процесса посола для получения соленой рыбы и слабосоленого полуфабриката, однородных по содержанию соли в заданных пределах остается актуальной задачей.

В линиях производства соленой рыбной продукции или полуфабриката для последующей термической обработки (копчения, вяления и т.п.), для посола чаще всего применяются посольные ванны, где ведут посол рыбы в тузлуке слоем несколько рядов. Распространение тузлучного посола при обработке сырья объясняется его высокой технологичностью. Этот способ легко механизуется, имеет меньше ручного труда, может быть контролируемым. Способ обеспечивает быстрое просаливание, позволяет получать соленый полуфабрикат высокого качества. К тому же, тузлучный посол является прерванным насыщенным посолом, он обуславливает быструю потерю сырого вкуса и более позднее наступление стадии перезревания, что важно для готовой продукции.

Целью данного исследования является разработка методики инженерного расчета установок посола рыбы в циркулирующем тузлуке.

Задача: проведение экспериментов по исследованию гидродинамики при посоле мелкой рыбы и установление влияния скорости циркуляции тузлука на технико – экономические показатели процесса просаливания рыбы.

Из анализа существующих способов посола рыбы и методов их интенсификации вытекает, что повышение эффективности работы установок для посола рыбы невозможно без интенсификации массообмена между рыбой и тузлуком. Известно, что интенсивность массообмена в значительной зависит от скорости движения тузлука относительно поверхности рыбы. Скорость циркуляции может быть повышена увеличением расхода тузлука через слой рыбы или применением различных перемешивающих устройств.

Посол рыбы в слое достаточно подробно рассмотрен в работах Димовой В.В., однако автор рассматривал посол в слое с технологической

точки зрения и не рассматривал гидродинамику рыбного слоя в тузлуке по сути определяющую кинетику процесса просаливания. К тому же слой рыбы в экспериментах оставался не подвижным.

НПО «Югрыбтехцентр» разработало способ посола рыбы с периодической подачей тузлука, который обеспечивает ускорение просаливания ее примерно в два раза. Сущность способа заключается в последовательном повторении операции прокачивания насыщенного тузлука через слой рыбы и операции выдерживания рыбы без тузлука. Для посола рыбы создана посольная линия Н10-ИЛП-5, при этом посол производится в ваннах. В результате вертикальной циркуляции тузлука в ваннах создается одинаковое температурное поле, исключаются застойные зоны и обеспечиваются условия для получения продукции с однородной соленостью. Для работы линии требуется в два раза меньшее количество тузлука, чем при обычном чановом посоле. Применение данной линии сокращает длительность просаливания в 2 или даже в 3 раза. Однако в данном случае слой рыбы остается неподвижным и наблюдается фильтрация тузлука через слой рыбы. По мнению авторов, организация посола рыбы во взвешенном слое позволит повысить эффективность процесса.

Рыба, при тузлучном посоле практически представляет собой двухфазную систему твердых частиц (рыбы) и жидкости. Прохождение воды через слой рыбы аналогичен процессу фильтрации. В промышленности, и в частности в пищевой, встречается много процессов теплообмена через фильтрующий слой. Самый эффективный способ интенсификации этих процессов - это применение взвешенного слоя. Получение взвешенного слоя основано на уравнивании сил, действующих на частицы давлением среды. Во взвешенном слое частицы твердого материала плавают в потоке жидкой фазы, пульсируют, совершают вихревые движения и данная двухфазная система значительно турбулизуется. Турбулизация системы обеспечивает интенсивный процесс массообмена между частицами и средой, и практическое равенство условий массообмена во всем объеме слоя. Поэтому, с точки зрения интенсификации массообмена между рыбой и тузлуком целесообразно его проводить во взвешенном слое.

Практическое использование техники псевдооживления в промышленности началось около полувека назад. Однако теория процессов во взвешенном слое разработана в основном для мелкодисперсных, газовых систем.

Рыбный слой представляет собой разновидность зернистой среды с макроструктурой, и движение жидкости в нем подчиняется законам фильтрации. Точное, аналитическое решение дифференциального уравнения движения жидкости сквозь слой рыбы неосуществимо, так как реальный рыбный слой чаще всего состоит из рыб неправильной формы

различных размеров. При этом трудно задать условия однозначности. Исследования в этой области направлены на создание совершенной модели структуры зернистого материала. Но более точных результатов можно добиться только в эксперименте. Поэтому целесообразно в качестве метода исследования использовать теорию подобия. Поскольку при малых скоростях потока, наблюдается фильтрация тузлука через слой рыбы, то для создания методики инженерного расчета системы тузлучного посола, необходимо так же исследовать гидродинамику неподвижного рыбного слоя. Такие исследования позволят провести технико - экономическое сравнение обоих способов циркуляции тузлука.

Для неподвижного дифференциальное уравнение установившегося движения несжимаемой жидкости имеет вид (уравнение Навье-Стокса для одномерного движения жидкости):

$$-\frac{dP}{dx} + \mu \frac{d^2W}{dx^2} + \rho g = \rho W \frac{dW}{dx} + \rho \frac{dW}{d\tau}$$

где  $\rho$  - плотность среды, кг/м<sup>3</sup>;

$\mu$  - динамическая вязкость, Па·с;

$P$  - давление, Па;

$W$  - скорость движения, м/с;

$x$  - координаты, м;

$\tau$  - время, с.

Для приведения уравнения к безразмерному виду разделим все члены на  $\rho W \frac{dW}{dx}$ , в результате получим:

$$-\frac{dP}{\rho W dW} + \mu \frac{d^2W}{dx \rho dW} + \frac{g dx}{W dW} - \frac{dx}{W d\tau} = 1$$

Вычеркнем символы дифференцирования и символы, характеризующие направление (замена  $x$  не ориентированным в определенном направлении размером  $L$ )

$$-\frac{P}{\rho W^2} + \frac{\mu}{L \rho W} + \frac{gL}{W^2} - \frac{L}{W \tau} = 1$$

Из первого слагаемого получим критерий Эйлера –  $Eu$ , из второго слагаемого – критерий Рейнольдса:  $1/Re$ , из третьего – критерий Фруда:  $Fr$ , из четвертого – критерий временного подобия (гомохорность):  $Ho$ . Определяющим критерием в уравнении подобия будет критерий Эйлера, так как давление  $P$  не входит в условие однозначности. Остальные критерии будут определяющими. Таким образом, имеем

$$Eu = C Re^n Fr^m Ho^k (L/d_k)^l,$$

где  $L/d_k$  – симплекс геометрического подобия, отношение длины каналов  $L$  между рыбами в слое к эквивалентному каналов  $d_k$ .

В данном случае процесс с точки зрения гидродинамики будет стационарным, поэтому критерий гомохорности можно исключить из уравнения подобия. Отношение  $L/d$  удобней заменить пропорциональным

ему отношением  $H/d$ , то есть отношением высоты рыбного  $H$  слоя к эквивалентному диаметру рыбы  $d$ . Для рассматриваемого случая гидродинамика определяется в основном силами инерции и трения и влияние силы тяжести здесь незначительно, поэтому из уравнения можно так же исключить критерий  $Fr$ .

Таким образом, получаем уравнение подобия:

$$Eu = CRe^n(H/d)^m,$$

Для получения окончательного вида уравнения фильтрации тузлука через слой рыбы при ее посоле в циркулирующем тузлуке, в экспериментах необходимо определить значения коэффициента пропорциональности « $C$ » и показателей степеней « $n$  и  $m$ ».

Для взвешенного рыбного слоя трудно составить дифференциальное уравнение гидродинамики процесса и определить условия однозначности. Поэтому для вывода критериального уравнения процесса воспользуемся методом анализа размерностей. Из предварительных исследований известно, что гидродинамическое сопротивление взвешенного слоя зависит от скорости среды –  $W$ , размеров и формы частиц –  $d$ , свойств среды: вязкости –  $\mu_c$ , плотности –  $\rho_c$ , плотности частиц (рыбы) –  $\rho_u$ , а так же отношения высоты слоя к эквивалентному диаметру частиц –  $H/d$ . Таким образом, можно записать:

$$\Delta P = f(W, d, \mu_c, \rho_c, \rho_u, H/d)$$

С использованием положений теории размерностей, получено следующее обобщенное уравнение, описывающее гидродинамику взвешенного рыбного слоя:

$$Eu = CRe^n Ar^m (H/d)^l,$$

Для получения окончательного вида уравнения гидродинамики взвешенного рыбного слоя при посоле в циркулирующем тузлуке, в экспериментах необходимо определить значения коэффициента пропорциональности « $C$ » и показателей степеней « $n$  и  $m$ ».

Для проведения научных экспериментов на кафедре Технологического и холодильного оборудования изготовлена установка 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

Получение конкретных уравнения описывающих гидродинамику процесса посола в циркулирующем тузлуке позволит в дальнейшем создать методику инженерного расчета установок для посола рыбы в циркулирующем тузлуке.

### **Литература**

1. Карпов В.И. Технологическое оборудование рыбообрабатывающих предприятий: Учеб. пособие для ВУЗов по спец. 1706 "Машины и аппараты пищевых производств". М.: Колос, 1993. 18 с.
2. Леванидов Н.П., Ионас Г.П., Слуцкая Т.Н. Технология соленых, копченых и вяленых рыбных продуктов, М., ВО «Агропромиздат», 1987 – 159с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА МАРИНОВАНИЯ СЕРДЦА ОДОМАШНЕННОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ

Туршук Е. Г., Лобода Е. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

The heart of north reindeer is perfect raw material for the production of meat products. However, it has a specific taste, smell and texture rather harsh. We selected mode marinating to cope with these problems.

Традиционно в России наибольшим спросом пользуется мясная продукция из говядины и свинины. Поэтому на их долю приходится соответственно 49 и 25% от всего объёма производства. Такая структура потребления определяется в первую очередь уже давно сложившимися потребительскими предпочтениями и национальным вкусом. Однако рынок мясных продуктов постепенно расширяется. На фоне большого выбора мясной продукции потребитель стремится разнообразить свое питание, пробуя новые продукты. Рост объемов потребления связан, в первую очередь, с увеличением потребления продукции из нетрадиционного, малоиспользуемого сырья, с разными добавками с оригинальным и своеобразным вкусом. Таким сырьем являются субпродукты одомашненного северного оленя. Как показали наши исследования они обладают высокой пищевой ценностью и поэтому являются прекрасным сырьем для производства мясной продукции [1].

Сердце одомашненного северного оленя целесообразно использовать для производства мясных продуктов. Однако оно обладает специфическим вкусом, запахом и довольно жесткой консистенцией. Подбор определенного режима технологической обработки способен справиться с этими проблемами.

Для определения оптимального режима маринования сердца был разработан план двухфакторного эксперимента. Функцией отклика являлась обобщенная численная характеристика качества блюда ( $Y_{\text{обобщ}}$ ), включающая бальную органолептическую оценку качества готовой продукции ( $Y_1$ ) в баллах и предельное усилие резания ( $Y_2$ ) в кг. Варьируемыми факторами были выбраны масса яблочного уксуса, для маринада ( $X_1$ ) в г и длительность маринования ( $X_2$ ) в часах. Факторы, фиксируемые на постоянном уровне: масса сырья – 130 г, температура маринования – плюс 4 °С, температура и продолжительность варки – 40 минут.

Поисковыми исследованиями было установлено, что влияющий фактор  $X_1$  варьируется от 16 до 44 г. с шагом 10 г., влияющий фактор  $X_2$  варьируется от 2,6 до 5,4 часа с шагом 1 час.



Результаты были обработаны математически с помощью компьютерной программы Datafit 9.0. Статистическая обработка результатов проводилась методом нелинейной регрессии.

Реализация плана эксперимента и обработка полученных данных позволила получить следующее уравнение регрессии, адекватно описывающее влияние изменения композиционного состава паштета на обобщенную численную характеристику качества:

$$Y = -2,75 + 0,11X_1 - 1,89X_1^2 + 0,99X_2 - 0,12X_2^2$$

Критерий Фишера для данной модели составил 24,16. Были получены следующие оптимальные значения признаков объекта исследования:  $X_1 = 29,1$  г и  $X_2 = 4,13$  ч.

Графическая интерпретация, иллюстрирующая степень влияния каждого из факторов на обобщенную численную характеристику качества маринованного мяса, представлена на рисунке 1.

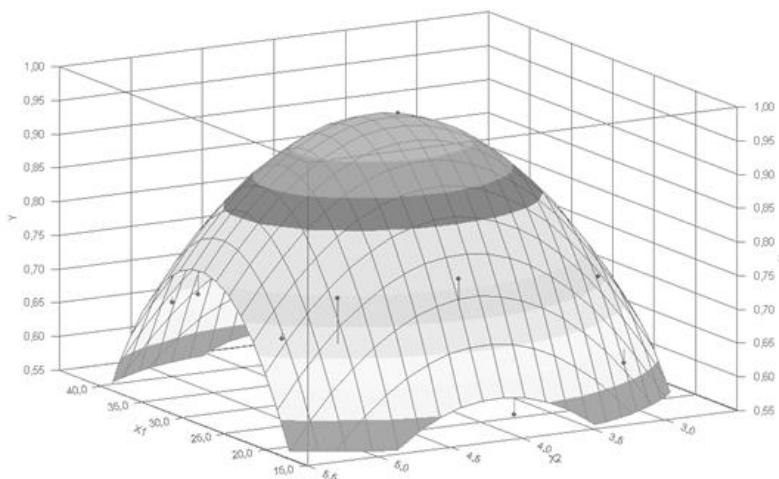


Рис. 1 - Зависимость обобщенной численной характеристики качества от варьируемых факторов

На основе найденных оптимальных значений  $X_1$  и  $X_2$  был проведен очередной эксперимент по маринованию сердца одомашненного северного оленя, которое подвергли исследованию дегустационной комиссии. По результатам исследования полуфабрикат получил высокую оценку, т.к. при данном режиме маринования сердце одомашненного северного оленя имеет мягкую консистенцию, умеренно выраженный запах специй и чеснока, при этом неприятный запах, присущий диким животным, отсутствует.

### Литература

1. Современные аспекты теплового консервирования мясопродуктов/ под общ.ред. А.Б. Лисицына.-М.: Изд-во «Республика», 2007.- 544 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ МЕЛКИХ РЫБ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ АСТРАХАНСКОГО РЕГИОНА**

**Цибизова М. Е.** (*г. Астрахань, ФГБОУ ВПО АГТУ, кафедра пищевой биотехнологии и технологии продуктов питания*)

Possibility of application of indicators of classification of fish for small fishes of internal reservoirs is considered. Classification of fish raw materials on groups on density of a muscular fabric is shown.

Проведенный нами анализ научной литературы показал, что в рыбной отрасли приняты различные методы классификации рыбного сырья: по химическому составу, белково-водному, водно-белковому, жирно-белковому коэффициентам, калорийности, структурно-механическим характеристикам, коэффициенту структурообразования и обводнения жира, которые позволяют определить направления его использования [1,2,3].

Необходимость применения критериальных показателей качества рыбного сырья обусловлена изменением его структурно-механических и функционально-технологических свойств в процессе технологической обработки. Применение методов классификации рыбного сырья актуально не только для океанических и морских рыб, но и для пресноводного сырья, в том числе и для сырья внутренних водоемов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна, для которого также характерно достаточно серьезное изменение промысловой сырьевой базы, влекущее за собой пересмотр технологических подходов к его переработке.

Использование применяемых в рыбной отрасли классификационных показателей неоднократно апробировано для морского и океанического сырья [1,4,5], которое отличается от пресноводного морфометрическими показателями, химическим составом, биохимическими свойствами, кормовой базой, сезоном вылова. Применение же данных классификационных показателей для характеристики технологических свойств для рыб внутренних водоемов носит разрозненный и не систематизированный характер [6].

Поэтому нами рассмотрена возможность систематизации мелких рыб внутренних водоемов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна для научного обоснования расширения спектра направлений их возможного использования с помощью данных критериальных показателей качества.

В данной работе были применены общеизвестные критерии классификации:

- Степень обводнения жира ( $\varphi / W$ ), белка (БВК), характеризующие функционально-технологические свойства и технологическую

адекватность сырья, т.е. предрасположенность к той или иной технологической обработке;

- Жиро-белковый коэффициент (ф/Б) и кислотно-щелочной показатель (КЩП), характеризующие способность сырья к созреванию [1,3,7].

На основании данных химического состава разделанного и неразделанного МРС были рассчитаны критериальные показатели качества (табл. 14): степень обводнения белка (БВК), степень обводнения жира (ф/W), коэффициент созревания (ф/Б), и определен кислотно-щелочной показатель мышечной ткани мелкого рыбного сырья Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна в различные периоды вылова.

Таблица  
Критериальные показатели качества мышечной ткани (МТ) и неразделанного (НР) мелкого рыбного сырья Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна в различные периоды вылова

Наименование сырья	Показатели							
	Степень обводнения				Жиро-белковый коэффициент (ф/Б)		КЩП	
	белка (БВК)		жира (ф /W)					
	НР	МТ	НР	МТ	НР	МТ	НР	МТ
<b>Весенний вылов</b>								
Синец	0,27	0,23	0,028	0,024	0,1	0,1	0,09	0,07
Чехонь	0,29	0,25	0,049	0,026	0,16	0,09	0,12	0,18
Густера	0,32	0,25	0,048	0,025	0,15	0,09	0,18	0,15
Красноперка	0,28	0,24	0,028	0,022	0,1	0,095	0,1	0,1
<b>Осенний вылов</b>								
Синец	0,26	0,23	0,05	0,033	0,19	0,13	0,09	0,55
Чехонь	0,31	0,28	0,064	0,038	0,21	0,13	0,09	0,082
Густера	0,33	0,28	0,083	0,036	0,26	0,09	0,09	0,08
Красноперка	0,25	0,22	0,06	0,034	0,23	0,14	0,08	0,07

Согласно представленным данным (табл.) степень обводнения белка мелких рыб внутренних водоемов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна обусловлена видовым составом, наличием или отсутствием разделки, сезоном вылова сырья. Наибольший коэффициент обводнения белка имеет неразделанное мелкое сырье как осеннего, так и весеннего вылова. Причем максимальная степень обводнения белка, составляющая 0,32-0,33 и 0,29-0,31, свойственна неразделанной густере и чехони весеннего и осеннего вылова соответственно. Минимальная степень обводнения белка, составляющая 0,26-0,27 и 0,25-0,28, характерна для неразделанных синца и красноперки соответственно как осеннего, так и весеннего вылова.

Результаты исследований показывают (табл.), что на степень обводнения белка рыбного сырья незначительное влияние оказывает сезон вылова. На степень обводнения мышечной ткани синца и красноперки, которая ниже, чем у неразделанного сырья не влияет сезон вылова. У мышечной ткани чехони и густеры осеннего вылова степень обводнения белка выше весеннего на 10-12 %.

По принятой в рыбной отрасли характеристике технологических свойств рыбного сырья, показывающих взаимосвязь плотности мышечной ткани и влагоудерживающей способности (ВУС), которая является объективным показателем состояния мышц и характеризует качество сырья. Таким образом, чем выше степень обводнения белка, тем больше плотность мышечной ткани и выше ВУС [3].

Полученные данные степени обводнения белка (табл.) позволяют выделить мелкое рыбное сырье Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна в 2 группы:

- I группа с наибольшей плотностью мышечной ткани (мышечная ткань чехони и густеры осеннего и весеннего вылова);
- II группа с наименьшей плотностью мышечной ткани (мышечная ткань красноперки и синца осеннего и весеннего вылова).

Расчеты степени обводнения жира мелкого рыбного сырья Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна также показали (табл.), что наибольшая степень обводнения жира характерна для мышечной ткани чехони и густеры осеннего вылова, наименьшая – для мышечной ткани синца и красноперки весеннего вылова. Данная тенденция влияния видового состава и сезона вылова на степень обводнения жира характерна и для неразделанного мелкого рыбного сырья.

Степень обводнения жира мелкого рыбного сырья повторяет тенденцию степени обводнения белка данного сырья, но разделка на филе снижает степень обводнения жира. В то же время, степень обводнения жира этого сырья зависит от сезона его вылова, обусловленное тем, что варьирование химического состава рыбы заключается в периодическом накоплении и расходовании липидов и в меньшей степени белков во время основных жизненных циклов гидробионтов, связанных с периодами преднерестовых миграций и интенсивного питания и нагула.

Таким образом, наименьшая степень обводнения жира, варьирующая от 0,022 до 0,024, характерна для мышечной ткани мелкого рыбного сырья весеннего вылова, наибольшая, варьирующая от 0,036 до 0,038, для мышечной ткани мелкого рыбного сырья осеннего вылова.

Проведенная нами оценка степени обводнения белка и жира неразделанного и разделанного мелкого рыбного сырья Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна осеннего и весеннего вылова подтверждает влияние сезона вылова сырья на химический состав. Для

сырья осеннего вылова независимо от разделки и вида сырья степень обводнения белка и жира выше, чем у сырья весеннего вылова, что в свою очередь оказывает влияние на технологические свойства данного сырья.

Можно предположить, что мышечная ткань мелкого сырья Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна осеннего вылова будет отличаться от мышечной ткани сырья весеннего вылова повышенной плотностью и влагоудерживающей способностью. Повышенное содержание жира в мышечной ткани мелкого рыбного сырья осеннего вылова придает ей нежную консистенцию, тем самым оказывая влияние на структурно-механические свойства фаршей из данного сырья (вязкость, пластичность, липкость, формуемость). Но степень выраженности структурно-механических свойств фаршей из мелкого рыбного сырья будет зависеть от сезона вылова и видового состава сырья.

Таким образом, проведенный нами анализ применения общепринятых в рыбной отрасли критериев классификации, характеризующих функционально-технологические свойства и технологическую адекватность сырья, для мелкого рыбного сырья Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна показал, что разделанное рыбное сырье должно быть рассмотрено с внутригрупповым дифференцированием при определении направлений его переработки и с учетом сезона вылова сырья. Но для дальнейшей характеристики мелкого рыбного сырья осеннего и весеннего вылова требуется проведение дополнительных исследований, направленных на изучение фракционного состава белков мышечной ткани, обуславливающих структурно-механические и реологические характеристики фаршей, впоследствии определяющих направления их использования.

### **Литература**

1. Абрамова Л.С. и др. Структурообразование в фаршевых системах /Л.С. Абрамова, Н.И. Рехина, С.А. Агапова // Рыбное хозяйство. — 1989. - № 4. - С. 87 - 90.
2. Иванова Е.Е. Развитие теории и практики технологий рациональной переработки рыб, акклиматизированных на юге России / Е.Е. Иванова // Дисс. на соиск. уч. степени д-ра техн. наук. – Калининград, 2004. – 372 с.
3. Кизеветтер И.В. Биохимия сырья водного происхождения /И.В. Кизеветтер. – М.: Пищевая промышленность, 1973.- 425 с.
4. Маслова Г.В. и др. Реология рыбы и рыбных продуктов. / Г.В. Маслова, А.М. Маслов - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 216 с.
5. Одинцов А.Б. Технохимический состав и промышленное использование некоторых глубоководных видов рыб. / А.Б. Одинцов // Известия вузов. Пищевая технология. - 2002. - №1. - С. 25-28.

6. Цибизова М.Е. Обоснование рациональной переработки недоиспользуемого маломерного рыбного сырья и вторичных ресурсов Волго-Каспийского бассейна / М.Е. Цибизова // Известия вузов. Пищевая технология. - 2012- № 2-3 (326-327) – С. 22-27.

7. Черногорцев А.П. Переработка мелкой рыбы на основе ферментирования сырья /А.П. Черногорцев – М.: Пищевая промышленность, 1973.-153 с.

## ЭМУЛЬСИОННЫЕ РЫБНЫЕ ПРОДУКТЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Чернышова О. В., Цибизова М. Е.** (г. Астрахань, ФГБОУ ВПО АГТУ, кафедра пищевой биотехнологии и технологии продуктов питания)

Reception possibility fish products of emulsion a functional purpose is established. Use short-term improves of fermentation properties is forcemeats. Application of extracts of aromatic plants gives new properties fish products of emulsion.

В последние десятилетия прослеживается устойчивая тенденция увеличения производства продуктов, сохраняющих и улучшающих здоровье и снижающих риск развития заболеваний, связанных с питанием, за счет наличия в их составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов [3].

К физиологически функциональным пищевым ингредиентам, широко используемым относят пищевые волокна, витамины, полиненасыщенные жирные кислоты, минеральные вещества, пробиотики, пребиотики, синбиотики, антиоксиданты, фитосоединения.

Не менее важную роль при создании функциональных продуктов питания незаменимым сырьем играют гидробионты, которые содержат все жизненно важные макро- и микронутриенты: белки, пептиды, минеральные вещества, жиро- и водорастворимые витамины, липиды, включая полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) омега-3 ряда, каротиноиды, токоферолы и другие биологически активные вещества (БАВ), обеспечивающие биологическую и пищевую полноценность изготавливаемых из них пищевых продуктов [1].

Не менее ценными компонентами пищевых продуктов является растительное сырье, которое богато витаминами, макро- и микроэлементами, клетчаткой, пектиновыми веществами и другими биологически активными веществами, содержание которых не достаточно в рыбном сырье.

Таким образом, создание функциональных продуктов питания на рыбной основе с включением ингредиентов, совместимых с рыбным белком по органолептическим и технологическим свойствам, прежде всего, растительного происхождения, позволяет получить сбалансированные по составу пищевые продукты с высокой пищевой и биологической ценностью.

К таким продуктам можно отнести продукты питания на основе эмульсионной структуры, которые позволяют разрабатывать широкий ассортимент продукции направленного действия с требуемыми структурно-механическими и органолептическими характеристиками

определенной функциональной направленности. Наличие в пищевых эмульсиях водной и жировой фаз позволяет эффективно обогащать их как водорастворимыми, так и биологически активными веществами, которые придают продуктам функциональные свойства [2].

В соответствии с вышеизложенным целью проводимых исследований является создание эмульсионных соусов с повышенными функционально-технологическими свойствами на основе рыбного белка.

В качестве белкового компонента нами предлагается использовать мелкое рыбное сырье Волго-Каспийского бассейна (серебристый карась и красноперка), которое не может быть переработано с применением традиционных технологий в связи с особенностями морфологических и размерно-массовых характеристик.

В процессе проведения исследований нами были изучены размерно-массовый состав, физико-химические, реологические и структурно-механические характеристики мелкого рыбного сырья Волго-Каспийского бассейна и установлена их зависимость от сезона вылова. Исследования также показали, что это рыбное сырье, не нашедшее широкого применения в рыбоперерабатывающей промышленности Астраханского региона, является ценным с точки зрения химического состава и содержания макро-, микроэлементов и может быть использовано для производства эмульсионной продукции с улучшенными функционально-технологическими свойствами [4,5].

Проведенная нами оценка структурно-механических характеристик мышечной ткани мелкого рыбного сырья по коэффициенту структурообразования, определение эмульгирующей способности показало, что фаршевая продукция из карася серебристого и красноперки будет иметь слоистую структуру, что недопустимо для продуктов с эмульсионной структурой. Поэтому для повышения эмульгирующей способности, улучшения структурно-механических и реологических характеристик фаршей мы предлагаем провести их кратковременную ферментацию в присутствии анолита ЭХА-растворов pH 3,0 – 4,0.

Проведенные исследования показали, что кратковременная ферментация позволяет получить фаршевые системы с однородной и пластичной консистенцией, хорошо подходящие для создания эмульсионных систем за счет процессов частичной дезагрегации рыбного белка.

Для повышения биологической ценности эмульсионных продуктов в качестве источника биологически активных соединений нами предложено использовать экстракты пряно-ароматических растений: майорана (*Origanum majorana*), орегано (душица) (*Origanum vulgare*) и базилика обыкновенного (*Ocimum*), содержащие в своем составе сложный природный комплекс биологически активных веществ, проявляющие антиоксидантные и антимикробные свойства. На рис.1 представлены



данные о содержании основных биологически активных веществ.

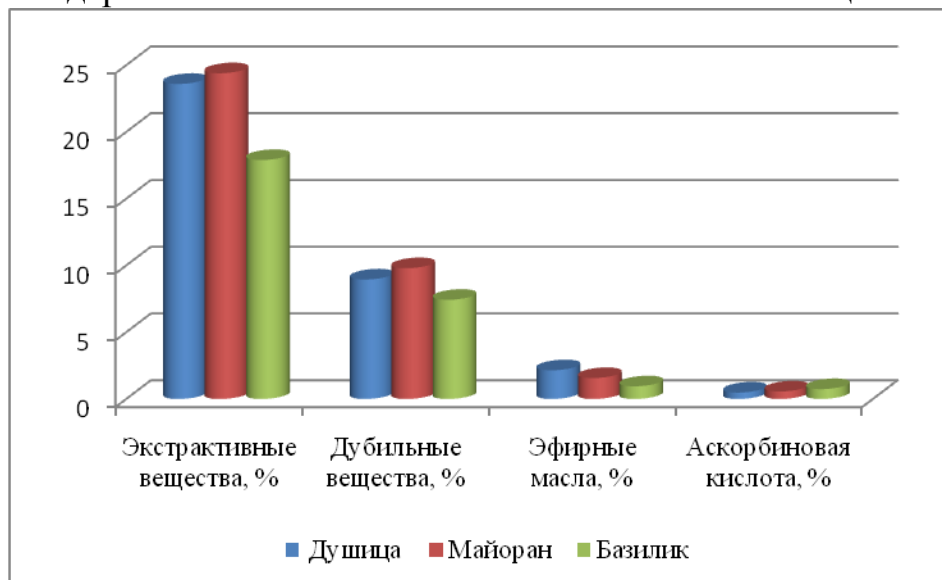


Рис.1. Содержание биологически активных соединений в пряно-ароматических растениях

Полученные данные показывают (рис.1), что содержание биологически активных веществ в исследуемых экстрактах пряных трав варьирует в широких пределах. Как известно, дубильные вещества и другие БАВ действуют как антисептики, поэтому исследуемые виды пряно-ароматических растений, содержащие от 7,4 % до 9,8 % дубильных веществ, соответственно будут обладать антисептическими свойствами. Кроме этого, высокое содержание экстрактивных веществ, варьирующих от 17,8 % до 24,5 % и эфирных масел от 1 % до 2,2 % позволит обогатить эмульсионные продукты ценными биологически активными соединениями и придать им необходимый пряный аромат.

В качестве экстрагента при получении экстрактов пряно-ароматических растений нами предложено использовать католит ЭХА-растворов с pH 10,0 -11,0. Полученные экстракты на основе католита ЭХА-растворов при гидромодуле 1:100 отличались высоким содержанием биологически активных веществ: содержание дубильных веществ – от 6,1 % до 8,1 %, экстрактивных веществ – 16,0 – 21,4 %, эфирных масел – 0,6 – 1,0 %, что подтверждает эффективность извлечения биологически активных веществ из растительного сырья электроактивированными частицами католита ЭХА-раствора.

Проведенные нами исследования по созданию пищевых продуктов на основе ферментированных фаршевых систем из рыбного сырья с включением таких растительных ингредиентов, как растительного масла, моркови, кабачков, овсяной и пшеничной муки, тыквы, экстрактов пряно-ароматических растений позволили нам получить эмульсионные продукты сбалансированного состава с привлекательными органолептическими характеристиками.

Таким образом, введение в разработанные рецептурные композиции эмульсионных соусов на основе рыбных фаршей, прошедших процессы кратковременной ферментации, жировой фазы, экстрактов пряно-ароматических растений и других растительных компонентов позволяют получить функциональные продукты, обогащенные биологически активными компонентами

### **Литература**

1. Биотехнология морепродуктов: учебники и учеб. пособия для студ. высш.учеб.завед. /Л.С. Байдалининова, А.С. Лысова. О.Я. Мезенова, Н.Т. Сергеева, Т.Н. Слуцкая, Г.Е. Степанцова.– М.: Мир, 2006.- 560 с.
2. Кращенко, В.В. И др. Обоснование использования в технологии белково-липидных эмульсий мышечной ткани макруруса малоглазого *Albatrossia pectoralis* /В.В. Кращенко, В.А. Сполохова, Г.Н. Ким // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2011. - вып. 20. – С. 81 – 87.
3. Тырсин Ю.А., Поверин А.Д. Технология продуктов функционального питания в форме крупяных каш быстрого приготовления с растительными добавками / Ю.А. Тырсин, А.Д. Поверин //Хранение и переработка сельхозсырья — 2003. - №4 - С.79-82.
4. Чернышова О.В., Цибизова М.Е. Изучение возможности использования малоразмерного рыбного сырья Волго-Каспийского бассейна в технологии пастообразной продукции / О.В. Чернышова, М.Е. Цибизова //Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство.- 2011- №2. –С.179-185.
5. Чернышова О.В., Цибизова М.Е. Технохимический состав и функционально-технологические свойства недоиспользуемого рыбного сырья Волго-Каспийского бассейна. / О.В. Чернышова, М.Е. Цибизова //Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство.-2012 - №2. – С.189-194.

## **РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ МАЛОГАБАРИТНОЙ КОПТИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ РОТОРНОГО ТИПА**

**Ильин А.Ю., Похольченко В.А., Чернышев А.А. (г. Мурманск, МГТУ)**

В статье рассматривается функциональная схема малогабаритной коптильной установки роторного типа

The functional diagram of compact rotary smoking chamber is described in this article

Для развития малых инновационных предприятий актуальным является внедрение на производственные площади компактного высокоэффективного технологического оборудования, позволяющего одновременно как обрабатывать внедряемые режимы, так и осуществлять выпуск готовой продукции малыми партиями.

В настоящее время на производственной площади МГТУ нет возможности производить небольшие партии кулинарной продукции горячего копчения из водных объектов промысла в связи с отсутствием соответствующего оборудования. Кроме того, производство широкого ассортимента данного вида кулинарной продукции требует предварительной отработки режимов копчения на основе полученных экспериментальным путём закономерностей изучаемых процессов горячего копчения.

В связи с этим, нами была поставлена задача по разработке функциональной схемы компактной и высокоэффективной установки для горячего копчения с последующей ее сборкой и внедрением на производственной площади учебно-экспериментального цеха МГТУ.

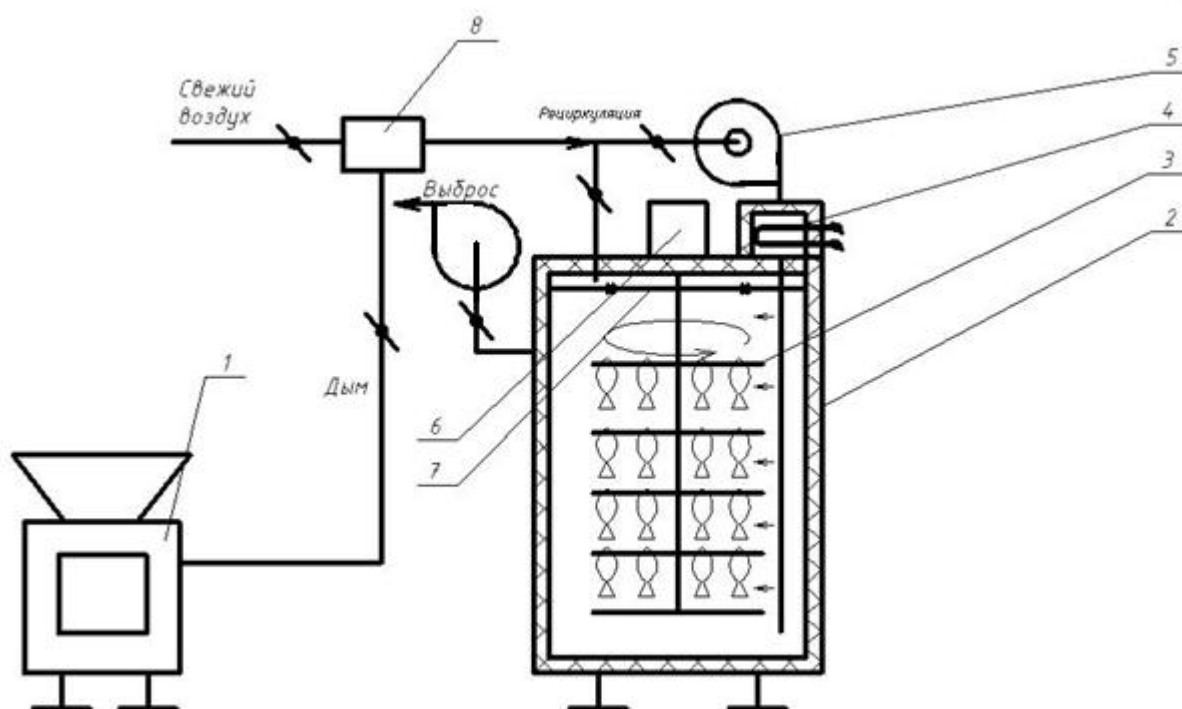
Предварительно нами были изучены конструктивные особенности и принципы работы существующих и серийно выпускаемых отечественных и зарубежных производителей коптильно-сушильных установок [1, 2, 3]. Выявлены их преимущества и недостатки.

Отмечено, что коптильные печи туннельного типа, хотя и обладают высокой производительностью и позволяют 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.

Конструкция разрабатываемой малогабаритной коптильной установки роторного типа печи включает в себя теплоизолированный корпус, внутри которого вращается вал со съемными рамами для навески

сырья на шомпола или укладки на сетки. Вал приводится в движение мотор-редуктором. Дым в камеру подается дымогенератором через калориферный блок.

Принцип действия установки основан на вращении внутри корпуса вала с рамами, с одновременной подачей в камеру дыма и свежего воздуха. Нагнетание воздуха и дыма в камеру осуществляется центробежным вентилятором



1 – дымогенератор; 2 – корпус с теплоизоляцией; 3 – вал вращающийся с сетями для полуфабриката; 4 – блок с калорифером; 5 – вентилятор центробежный; 6 – мотор – редуктор; 7 – перфорированный потолок; 8 – камера смешения

Рис. 1 – Схема функциональная малогабаритной коптильной установки роторного типа

На основании проведенных разработок были отмечены следующие основные преимущества предлагаемой функциональной схемы малогабаритной коптильной установки роторного типа:

- равномерность обработки полуфабриката дымовоздушной смесью за счет вращения продукта на валу с рамами, что существенно увеличивает качество готового продукта;
- небольшие габариты установки с возможностью компоновки агрегата из нескольких модулей установки и обслуживания единым вытяжным вентилятором;
- простота конструкции позволяет обеспечить безотказность и бесперебойность работы, что существенно важно при промышленном использовании.

В ходе проделанной работы задача по разработке функциональной схемы компактной и высокоэффективной печи для горячего копчения с последующей сборкой и внедрением конструкции на производственной площади учебно-экспериментального цеха МГТУ была достигнута.

### **Литература**

1. Гинзбург А.С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности. - М.: Агропромиздат, 1985.
2. Бредихин С.А. Технологическое оборудование рыбоперерабатывающих производств. - М.: Колос С, 2005. — 464 с.: ил.).
3. Похольченко В.А. Совершенствование процессов копчения рыбы при производстве консервов / В.А. Похольченко // Монография. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2010. – 83 - 92 с.

**РАЗРАБОТКА НОВЫХ ВИДОВ КОНСЕРВОВ ИЗ БЛАНШИРОВАННЫХ ГИДРОБИОНТОВ****Чернышев А.А., Похольченко В.А., Ершов М.А., Ильин А.Ю.**  
(г. Мурманск, МГТУ)

В статье рассматривается технология производства консервов из бланшированных гидробионтов с использованием эффективных режимов предварительной тепловой обработки сырья

The technologies of canning blanched hydrobionts with applying of efficient regimes of raw material preliminary heat treatment are described in this article.

Для пищевой и рыбоперерабатывающей промышленности нашей страны актуальным вопросом является обеспечение населения биологически полноценными и экологически чистыми продуктами, соответствующими современным требованиям науки о питании. Рыба и морепродукты – источники полноценных белков, жиров, витаминов, макро- и микроэлементов. Рыбо- и морепродукты для большей части населения страны – традиционная и любимая пища, что свидетельствует о высоких потенциальных возможностях роста российского внутреннего рынка морепродуктов. Серьезной проблемой является сокращение ассортимента выпускаемых консервов. В настоящее время пищевые предприятия по ряду причин отдают предпочтение консервам без предварительной термической обработки: натуральным, с добавлением масла.

Расширение ассортимента консервов и повышение их качества возможно при разработке в консервных производствах новых технологий, включающих эффективное использование традиционных сырьевых ресурсов, новых объектов промысла, повышения конкурентоспособности продукции за счет создания совокупности её свойств, обеспечивающей спрос у потребителя. Одним из таких направлений может быть комбинированный способ бланширования и подсушки гидробионта.

Бланширование – кратковременная тепловая обработка сырья (от 1 до 15 минут) при определенном температурном режиме (80-100 °С) в воде, растительном масле, паром или в водных растворах солей, сахара, органических кислот и щелочей. В переводе с французского языка blanchir – отбеливание.

Для бланширования гидробионтов применяют оборудование периодического действия - котлы, ванны, бланширователи периодического и непрерывного действия, варильники, крабоварки, термокоагуляторы.

Подсушка необходима для удаления из продукта излишней влаги для повышения его энергетической ценности, улучшения органолептических характеристик, а также снижения количества водного отстоя в масле в

готовых консервах. Гидробионты просушивают в сушильной камере с искусственной вентиляцией.

Предварительная тепловая обработка сырья при консервировании преследует следующие цели: изменение объема и массы продукта; изменение консистенции; повышение клеточной проницаемости; инактивацию ферментов; отбеливание сырья.

Целью исследований стала разработка рациональных режимов производства полуфабриката для консервов из гидробионтов (рыб различного видового состава и кальмара), бланшированных в масле с последующим обезвоживанием способом полугорячей сушки в универсальной коптильно-сушильной установке [3].

В качестве сырья использовались кальмар, мойва, окунь, путассу. В лабораторных условиях были изготовлены консервы из всех видов сырья. Эксперименты разбивались на отдельные циклы – бланширование и подсушивание. Бланширование производили в специальных клетях, которые погружались в емкость с нагретым до 100 - 110 °С растительным маслом в течение 60 секунд. Далее бланшированный в масле полуфабрикат подвергался подсушке в универсальной коптильно-сушильной установке в течение 25-35 минут при температуре 70 °С с влажностью 45 %

Известно, что продолжительность обезвоживания зависит от содержания влаги в материале, его удельной поверхности, жесткости режима в камере (температуры и относительной влажности) и скорости движения сушильного агента, т.е.  $\tau = f(\omega, S/m, t, \varphi, v)$  [1, 2].

В результате исследований были получены зависимости изменения влажности продукта на сухую массу  $\omega^c$  от времени обезвоживания  $\tau$ , т.е.  $\omega^c = f(\tau)$  с учетом вышеуказанных факторов, влияющих на интенсивность обезвоживания. В качестве примера приведена кривая кинетики обезвоживания для мойвы (рис. 1).

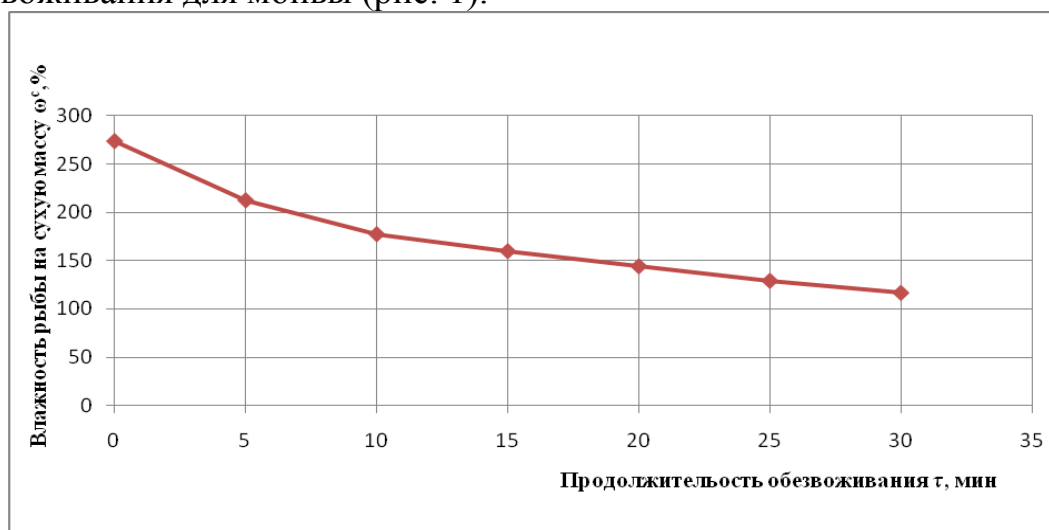


Рис. 1 – Кривая кинетики обезвоживания мойвы (разделанной):  $\omega^c_{нач} = 273,1\%$ ,  $S/m=0,200 \text{ м}^2/\text{кг}$ ,  $x_p = 38,5$ ,  $v = 3 \text{ м/с}$

Как видно из рис. 1, процесс удаления влаги из тканей продукта во время обезвоживания в сушильной камере идет довольно интенсивно (к примеру, за 30 минут обезвоживания воздухом температурой 70 °С продукт теряет около 20-25 % влаги в пересчете на общую массу). Это способствует снижению уровня водного отстоя в готовых консервах.

Разработаны рациональные режимы получения качественного полуфабриката, бланшированного в масле с последующей обезвоживанием подогретым воздухом для консервов из гидробионтов (кальмар, мойва, окунь, путассу). При разработке режимов предварительной тепловой обработки было исследовано влияние продолжительности бланширования и обезвоживания подогретым воздухом на качество готовых консервов.

Режимы производства бланшированного в масле полуфабриката с последующим обезвоживанием до заданных влагопотерь предварительно были апробированы в лабораторных условиях с применением малогабаритной сушильной установки [4]. После этого произведена опытная партия консервов из бланшированных гидробионтов. Оценка качества продукции проведена на дегустационном совете МГТУ с проверкой органолептических, микробиологических и физико-химических показателей качества готовых консервов. Представленные на дегустационный конкурс XIII международной специализированной выставки «Море. Ресурсы. Технологии - 2013» отмечены дипломом победителя в номинации «За проведение НИР по разработке новых технологий готовой пищевой продукции «Консервы бланшированные в ассортименте».

Проведенные исследования положены нами в основу разработки технической документации на выпуск консервов и усовершенствования соответствующего теплового оборудования для предварительной тепловой обработки.

### **Литература**

1. Глазунов Ю.Т. Моделирование процессов пищевых производств / Ю.Т. Глазунов, А.М. Ершов, М.А. Ершов. – М.: Колос, 2008. - 330 с.
2. Похольченко В.А. Совершенствование процессов копчения рыбы при производстве консервов / В.А. Похольченко // Монография. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2010. – 47 - 80 с.
3. Пат. 111985 Российская Федерация, МПК<sup>9</sup> 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.
4. Пат. 117266 Российская Федерация, МПК<sup>9</sup> А 23 В 4/03 . Малогабаритная сушильная установка / Воинов М.А., Ершов М.А., Похольченко В.А. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУВПО «Мурм.гос.техн.ун-т». - № 2012109371/15 ; заявл. 12.03.2012 ; опубл. 27.06.2012 , Бюл. № 18 .



## О СОДЕРЖАНИИ ГИСТАМИНА В ПРОДУКЦИИ ИЗ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ.

Швидкая З. П., Чернова М. А., Давлетшина Т. А. (г. Владивосток, ФГУП «ТИНРО - Центр, лаборатория микробиологии)

The data on the content of histamine in frozen chum and natural cans of salmon in the dynamics of storage, which showed its line of SanPiN 2.3.2.1078-01 (100 mg%) and exceeded that of other countries (50 mg%).

Тихоокеанские лососи по объему вылова на Дальневосточном бассейне занимают второе место, после минтая, и первое - по универсальности их обработки и изученности. Периодическое обращение к технологическим исследованиям лососей, в свете меняющихся как экологических, так и социально-экономических факторов, является актуальным.

Исследования по содержанию аминокислоты гистамина в продукции особенно важны, в связи со вступлением России в ВТО, так как регламентируемая норма его во многих странах составляет 50 мг /кг, а у нас - 100 мг/ кг [1].

По этому показателю контролируются не все рыбы, а находящиеся в так называемой «зоне риска» по количеству темной мускулатуры, в том числе и лососи.

Исследования по содержанию гистамина в рыбах Дальневосточного бассейна проводились еще в 60 - е годы прошлого столетия. Однако, данные по содержанию гистамина в лососях довольно ограничены [2].

Известно, что гистамин способен накапливаться в рыбных продуктах в результате декарбоксилирования аминокислоты гистидина при участии ферментов микрофлоры. Его содержание зависит от множества факторов, показанных на Рис.1, о чем свидетельствуют, в том числе, и последние публикации [3, 4, 5, 6, 7, 8], в которых подтверждены как ранее опубликованные, так и получены новые данные.

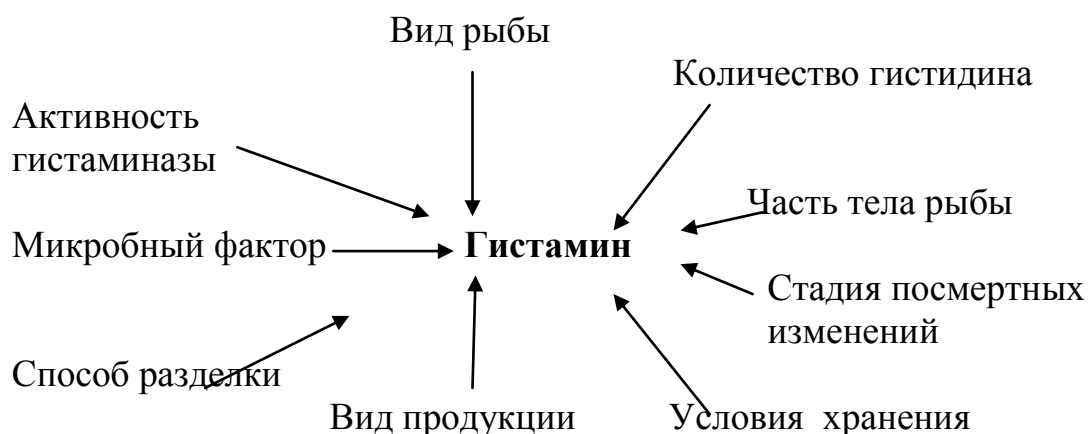


Рис. 1. Факторы, влияющие на содержание гистамина в рыбе

Исследователи отмечают, что повышение массовой доли гистамина до опасных уровней может не вызывать изменений сенсорных свойств рыбы, а признаки отравления человека гистамином схожи с симптомами аллергии у него на рыбные продукты.

Учитывая значимость показателя «гистамина» для лососевых рыб, нами проведены исследования по определению его содержания методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [9].

Данные по содержанию гистамина в мороженой кете в динамике хранения при температуре минус 18°C, приведенные на Рис.2, свидетельствуют о резком увеличении его после 5 месяцев хранения. К девяти месяцам хранения рыбы содержание гистамина не превышает норму по СанПиН 2.3.2.1078-01, но и не соответствует требованиям других стран (более 50 мг/кг).

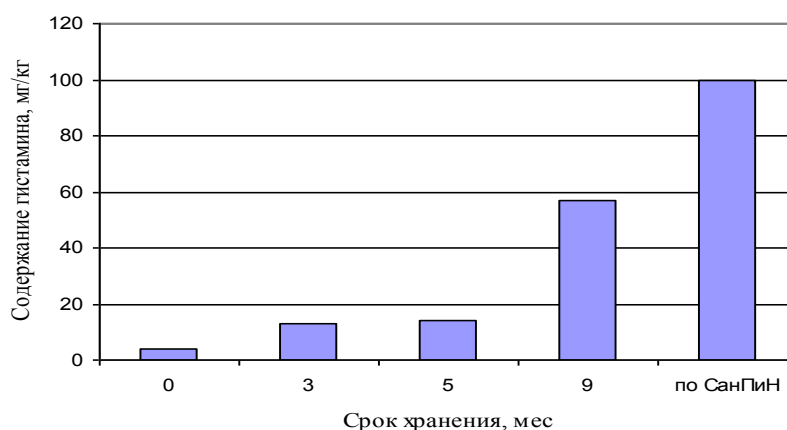


Рис. 2. Содержание гистамина в мышечной ткани кеты, в зависимости от срока холодильного хранения при минус 18 °С.

Тихоокеанские лососи являются классическим сырьём в технологии натуральных консервов, срок хранения которых в большинстве составляет не менее 24 месяцев. Были проведены исследования по содержанию гистамина в натуральных консервах из лососей, в зависимости от вида рыбы, срока хранения сырья и собственно консервов (Таб. 1).

Таблица 1- Содержание гистамина в консервах из тихоокеанских лососей

Ассортимент консервов	Срок холодильного хранения рыбы, мес	Срок хранения консервов, мес	Содержание гистамина, мг/кг
Горбуша натуральная	5	7	48,0
Горбуша натуральная	2	15	62,3
Кижуч натуральный	8	7	14,4
Кета натуральная	8	8	57,0
Кета с нерестовыми изменениями натуральная	4	24	74,9

Анализ приведенных данных показал, что содержание гистамина для стерилизованных образцов из лососевых было ниже допустимых значений (100 мг/кг), принятых в России. Однако, почти для всей продукции, за исключением консервов из кижуча, его количество находится на пределе или превышает нормы, принятые в других странах (50 мг/кг).

Это согласуется с опубликованными ранее данными [10] и связано с ренатурацией ферментов, степень проявления которой зависит от свойств сырья, активности протеолитических ферментов, типа жидкой фазы в консервах, режимов стерилизации, сроков хранения готового продукта и других факторов [5, 8].

Корреляции между сроком хранения сырья и консервов пока не прослеживается. Видимо, вклад в накопление гистамина вносит каждый из перечисленных факторов, представленных на Рис.1. Особенно важны направленные микробиологические исследования на всех этапах обработки лососей, в том числе при изъятии ценных икры, молок и печени, в условиях теплого летне-осеннего путинного периода, благоприятного для контаминации микроорганизмов.

Проведены предварительные исследования по определению содержания гистамина в печени кеты, количество которого не нормируется, однако, согласно литературным данным, его количество в печени рыб может превышать таковое в мышечной ткани [11].

О содержании гистамина в печени кеты в зависимости от предварительной обработки, обоснованной для увеличения срока хранения печени в мороженом виде [12] и содержания гистидина, можно судить по данным Таб. 2.

Таблица 2.- Изменение содержания гистамина в продукции из печени кеты, в зависимости от способа её обработки.

Способ обработки печени	Массовая доля, мг/кг	
	гистидина в печени кеты	гистамина в натуральных консервах
Контроль	1,4	22,51
Бланшированная в воде в течение 1,5 мин при температуре 90 - 95°C	13,7	30,95

Пропорциональное увеличение гистамина в консервах, приготовленных из контрольного образца и бланшированной печени кеты, видимо, обусловлено как различием в содержании гистидина, так и способах обработки, обеспечивающих различие в протекании реакции декарбоксилирования.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о целесообразности проведения более тщательных исследований продукции

из тихоокеанских лососей на наличие гистамина, с целью сокращения возможных рисков при её изготовлении.

### **Литература**

1. СанПиН 2.3.2.1078-01 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.- М-ФГУП «ИнтерСЭН» 2002.-164 с.
2. Кизеветтер И.В. Биохимия сырья водного происхождения // М.: Пищ.пром-ть, 1973. –385 с.
3. Галутова О.А. Определение содержание гистамина в рыбных консервах / О.А. Галутова, А.Н. Головин, Е.Б. Крюкова, Г.Ф. Жукова // Рыбное хозяйство.- 1987.- № 9 .-С. 73 –74.
4. Кириченко С.Г. О содержании N- нитрозамина и гистамина в рыбных продуктах / С.Г. Кириченко, Т.И. Рубцова // Сборник научных трудов ВНИРО «Исследование по технологии рыбных продуктов»,1997.- С.290-292.
5. Подсосонная М.А., Родина Т.Г. Проблема гистамина в рыбной продукции / М.А. Подсосонная, Т.Г. Родина // Известия ВУЗ, Пищевая технология, 2004. - №1.- С. 30-32.
6. Овсяк Е.А. Влияние условий холодильной обработки и хранения на природные токсиканты морской рыбы / Е.А. Овсяк, В.С. Колодезная // Ж.Рыбпром, 2010. - №4. - С. 17-19.
7. Чащина С.Л. Исследование уровня гистамина в рыбных консервах в прцессе их хранения / Л.С. Чащина, Л.Т. Серпунина // Матер. Междун. Научно-техн. Конф. «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов мирового океана», Ч.2, Владивостк, 2010, С 158-161.
8. Серпунина Л.Т. Уровень гистамина в рыбных консервах в зависимости от технологических факторов / Л.Т. Серпунина, Е.В. Бречко // Ж. Известия КГТУ , 2011.-.№23.- С. 191-199.
9. ГОСТ Р 53149-2009 Рыба, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Количественное определение содержания биогенных аминов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.
10. Подсосонная М.А. Оценка качества импортируемых рыбных консервов по критериям безопасности / М.А. Подсосонная, Т.Г. Родина // Хранение пищевых продуктов и продовольственного сырья: Тезисы докладов научно–технической конференции / НИИПХ Госкомрезерва России, М., 1999
11. Кизеветтер И.В. К вопросу о накоплении гистамина в тканях т/о скумбрии / И.В. Кизеветтер, А.Е. Наседкина // Известия ТИНРО, 1972. - Т.83. - С. 27-34.

12. Чернова М.А. Влияние способов обработки печени тихоокеанских лососей на качество стерилизованных консервов / М.А.Чернова, Н.В. Долбнина // Материалы научно-практической конференции «Пищевая и морская биотехнология – для здорового питания и решения медико-социальных проблем». Светлогорск: Изд. Москва. 2011. - С.123-124.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭНЕРГОАУДИТА УНИВЕРСАЛЬНОЙ КОПТИЛЬНО-СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ТЕРМОГРАФИИ

Аллюяров К.Б., Шокина Ю.В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТПП)

**Аннотация.** Разработан метод количественной термографии, позволяющий дистанционно получать объективные данные о величине тепловых потоков, исходящих от поверхностей технологического оборудования. В статье описывается применение разработанного метода с целью энергоаудита.

**Abstract.** Methodology for remote quantitative IR-thermography of heat flows was developed which enables receiving objective data about the size of these flows made by technology equipment. This article describes use of developed methodology with a purpose of energy audit.

Метод Количественной термографии был разработан в МГТУ в 2011 году. Метод основан на принципах «обычной» термографии или пирометрии, однако он предоставляет большие возможности в части не только качественного, но и количественного анализа исследуемого объекта. Неоспоримыми преимуществами Количественной термографии являются: достоверность, дистанционность и оперативность.

Суть термографии заключается в исследовании температурного поля поверхности при помощи тепловизионной техники (ИК-пирометры, тепловизоры и т.д.), в то же самое время Количественная термография предполагает дальнейший анализ температурного поля, расчет величин тепловых потоков исходящих от исследуемой поверхности с учетом параметров исследуемого объекта и условий окружающей среды, определение энергетической эффективности.

При проведении исследований по методу Количественной термографии с целью оптимизации анализа тепловых полей изучаемая поверхность условно разделяется на сетку фиксированного размера в зависимости от желаемой точности, в узлах которой контролируется температура на исследуемой поверхности.

Обработка данных измерения температурного поля позволяет оценить не только распределение температур на изучаемой поверхности, визуализировать их, представить в удобной для анализа форме, но и получить конкретные значения плотности теплового потока в любой точке или области исследуемой поверхности.

С целью энергоаудита Универсальной коптильно-сушильной установки (УКСУ) было проведено ее исследование с использованием метода Количественной термографии. При дистанционной оценке тепловых потоков, исходящих от внешних поверхностей УКСУ

использовали тепловизор IRIS 4010 (фирма IRISYS) и пирометр AR852B (рисунок 1).



Рисунок 1 – Тепловизор IRIS 4010, пирометр AR852B

Технические характеристики используемых тепловизионных приборов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики IRIS 4010, AR852B

	IRIS 4010	AR852B
Диапазон контролируемых температур, °С	-10...+250	-60...+650
Предел температурной чувствительности, °С	0,15	0,1
Погрешность измерения	$\pm 1$ °С, но не $< \pm 1$ %	$\pm 2$ °С, но не $< \pm 2$ %
Разрешение чувствительной матрицы (для тепловизора), пикс.	160 x 120	-

Во время проведения исследования УКСУ работал в стационарном режиме для горячего копчения. Температура внутри печи регулировалась автоматической системой управления и составляла  $90 \pm 5$  °С. Температура окружающей среды составляла 17 °С. Результаты термографической диагностики с использованием тепловизора IRIS 4010 представлены на рисунке 2 – рисунке 7.

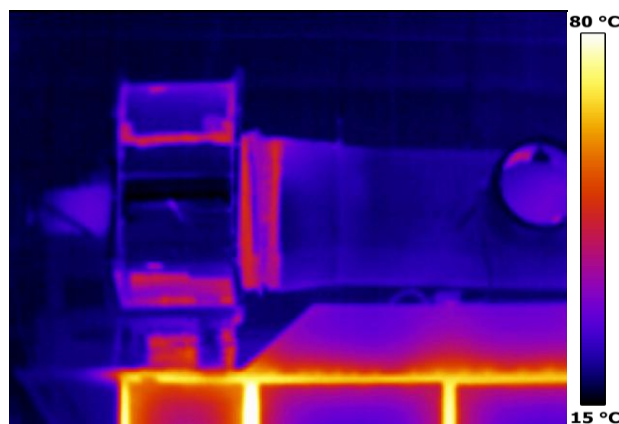


Рис.2 – Термограмма верхне-левой части лицевой поверхности

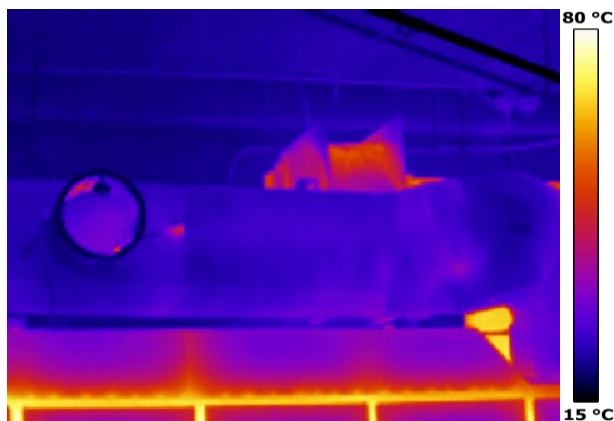
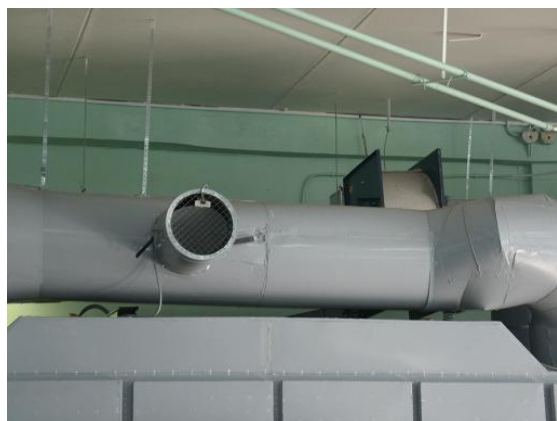


Рис.3 – Термограмма верхне-центральной части лицевой поверхности



Рис. 4 – Термограмма верхне-правой части лицевой поверхности

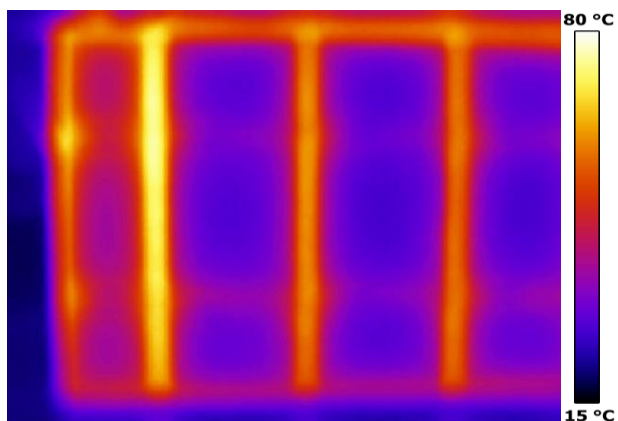


Рис. 5 – Термограмма ниже-левой части лицевой поверхности



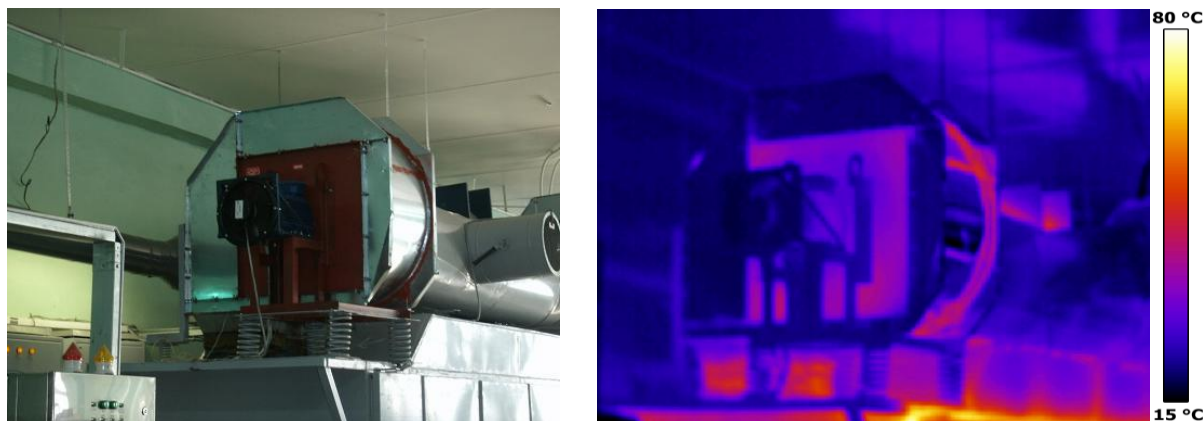


Рис.6 – Термограмма верхней части левой поверхности

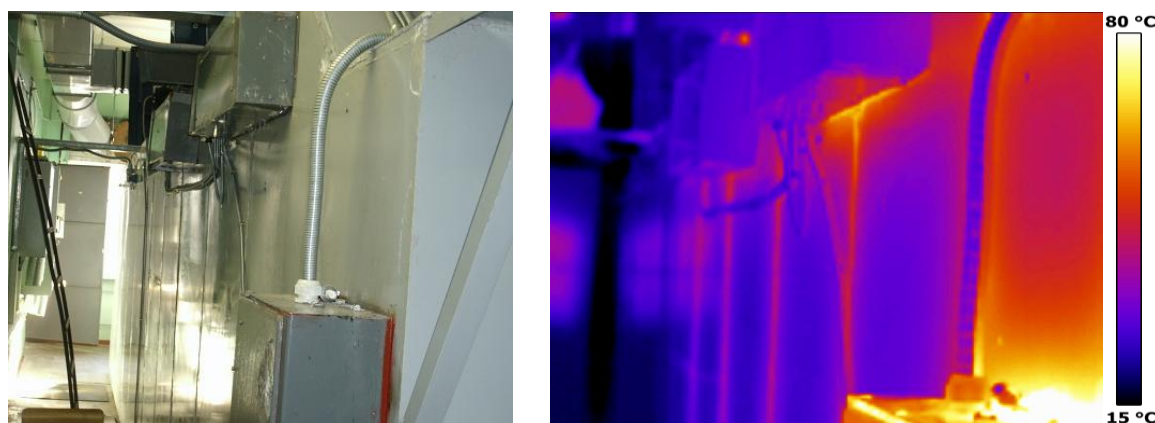


Рис. 7 – Термограмма задней поверхности

Анализ термограмм выявляет неоднородность теплового поля внешней поверхности УКСУ. Максимальная температура на поверхности превышала 80 °С. Зоны перегрева соответствовали дверным проемам, что свидетельствует об их недостаточной тепловой изоляции. На остальной поверхности печи температура не превышала 40 °С, что соответствует требованиям СНиП 2.04.14 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

Система трубопроводов, расположенных в верхней части печи, имеет только частичную тепловую изоляцию, вследствие чего температура на внешней поверхности также значительно превышает допустимые значения. По причине высокой отражающей способности материала поверхностей трубопроводов на термограмме не отражено их реальное тепловое поле.

При обработке данных исследования тепловых полей были получены следующие результаты: суммарный непроизводительный тепловой поток от лицевой поверхности составил 2,3 кВт, а от левой поверхности печи – 0,3 кВт. Поверхности системы трубопроводов, верхней, задней и правых поверхностей не оценивались.

Таким образом, в результате энергоаудита приблизительно 1/3 внешней поверхности печи суммарный непроизводительный тепловой поток составил порядка 2,6 кВт. При интерполяции полученных значений

на все внешние поверхности непроизводительный тепловой поток, исходящий от всей коптильной печи, приблизительно составит 7,8 кВт.

Температуру внутренней среды печи поддерживают три группы ТЭНов, суммарной мощностью 58,5 кВт. Напряжение ТЭНов регулируется при помощи симисторов, поэтому точное значение подводимой энергии и коэффициента энергетической эффективности рассчитать проблематично.

При приблизительной оценке в зависимости от текущей мощности ТЭНа суммарный непроизводительный поток составит от 13 до 27 % от потребляемой энергии, что соответствует значению коэффициента энергоэффективности от 0,62 до 0,81. Коэффициент энергетической эффективности определяется как отношение всей затрачиваемой энергии к энергии, пошедшей на производительный процесс. В целом можно говорить о достаточно хорошей теплоизоляции коптильной печи и ее сравнительно высокой энергоэффективности. В целях снижения температуры на поверхности аппарата до безопасных для эксплуатации значений, а также в целях повышения энергоэффективности необходима теплоизоляция проемов дверей и системы трубопроводов.

В результате проведенных исследований удалось количественно оценить непроизводительные тепловые потери УКСУ, локализовать ряд дефектов, обуславливающих непроизводительные тепловые потоки, обосновать меры по устранению выявленных недостатков в целях увеличения производительности, повышению безопасности эксплуатации и по повышению энергоэффективности.

По результатам проведенных исследований установлена возможность применения метода Количественной термографии для дистанционной оценки тепловых потоков технологического оборудования пищевых производств.

### **Литература**

1. Власов А. Б. Повышение энергоэффективности ИК-дымогенератора на основе оценки тепловых потоков методом количественной термографии / К. Б. Аллояров, А. Б. Власов, Ю. В. Шокина // Вестник МГТУ : труды Мурман. гос. техн. ун-та. – 2011. – Т. 14, № 3. – С. 515-519.
2. Власов А. Б. Оценка тепловых потоков технологического оборудования методом количественной термографии / К. Б. Аллояров, А. Б. Власов, Ю. В. Шокина // Известия СПбГАУ – 2012. - № 26. – С. 414-421.

## **ПЕЧЕНЬ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОНСЕРВОВ**

**Шульгина Л. В., Чернова М. А., Долбнина Н. В., Давлетшина Т. А.**  
(г. Владивосток, ФГУП «ТИНРО-Центр», лаборатория микробиологии)

Investigations of frozen liver salmon as raw material for canning. Found that after collecting the liver of salmon should be washed in cold running water for 30 minutes. Continuous flushing ensures removal of bile ducts of the liver and elimination of bitterness in the liver and canned salmon.

Тихоокеанские лососи представляют одну из групп массовых промысловых рыб дальневосточных морей. В последние годы в Дальневосточном рыбохозяйственном регионе вылавливается не менее 400,0 тыс. тонн лососей, но наиболее многочисленные уловы характерны для кеты и горбуши. Их используют для производства мороженой, соленой, сушеной, вяленой, консервированной и других массовых видов пищевой продукции.

Первичная обработка тихоокеанских лососевых рыб связана с накоплением значительных объемов вторичного пищевого сырья с различным химическим составом. Так, при переработке лососей формируются значительные объемы печени, которые ежегодно в среднем составляют 6-10,0 тыс. тонн. Печень лососевых рыб характеризуется высокой пищевой и биологической ценностью за счет наличия полноценных белков, комплекса минеральных и биологических активных веществ [1]. Печень лососевых рыб рекомендована в качестве источника ряда ферментов, необходимых для проведения биохимических исследований и для получения биологически активных добавок к пище, например, «Гепатокортина», который способствует уменьшению жировой инфильтрации печени человека, уменьшению атеросклеротического поражения сосудов [2].

Учитывая вышесказанное, печень тихоокеанских лососей представляет собой сырье для получения массовых пищевых продуктов, в частности, консервов. Однако, до настоящего времени значительные объемы печени, формируемые при разделке лососей, остаются мало- или неиспользуемыми для производства пищевой продукции.

Основной причиной неостребованности этого ценного в пищевом отношении сырья является проявление выраженной горечи при хранении мороженой печени лососевых рыб уже через 20 суток. Вместе с тем, вопрос комплексной и рациональной переработки печени лососей является очень актуальным и сопряжен с решением вопроса по предотвращению появления горечи в процессе ее хранения. Рациональная первичная обработка печени, обеспечивающая сохранение качества печени при

хранении может повысить коэффициент использования биоресурсов и рентабельность предприятий, перерабатывающих уловы лососей.

Целью настоящей работы явилось изучение качества печени лососей в процессе хранения и возможность ее использования в технологии консервов.

Для оценки влияния процесса морозильного хранения на качество мороженой печени были заготовлены контрольные ее образцы по традиционной технологии [3]. Для этого использовали сырец и охлажденную рыбу (кету и горбушу), которые разделявали, осуществляли сбор печени, удаляли желчные пузыри, проводили тщательную мойку и стекание излишней воды, после чего замораживали в блоках по 1 кг. Для получения опытных образцов после удаления слизи и крови при мойке печень в течение 30 минут подвергали промывке в проточной холодной воде. Интенсивное промывание печени приводило к изменению ее цвета от темно-красного до розового и светло-серого в зависимости от времени промывки, что обусловлено постепенным очищением печеночных сосудов и протоков от желчи.

Хранили печень в течение 4-6 мес. при разных температурах, соответственно, минус 18°C и минус 30°C. Непосредственно после заготовки и в процессе хранения в печени лососей изучали органолептические, физико-химические и показатели безопасности, а также готовили образцы консервов из нее.

По показателям безопасности все образцы печени кеты и горбуши, в том числе и при хранении, соответствовали требованиям СанПиН 2.3.2.1078.

Для определения органолептических свойств проводили пробу на варку. Вареная печень после разделки сырца и охлажденной рыбы характеризовалась приятным свойственным вкусом, в ней отсутствовали признаки горечи.

Результаты исследований показали, что химический состав печени горбуши и кеты был приближен. В зависимости от периода лова лососей в ней содержалось: белков - 21,5-23,5%; жиров – 2,5-5,1%, минеральных веществ – 1,7-2,3%. Небольшое содержание жира в печени лососевых рыб указывает на то, что она не является жировым депо, чем значительно отличается от печени других массовых видов рыб, например, минтая и трески, в которой содержание жира достигает 40-80 % [4].

Исследование основных классов липидов показало, что в печени лососей преобладают фосфолипиды (рис. 1). Количество триглицеридов в липидах печени лососевых рыб не превышает 30,0 %, что также отличает ее от печени других рыб, в составе которых содержание триглицеридов составляет 80-90 %.

Известно, что в состав фосфолипидов входят жирные кислоты с высокой степенью ненасыщенности, что по сравнению с триглицеридами обуславливает их низкую устойчивость к окислительным и

гидролитическим процессам [5,6]. Исследования показали, что в составе липидов печени лососей преобладают полиненасыщенные жирные кислоты ( $46,6 \pm 1,2\%$ ), основными из которых являются эйкозапентаеновая ( $20:5n-3$ ) и докозагексаеновая ( $22:6n-3$ ). Количество насыщенных ( $27,3 \pm 1,1\%$ ) и мононенасыщенных ( $24,0 \pm 0,8\%$ ) жирных кислот отличаются незначительно. Среди насыщенных жирных кислот основной является пальмитиновая ( $15,8 \pm 0,7\%$ ), мононенасыщенных – олеиновая, которая в среднем составляет около  $14,0\%$  от суммы всех жирных кислот.

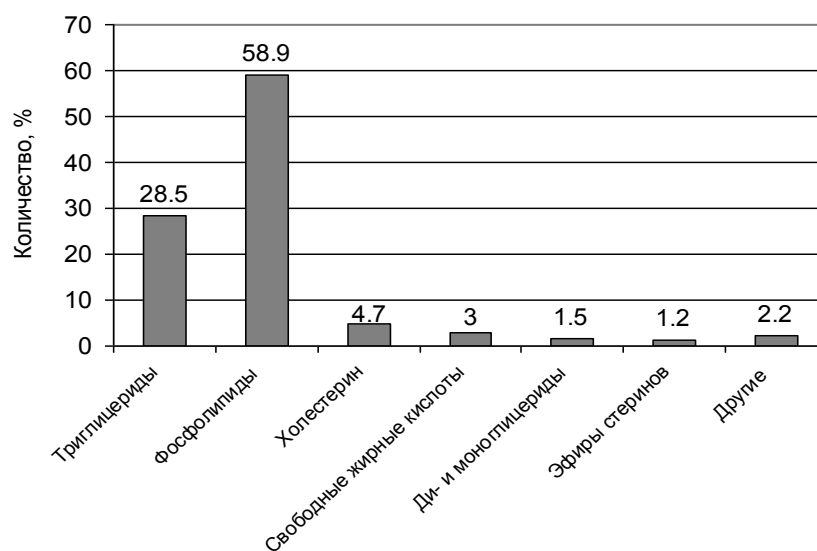


Рис. 1. Состав основных классов липидов печени тихоокеанских лососей

В липидах исходных образцов печени тихоокеанских лососевых рыб отмечено наличие большого количества свободных жирных кислот - не менее  $3\%$ . Кислотное число в печени сырца и охлажденных лососевых рыб достигало  $3-4,5$  мг КОН/г жира, перекисное число составляло не более  $0,16-0,2\%$   $J_2$ . По-видимому, высокое содержание фосфолипидов и свободных жирных кислот обуславливает высокие значения кислотных чисел, что является особенностью печени лососевых рыб, не влияющей на качество сырья.

В контрольных образцах через 1 мес. хранения при температуре минус  $18^\circ\text{C}$  проявилась выраженная горечь. В образцах, хранившихся при температуре минус  $30^\circ\text{C}$ , она стала проявляться через 2 мес. хранения. В опытных образцах печени (промытая в течение 30 мин) небольшие органолептические изменения стали отмечаться после хранения в течение 4 мес. при температуре минус  $18^\circ\text{C}$  и через 6 мес. хранения при температуре минус  $30^\circ\text{C}$ . Как видно, появление выраженной горечи в печени лососей происходило в контрольных образцах, которые не подвергались промывке и удалению желчи из печеночных протоков.

Изменения химического состава контрольных и опытных образцов печени лососей при хранении были приближены. Изменения в составе липидов печени по классам также были незначительны. Кислотное число закономерно повышалось в образцах печени в зависимости от температуры хранения. Через 2 мес. хранения при температуре минус  $18^\circ\text{C}$  значения

кислотных чисел печени увеличивались в 3-4 раза, через 4 мес. – в 5-7 раз. Перекисные числа возрастали, но незначительно. При хранении печени при минус 18 °С через 4 мес., а при температуре минус 30 °С через 6 мес. значения перекисных чисел повышались не более, чем на 20 % к исходным величинам. Следовательно, в процессе хранения в липидах печени лососей происходят изменения, в основном, гидролитического характера – повышается количество свободных жирных кислот. Окислительные процессы малозначимы и, по-видимому, не влияют на проявление горечи в печени лососевых рыб при хранении.

Изготовленные натуральные консервы из контрольных и опытных образцов мороженой печени по органолептическим показателям соответствовали качеству используемого сырья. В консервах из мороженой печени, промытой в холодной проточной воде в течение 30 мин и хранившейся при температуре минус 18°С в течение 4 мес. и при минус 30°С в течение 6 мес., отмечался свойственный вкус ее и отсутствие горечи. В консервах, изготовленных из печени без длительной промывки в проточной воде и хранения в течение 1 мес. при температуре минус 18°С и 2 мес. при минус 30°С, отмечалась выраженная горечь.

Таким образом, в связи с тем, что отмечены значительные изменения в органолептике контрольных и опытных образцов мороженой печени лососей, но не установлено заметных различий в их химическом составе, следует, что промывка печени лососей в проточной холодной воде, в результате которой происходит удаление желчи из печеночных протоков, позволяет длительно хранить ее без проявления горечи и использовать в технологии консервов.

### **Литература**

1. Чепкасова, А.И. Технохимическая характеристика печени лососевых рыб и перспективы её использования / А.И. Чепкасова, Н.Б. Аюшин, М.И.Юрьева, Г.И. Загородная, Н.Н. Ковалев // Известия ТИНРО, 2009.- Т. 159.- С. 325-336.
2. Чепкасова, А.И. О комплексной переработке печени дальневосточных лососей / А.И. Чепкасова, Н.Б. Аюшин, М.И. Юрьева, Г.И. Загородная, И.Д. Макаренкова, Н.Н.Ковалев // Известия ТИНРО, 2011.- Т. 167.- С. 240-251.
3. Сборник технологических инструкций по производству рыбных консервов и пресервов. Часть II. – Ленинград:Гипрорыбфлот, 1989. – 284 с.
4. Yagi, K. Lipid peroxides and human diseases / K.Yagi // J. Chem. Phys. Lipids, 1987. –Vol. 45.- P. 337-351.
5. Tateishi, T. Determination of serum lipid peroxide levels in healthy and diseased subjects by use of a methylene blue derivative / T. Tateishi, N. Yoshimine, F. Kuzuya // J. Clin. Biochem. Nutr., 1989. – Vol. 39. – P. 532-536.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЫБОМУЧНОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ СКАТА ЗВЕЗДЧАТОГО (RAJA RADIATA), ОБОГАЩЕННОЙ ХОНДРОИТИНСУЛЬФАТОМ**

**Шокина Ю.В., Павлова В.В., Шлапак С.В., Саенкова И.В. Щетинский В.В., Порцель М.Н.** (г. Мурманск, ФГБОУВПО «МГТУ» кафедра Технологии пищевых производств, г. Мурманск, ФГУП «ПИПРО» лаборатория биохимии гидробионтов)

**Аннотация** The opportunity of using non-traditional for Russia's fishing object - thorny ray (*Raja radiata*) in food technology. Studied size and mass composition of fish, an effective way to remove urea, developed a technology for manufacturing culinary products from meat thorny ray (*Raja radiata*). Experimentally proved technological modes of primary thermal fish processing, carried out with the purpose of removal of urea. Proposed formulations culinary products that are optimized according to the criterion of achieving maximum organoleptic estimation of finished products, developed standards of waste and losses of the production the products.

Приоритетной задачей государственной экономической политики в сфере обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации и здорового питания населения страны (утверждены Распоряжением Правительства РФ № 1873-р от 25 октября 2010 года) является задача развития производства пищевых продуктов функционального назначения и обогащенных незаменимыми компонентами, доля которых в общем объеме производимых продуктов питания к 2020 году должна достичь 30 %. [2]

Таким образом, разработка технологии рыбомучной кулинарной продукции функционального назначения из мяса ската звездчатого (*Raja radiata*) – малоиспользуемого в настоящее время промыслового объекта Северного бассейна, богатого эссенциальными микро- и макронутриентами, в том числе хондроитинсульфатом [3, 4, 5] представляет собой весьма актуальную цель наших исследований.

На протяжении нескольких последних десятилетий ученые разных стран мира ведут разработки препаратов из хрящей акулы и ската, используемых при лечении воспалительных процессов, а также в качестве противоопухолевых агентов. Любые продукты из хрящей заслуживают самого высокого внимания в качестве профилактических средств при воспалительных заболеваниях опорно-двигательного аппарата. Они являются главными источниками хондроитинсульфатов и глюкозамина. В костных тканях хондроитинсульфаты связаны с белками, которые составляют от 17 до 22 % от массы смешанной макромолекулы. Активность хондроитинсульфатов в составе хрящевой ткани и мяса ската

звездчатого определяется остатком сложных сахаров, называемых глюкозаминогликанами, которые обладают способностью заново образовывать хрящ и оказывать противовоспалительное действие и помогать лечению сердечных заболеваний [6, 7].

Для достижения поставленной цели исследований были сформулированы следующие задачи:

- разработать технологические схемы производства рыбомучной кулинарной продукции функционального назначения (пельмени, пироги, пирожки) на основе использования ската звездчатого;
- установить нормы отходов и потерь при первичной обработке сырья – ската звездчатого;
- обосновать выбор технологических режимов первичной тепловой обработки (ПТО) разделанного полуфабриката ската звездчатого с целью эффективного удаления мочевины.

Разработанная общая методологическая схема исследований представлена на рис. 1.

При разработке технологических схем учитывали требования действующей нормативной и технической документации: СанПиН 2.3.4.050-96 «Производство и реализация рыбной продукции», ТИ № 7 по разделке и мойке рыбы, ОТИ (общие технологические инструкции) № 1, № 2 при производстве рыбных консервов и пресервов, а также Сборника рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания.

Результаты экспериментов по обоснованию норм отходов и потерь при разделке дефростированного полуфабриката ската звездчатого представлены в таб.1. Статистическая обработка результатов экспериментов проводилась с использованием методов статистической обработки - МНК (метода наименьших квадратов).



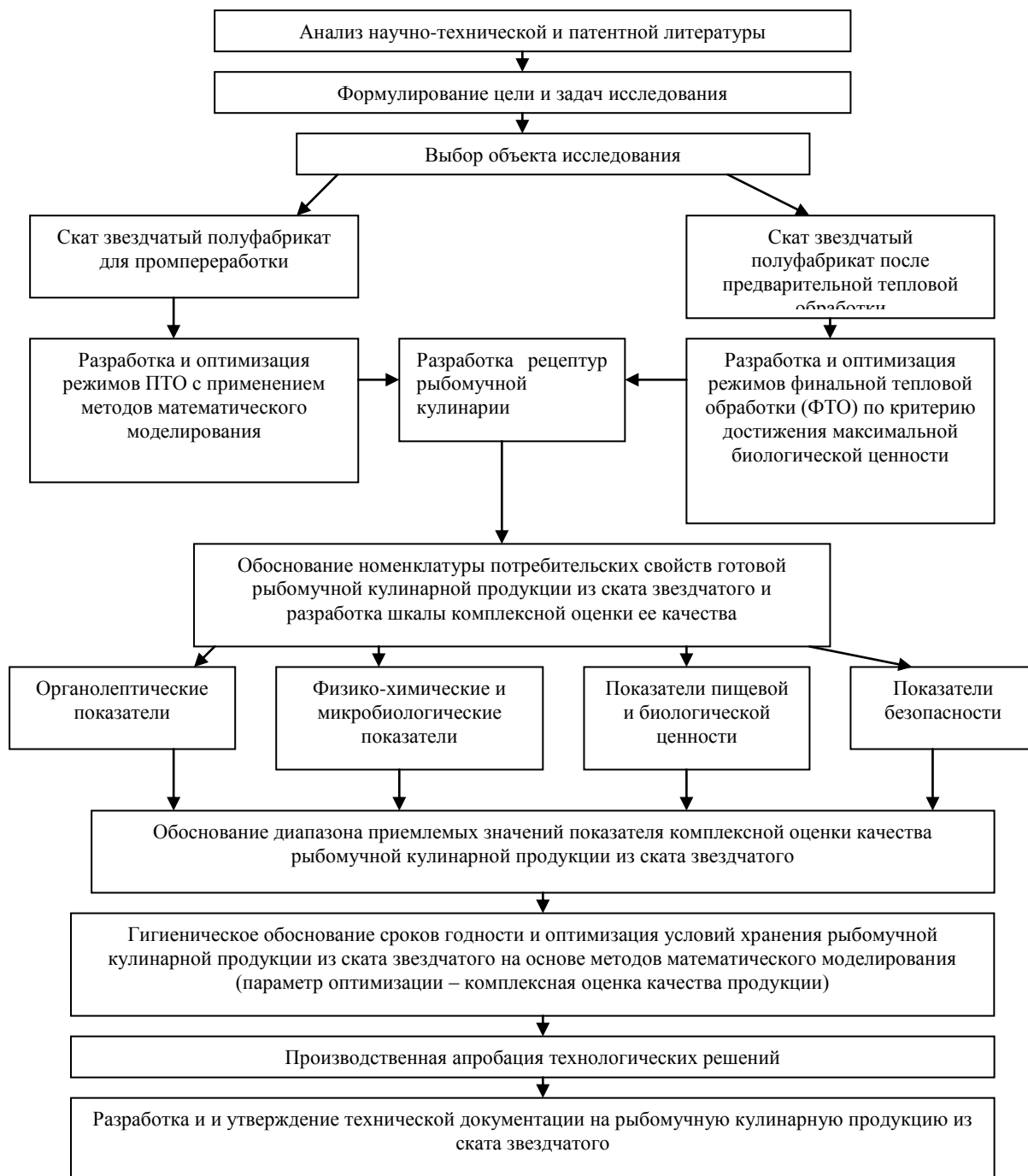


Рис. 1 – Общая методологическая схема исследований по разработке технологии рыбомучной кулинарной продукции функционального назначения из ската звездчатого

Таблица 1. Результаты экспериментов по определению размерно-массового состава ската звездчатого (*Raja radiata*) с целью обоснования норм отходов и потерь при разделке дефростированного полуфабриката по ТУ 9261-028-00038155-02 «Скат мороженый полуфабрикат для промышленной переработки»

Показатель	Единица измерения	Содержание показателя
Масса целой рыбы	г	1112,6
Плавники	%	8,9±0,29
Крылья	%	28,4±2,67
Внутренности	%	14,3±2,61
Голова	%	19,3±1,72
Тело <sup>1</sup>	%	24,2±3,04
Хвостовой плавник	%	3,2±0,72
<sup>1</sup> тушка без крыльев и хвостового плавника		

Бланширование ската колючего производится с целью удаления из мышечной ткани рыбы мочевины при тепловом разложении при температуре от 96 до 98 °С по способу предложенному [3, 4, 5]. Эксперименты проводили для двух способов бланширования – в воде и водяным паром. Бланширование в воде проводили для двух вариантов гидромодуля – соотношении рыба : вода 1 : 1 и 1 : 2. В ходе экспериментов определяли потери массы при разных способах бланширования, а также оценивали полноту удаления мочевины по изменению содержания различных форм азота (небелкового - НБА, %, аминного - АА, %, и азота летучих оснований - АЛО, мг%) в процессе ПТО. Как показали эксперименты потери массы при бланшировании водой и паром в течение 5 минут существенно не различаются. Однако при обработке паром в течение 5 минут имеет место ухудшение органолептических свойств полуфабриката (размягчение мышечной ткани), поэтому данный режим отклонен. Сравнивая оставшиеся три режима для двух способов бланширования пришли к выводу, что целесообразно рекомендовать для промышленного использования два способа ПТО крыльев ската – бланширование водой температурой от 96 до 98 °С при соотношении рыба : вода 1 : 1 в течение 1 минуты, а также бланширование паром в течение 3 минут. Данные способы и режимы обеспечивают одинаково хорошее качество полуфабриката с учетом его последующей обработки и приемлемые потери массы от 8 до 14 %.

Как показали проведенные эксперименты, потери белка при бланшировании разными способами и при различных технологических режимах отличаются незначительно и колеблются от 8,79 % при бланшировании водой температурой от 96 до 98 °С (соотношение рыба : вода 1:1) в течение 1 минуты до 10,66 % при бланшировании паром в течение 5 минут. Сохранность белка [1], свидетельствующую о

биологической ценности готовой продукции, рассчитывали в полуфабрикате после первичной тепловой обработки, она составляет около 90 % от первоначального содержания белка в мясе ската колючего.

Интересен анализ изменений соотношения разных форм азота в мышечной ткани ската колючего при различных способах ПТО, проводимой с целью удаления мочевины. Так, эксперименты показали, что в процессе бланширования активно протекает гидролиз белка, о чем свидетельствует рост показателя аминного азота: на величину от 0,160 и 0,165 % при бланшировании водой в течение 1 минуты (соотношение рыба : вода 1 : 1 и 1 : 2 соответственно) до 0,178 % при бланшировании паром в течение 5 минут. Это свидетельствует о некотором более значительном снижении биологической ценности белка рыбы при бланшировании паром по сравнению с бланшированием водой. Относительно первичного содержания аминного азота в рыбе (100 %) максимальный рост составляет 4,71 % при бланшировании паром против 3,03 % при бланшировании водой. Косвенно этот вывод подтверждается экспериментальными данными по определению небелкового азота в полуфабрикате до и после ПТО. Так, рост содержания небелкового азота относительно его первичного содержания в полуфабрикате до ПТО (100 %), составляет 24,19 % при бланшировании паром в течение 5 минут (абсолютный максимум). При бланшировании водой в течение 1 минуты вне зависимости от соотношения рыбы и воды рост показателя НБА составил всего 17,56 и 17,88 % от первичного содержания с незначительным расхождением в пределах статистической погрешности.

Экспериментально были установлены потери и сохранность жира при разных способах и режимах ПТО. Результаты представлены в таб. 2.

Таблица 2. Результаты эксперимента по обоснованию способа и режимов ПТО ската звездчатого

Способ ПТО	Продолжительность ПТО, мин	Потери массы при ПТО, % от массы сырья, поступившего на обработку	Выход полуфабриката после ПТО, % от массы сырья, поступившего на обработку
Бланширование водой температурой от 96 до 98 °С, соотношение рыба:вода 1 : 1	1,0	2,56	97,44

Бланширование водой температурой от 96 до 98 °С, соотношение рыба:вода 1 : 2	1,0	2,56	97,44
Бланширование паром 3 мин	3,0	46,15	53,85
Бланширование паром 5 мин	5,0	53,51	46,15

Таким образом, анализ полученных в ходе экспериментов данных показал, что наиболее оптимальным сточки зрения сохранения высокой биологической ценности полуфабриката и минимизации потерь массы, является режим бланширования водой при температуре от 96 до 98 °С в течение 1 минуты при соотношении рыба : вода 1 : 1.

Бланширование паром в течение 5 минут дает приемлемый по органолептическим свойствам полуфабрикат, пригодный для последующей разделки, однако его биологическая ценность в связи со значительными потерями жира и глубоким гидролизом белков будет ниже.

Оптимизация рецептов проведена на основе общепринятых методов математического планирования эксперимента с использованием программного продукта «Фристат». В качестве функции отклика – параметра оптимизации – выбрана органолептическая оценка продукции (балл) по разработанной шкале. В качестве основных влияющих факторов выбраны – массовые доли в рыбной составляющей в составе начинки - ската звездчатого ( $x_1$ ) и трески ( $x_2$ ) соответственно. В результате были получены уравнение регрессии, позволившие установить близкое к оптимальному соотношение мяса ската звездчатого и трески атлантической в фарше и начинке для рыбомучной кулинарной продукции, которое составило для пирожков и пельменей 1:1, для пирогов органолептическая оценка продукции повышается линейно с увеличением доли мяса ската звездчатого в начинке.

Образцы разработанной рыбомучной кулинарной продукции из ската звездчатого «Пельмени рыбные «Трескачи»», «Пироги рыбные «На здоровье», «Пирожки рыбные «На здоровье»» были представлены на 13 Международной выставке «Море. Ресурсы. Технологии – 2013», проходившей с 13 по 15 марта 2013 г. в г. Мурманске, где получили высокую оценку специалистов и были удостоены дипломов победителей дегустационного конкурса в номинациях «За оригинальность рецептуры» и «За НИР в области разработки рыбных продуктов».

По результатам исследований сделаны общие выводы представленные ниже:

1. Научно обоснована целесообразность использования ската звездчатого в качестве основного и дополнительного пищевого сырья для изготовления рыбомучной кулинарной продукции «Пельмени рыбные «Трескачи»», «Пироги рыбные «На здоровье»», «Пирожки рыбные «На здоровье»».

2. Разработана технология изготовления рыбомучной кулинарной продукции с использованием мяса ската звездчатого, оптимизированы режимы ПТО и рецептуры.

3. Разработаны нормы отходов и потерь при производстве рыбомучной кулинарной продукции с использованием мяса ската звездчатого.

### **Литература**

1. Зубарева, Е.Н. Оценка качества рубленых полуфабрикатов с пшеничным зародышем / Е.Н. Зубарева, И.С. Патракова // Инновационные технологии переработки продовольственного сырья : материалы докладов на междунауч.-техн. конференции, Владивосток, 16-18 ноября 2011 г. / Дальрыбвтуз, 2011. – С. 106-106.

2. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. № 559-р) / <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70067828/>

3. Шамаилова, Т.М. Разработка технологии обогащенной кулинарной рыбной продукции «Рыба, запеченная с гарниром в соусах» на основе использования мяса ската колючего / Т.М. Шамаилова, Ю.В. Шокина, Б.Ф. Петров, З.М. Шамаилова // Состояние и перспективы развития рыбной промышленности Северного бассейна : материалы докладов науч.-практ. конференции, Мурманск, 17-18 ноября 2011 г. / МГТУ. – Мурманск, 2011. – С. 119–123.

4. Шокина, Ю.В. Разработка технологии обогащенной кулинарной рыбной продукции Ю.В. Шокина, Петров Б.Ф., Богданова О.Ю., Обухова Н.Е., М.Н. Порцель «Рыба заливная, в желе, рыбные зельцы» на основе использования ската колючего // Наука и образование – 2011 [Электронный ресурс] : междунауч. науч.-практ. конф., 4–13 апр. 2011 г. / Мурман. гос. техн. ун-т. – Электрон. текст. дан. (18 Мб). – Мурманск, 2011. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – 4 с. – Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0321100504.- С. 928-933.

5. Шокина, Ю.В. Разработка технологии обогащенной кулинарной рыбной продукции «Рыба запеченная с гарниром в соусах» на основе использования ската колючего / Ю.В. Шокина, М.Н. Порцель, Петров Б.Ф., Богданова О.Ю., Шамаилова Т.М. // Наука и образование – 2011 [Электронный ресурс] : междунауч. науч.-практ. конф., 4–13 апр. 2011 г. / Мурман. гос. техн. ун-т. – Электрон. текст. дан. (18 Мб). – Мурманск,

2011. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – 4 с. – Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0321100504.- С. 952-958.

6. Шокина, Ю.В. Разработка технологии функциональных рыбных кулинарных изделий на основе использования нетрадиционных объектов промысла Северного бассейна / Ю.В. Шокина, Н.Е. Обухова, О.Ю. Богданова., Б.Ф. Петров, С.П. Райбуллов, Т.М. Шамаилова, В.В. Щетинский // Освоение водных биологических ресурсов Арктики международное сотрудничество : материалы междунар. семинара, Норвегия, г. Тромсе, 15 – 17 сентября, 2010 г. / Барк «Седов», Тромсе, 2010. – С. 98-101.

7. Шокина, Ю.В. Технологии переработки объектов аквакультуры Кольского Заполярья / А. М. Ершов, Ю. В. Шокина, В. А. Гроховский, В. В. Беспалова, О. А. Кирилук, А. Ю. Обухов, Б. Ф. Петров // Мировые тенденции развития аквакультуры и современные методы переработки водных биоресурсов : материалы докладов междунар. науч.-практ. конференции, Москва, 26-29 октября 2010 г. / ВНИРО. – Москва, 2010. – С. 80–81.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУР ОБОГАЩЕННОЙ РЫБНОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ СКАТА ЗВЕЗДЧАТОГО (RAJA RADIATA) «ВТОРЫЕ РЫБНЫЕ ОБЕДЕННЫЕ БЛЮДА ОХЛАЖДЕННЫЕ И ЗАМОРОЖЕННЫЕ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**Шокина Ю.В., Щетинский В.В.** (г. Мурманск, МГТУ кафедра технологии пищевых производств)

**Аннотация** Determined experimentally weight loss, protein loss and fat loss at all stages of the thermal treatment in the technology of manufacture of fish culinary products from the thorny ray (Raja radiate). On the basis of these losses calculation method defined indicators of the biological value of a new food product. Asked to count the content of essential amino acids in the ready culinary products on the basis of out-famous amino acid composition of the components of the raw material set in proportion to the mass loss and protein loss at all stages of the thermal treatment. For the calculation of indicators of biological value of a new food product used software environment «MS Exel».

Определены экспериментально потери массы, белков и жиров на всех этапах тепловой обработки в технологии изготовления рыбной кулинарной продукции из ската звездчатого (Raja radiate). На основе этих потерь расчетным методом определены показатели биологической ценности новой кулинарной продукции. Предложено рассчитывать содержание незаменимых аминокислот в готовой кулинарной продукции исходя из известного аминокислотного состава компонентов сырьевого набора пропорционально потерям массы и белков на всех этапах тепловой обработки. Для расчета показателей биологической ценности новой кулинарной продукции использована программная среда «Microsoft Exel».

В современных условиях в Российской Федерации проблема разработки новых видов пищевой продукции имеет несколько ключевых аспектов. Первый по значимости для российских потребителей - это аспект повышения продовольственной безопасности, главной составляющей которой является качество питания как основа качества жизни человека. Традиционно оценку качества питания осуществляют по двум основным составляющим – количественной и качественной.

Количественная оценка качества питания подразумевает оценку достаточности количества пищи, содержащей основные компоненты – белки, жиры и углеводы, витамины, минеральные вещества, получаемой человеком для восстановления, воспроизводства и трудовой деятельности.

По официальным данным Федеральной службы государственной статистики РФ (Росстата) структура расходов на покупку продуктов питания по субъектам РФ на 2 квартал 2012 года [4], свидетельствует, что

не более 40 % в структуре расходов на питание населения приходится на покупку мяса, рыбы и продуктов их переработки, не более 10-20 % - на покупку овощей и фруктов, от 14 до 18 % - на покупку молока и молочных продуктов и от 13 до 17 % - на покупку хлеба и хлебобулочных изделий, от 4 до 7 % - россияне тратят на приобретения сахара и кондитерских изделий. При известном соотношении цен перечисленных продуктов, можно сделать вывод о преобладании в рационе россиян пищи (хлеб, сахар, кондитерские изделия), бедной витаминами, микро- и макроэлементами, необходимыми для полноценного на физиологическом уровне функционирования организма и воспроизводства, а также трудовой деятельности. На долю богатых белком, жирами, витаминами и минеральными веществами мясных, молочных, рыбных продуктов, свежих овощей и фруктов приходится менее половины совокупной продуктовой потребительской корзины россиян даже в регионах с благоприятным климатом.

В «Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2020 года», утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. N 559-р дана оценка среднедушевого потребления продуктов питания населением РФ в 2010 году, которая свидетельствует о дефиците потребления практически по всем основным группам продуктов, за исключением рыбы и рыбной продукции [3].

Таким образом, необходимо принятие срочных мер по улучшению ситуации с качеством питания населения Российской Федерации. Мерами, направленными на решение проблемы с качеством питания населения РФ стала разработка: Основ государственной экономической политики в сфере обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации и здорового питания населения страны утвержденных Распоряжением Правительства РФ № 1873-р от 25 октября 2010 года; Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ от 30 января 2010 года № 120; Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. N 559-р.

В качестве приоритетных в этих документах формулируется ряд задач развития производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами и продуктов функционального назначения.

Согласно ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» функциональным считается пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов. При этом под физиологически



функциональными пищевыми ингредиентами понимают вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, а также живые микроорганизмы, способные оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека, в количествах от 10 до 50 % от суточной физиологической потребности.

Исходя из выше перечисленного, следует рассматривать недоиспользуемый промысловый объект Северного бассейна - скат звездчатый (*Raja radiata*), который относится к хрящевым рыбам, как ценное пищевое сырье пригодное для питания человека и несущее в себе много пользы для организма человека. Как известно, основным препятствием для промышленной переработки ската на пищевые цели является высокое содержание мочевины (в количестве от 1,2 до 2 %) в мышечной ткани в силу особенности хрящевых рыб. Повышенное содержание карбамида придает мясу горьковатый привкус и является причиной появления аммиачного запаха при тепловой обработке или при хранении готовой продукции. Часть карбамида можно удалить путем отмочки мяса в воде или путем посола в растворах поваренной соли концентрацией выше 10 %. В готовом продукте допускается до 1,2 % карбамида. Эта концентрация является пороговой и ее превышение приводит к ухудшению вкуса и консистенции продукта. Таким образом, решение технологической задачи удаление мочевины из мышечной ткани ската является ключевой задачей разработки любой пищевой технологии, в том числе кулинарной продукции.

Ранее проведенными исследованиями было установлено, что эффективным способом удаления мочевины из мышечной ткани ската звездчатого, позволяющим сохранить ее функционально-технологические свойства является применение для удаления мочевины непродолжительного бланширования в горячей воде [5, 6, 8].

Следующим после первичной тепловой обработки (ПТО) этапом технологического процесса изготовления кулинарной продукции из ската звездчатого «Рыба запеченная с гарниром в соусах», на котором имеет место снижение биологической ценности является финальная тепловая обработка продукта (ФТО) - запекание. После соединения компонентов продукта запекание осуществляется горячим воздухом при интенсивной конвекции, температура запекания составляет от 200 до 220 °С в течение 20 минут. В процессе ФТО имеют место потери наиболее ценных компонентов продукта – белков и жиров, что отражается на его пищевой, энергетической ценности и биологической ценности белков продукта. Результаты экспериментального исследования изменений массы и химического состава полуфабриката на этапе финальной тепловой обработки приведены в таб. 1.

Таблица 1. Результаты экспериментов по обоснованию режимов ФТО (запекание) кулинарной продукции из ската звездчатого с целью оптимизации рецептуры и потерь при обработке

Продукт	ОА, %	НБА, %		АА, %		АЛО, мг%		БА, %		ИП, %		Потери белка при ФТО, % от исходного содержания (до ФТО)	Сохранность белка при ФТО, %	Потери жира при ФТО, % от исходного содержания (до ФТО)	Сохранность жира при ФТО, %
		до ФТО	после ФТО	до ФТО	после ФТО	до ФТО	после ФТО	до ФТО	после ФТО	до ФТО	после ФТО				
1	1,49	0,39	0,47	0,100	0,120	27,00	25,95	1,10	1,02	6,88	6,38	7,27	92,73	3,85	96,15
2	1,52	0,16	0,21	0,045	0,047	-	-	1,36	1,31	8,50	8,19	3,65	96,35	-	-
3	1,34	0,08	0,09	0,040	0,043	19,3	14,8	1,26	1,25	7,88	7,81	0,90	99,10	11,15	88,85

Продукт 1 – скат, запеченный с картофелем и грибами в сливочном соусе.  
Продукт 2 – треска с добавлением ската (в соотношении 1:1), запеченная с картофелем и грибами в сливочном соусе.  
Продукт 3 – треска, запеченная с картофелем и грибами в сливочном соусе.  
ОА- содержание общего азота в продукте, %;  
НБА – содержание небелкового азота в продукте, %;  
АА – содержание аминного азота в продукте, %;  
АЛО – азот летучих оснований продукта, мг%;  
БА – содержание белкового азота в продукте, найдено расчетным методом как разность общего и небелкового азота;  
ИП- истинный протеин продукта, найден расчетным методом как произведение БА×6,25, %.

Анализ приведенных данных позволяет сделать вывод о том, что потери белка для кулинарной продукции, изготовленной по разработанной рецептуре с добавлением мяса ската звездчатого и без него, отличаются существенно и колеблются от 0,9 % у продукции только из трески атлантической (продукт № 3) до 7,27 % у продукции из ската звездчатого (продукт № 1). Продукция, изготовленная из трески атлантической с добавлением мяса ската звездчатого, занимает промежуточное положение по потерям белка при запекании - в количестве 3,65 % (продукт № 2). При этом содержание белка (ИП) максимально в готовой кулинарной продукции из трески атлантической с добавлением мяса ската звездчатого, что свидетельствует о ее максимальной биологической ценности по сравнению с продукцией только из ската звездчатого (ИП составляет 6,38 %) и продукцией только из трески атлантической (ИП составляет 7,81 %).

Интересен анализ изменений соотношения разных форм азота в готовой продукции в зависимости от рецептуры. Так, эксперименты показали, что в процессе запекания активно протекает гидролиз белка в продукции из ската и трески, о чем свидетельствует рост показателя АА

после запекания на 17,8 и 7,5 % от исходного содержания (до ФТО) соответственно. Гидролиз белка в продукции из трески протекает менее активно, о чем свидетельствует рост показателя АА после запекания всего на 4,25 % от исходного содержания (до ФТО). Косвенно этот вывод подтверждается экспериментальными данными по определению НБА в продукте до и после запекания. Так, рост содержания НБА относительно его исходного содержания (до ФТО), составляет максимально 31,25 % в продукции из трески с добавлением мяса ската, в продукции из ската этот показатель растет на 20,5 %. Минимальный рост НБА наблюдается в продукции из трески 12,5 %.

Таким образом, проведенными исследованиями установлены потери массы, белков и жиров на всех этапах тепловой обработки полуфабриката и продукции, а также сохранность этих ключевых компонентов, определяющих их пищевую и энергетическую ценность.

Целью дальнейшей оптимизации рецептур кулинарной продукции на основе использования ската колючего являлось моделирование рецептурных составов с учетом особенностей технологического процесса, обеспечивающее достижение максимальной биологической ценности готовой продукции.

Биологическую ценность белка готовой продукции оценивали по показателям: коэффициент утилитарности аминокислотного состава белка, доли единицы (д.е.); показатель избыточности содержания незаменимых аминокислот, г/100 г белка; коэффициент сопоставимой избыточности белка, г/100 г белка; биологическая ценность белка (БЦ), %; коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС), % [1, 9]. Последние 5 показателей в представленном перечне определяются при условии известного аминокислотного состава готовой продукции. Очевидно, что многократное экспериментальное определение аминокислотного состава продукции для множества вариантов рецептур с целью их оптимизации по критерию достижения максимальной биологической ценности представляет очевидные трудности, справиться с которыми позволяют современные средства автоматизированного проектирования многокомпонентных многофазных продуктов питания.

Оптимальное решение задачи оптимизации рецептур по четко обозначенным критериям может быть достигнуто с помощью ее формализованного математического описания – математической модели, отражающей в аналитическом виде множество функциональных связей между технологическими, экономическими и другими параметрами сырьевых компонентов, требуемыми характеристиками готовой продукции (целевая функция) и рядом ограничений, вытекающих их нормативной и технической документации [2].

Предложено решение задачи оптимизации рецептур кулинарной продукции по критерию достижения ее максимальной биологической

ценности на основе известных данных об общем химическом и аминокислотном составе рецептурных компонентов, включая ската звездчатого, с использованием программы для работы с электронными таблицами в программной среде MS Excel. Результаты расчета представлены в таб. 2.

Таблица 2. Показатели биологической ценности кулинарной продукции «Вторые рыбные обеденные блюда»

Продукция	Показатели биологической ценности белка готового продукта									
	Коэффициент утилитарности аминокислотного состава белка U, д. е.		Показатель избыточности содержания незаменимых аминокислот, г/100 г белка		Коэффициент сопоставимой избыточности белка, г/100 г белка		Биологическая ценность белка, %		КРАС, %	
	расчет по усредненным показателям потерь (нормативам)	расчет по экспериментально установленным потерям	расчет по усредненным показателям потерь (нормативам)	расчет по экспериментально установленным потерям	расчет по усредненным показателям потерь (нормативам)	расчет по экспериментально установленным потерям	расчет по усредненным показателям потерь (нормативам)	расчет по экспериментально установленным потерям	расчет по усредненным показателям потерь (нормативам)	расчет по экспериментально установленным потерям
Скат, запеченный с картофелем и грибами в сливочном соусе	0,81	<b>0,72</b>	10,12	<b>4,56</b>	8,65	<b>3,76</b>	78,00	<b>89,24</b>	22,00	<b>10,76</b>
Треска, запеченная с картофелем и грибами в сливочном соусе	0,86	<b>0,73</b>	8,73	<b>7,35</b>	7,04	<b>6,66</b>	84,75	<b>98,67</b>	15,25	<b>1,33</b>
Треска, запеченная с картофелем и грибами с добавлением мяса ската в сливочном соусе	0,85	<b>0,73</b>	7,57	<b>5,94</b>	6,06	<b>5,12</b>	85,62	<b>96,13</b>	14,38	<b>3,87</b>

Разработанная методика предполагает использование для расчета содержания в продукте незаменимых аминокислот экспериментально установленных потерь массы и белков на всех этапах тепловой технологической обработки, что значительно повышает точность расчета. Для определения погрешности предложенной методики изготовлены контрольные образцы продукции, которые переданы для экспериментального определения аминокислотного состава методом

жидкостной хроматографии в лабораторию биохимии гидробионтов ФГУП «ПИНРО» г. Мурманск.

### Литература

1. Зубарева, Е.Н. Оценка качества рубленых полуфабрикатов с пшеничным зародышем / Е.Н. Зубарева, И.С. Патракова // Инновационные технологии переработки продовольственного сырья : материалы докладов на междунауч. науч.-техн. конференции, Владивосток, 16-18 ноября 2011 г. / Дальрыбвтуз, 2011. – С. 106-106.

2. Муратова, Е.Н. Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания : учебное пособие / Е.И. Муратова, С.Г. Толстых, С.И. Дворецкий, О.В. Зюзина, Д.В. Лдеонов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 80 с.

3. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. N 559-р) / <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70067828/>

4. Уровень жизни: потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2012 году / [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/level/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/level/#)

5. Шамаилова, Т.М. Разработка технологии обогащенной кулинарной рыбной продукции «Рыба, запеченная с гарниром в соусах» на основе использования мяса ската колючего / Т.М. Шамаилова, Ю.В. Шокина, Б.Ф. Петров, З.М. Шамаилова // Состояние и перспективы развития рыбной промышленности Северного бассейна : материалы докладов науч.-практ. конференции, Мурманск, 17-18 ноября 2011 г. / МГТУ. – Мурманск, 2011. – С. 119–123.

6. Шокина, Ю.В. Разработка технологии обогащенной кулинарной рыбной продукции Ю.В. Шокина, Петров Б.Ф., Богданова О.Ю., Обухова Н.Е., М.Н. Порцель «Рыба заливная, в желе, рыбные зельцы» на основе использования ската колючего // Наука и образование – 2011 [Электронный ресурс] : междунар. науч.-практ. конф., 4–13 апр. 2011 г. / Мурман. гос. техн. ун-т. – Электрон. текст. дан. (18 Мб). – Мурманск, 2011. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – 4 с. – Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0321100504.- С. 928-933.

7. Шокина, Ю.В. Разработка технологии обогащенной кулинарной рыбной продукции «Рыба запеченная с гарниром в соусах» на основе использования ската колючего / Ю.В. Шокина, М.Н. Порцель, Петров Б.Ф., Богданова О.Ю., Шамаилова Т.М. // Наука и образование – 2011 [Электронный ресурс] : междунар. науч.-практ. конф., 4–13 апр. 2011 г. / Мурман. гос. техн. ун-т. – Электрон. текст. дан. (18 Мб). – Мурманск, 2011. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – 4 с. – Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0321100504.- С. 952-958.

8. Шокина, Ю.В. Разработка технологии функциональных рыбных кулинарных изделий на основе использования нетрадиционных объектов промысла Северного бассейна / Ю.В. Шокина, Н.Е. Обухова, О.Ю. Богданова., Б.Ф. Петров, С.П. Райбуллов, Т.М. Шамаилова, В.В. Щетинский // Освоение водных биологических ресурсов Арктики имеждународное сотрудничество : материалы междунар. семинара, Норвегия, г. Тромсе, 15 – 17 сентября, 2010 г. / Барк «Седов», Тромсе, 2010. – С. 98-101.

9. Шокина, Ю.В. Сравнительный анализ потребительских свойств новой рыбной кулинарной продукции с использованием мяса ската колючего / В.В. Щетинский, Н.Е. Обухова // Наука и образование – 2012 [Электронный ресурс] : материалы междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 2-6 апр. 2012 г. / Мурман. гос. тех. ун-т. - Электрон. текст. дан. (18 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2012. – 1 опт. компакт-диск (CD-ROM).– Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0321201101. –С. 661-669.

**ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ ИЗ ТРЕСКОВОЙ ПЕЧЕНИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

**Гроховский В. А.**<sup>1</sup>, **Куранова Л. К.**<sup>1</sup>, **Греков И. Е.**<sup>2</sup> (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологий пищевых производств<sup>1</sup>; г. Мурманск, ЗАО «Стрелец»<sup>2</sup>)

The developments on checking the actual mortality of the current sterilization regime of the natural canned cod liver have been carried. The data of previous experiments are summarized. The analysis of the experimental results shows the necessity of further researches on the scientific substantiation and approval the reliable sterilization regime of canned cod liver.

Консервы из печени трески по праву являются одним из брендов Северного бассейна. На протяжении нескольких десятков лет спрос на них постоянно растёт, несмотря на то, что продукцию производят как в море, так и на береговых предприятиях.

Традиционно консервы «Печень трески натуральная» выпускаются в металлической банке 3, изготавливаются по технологической инструкции, включённой в «Сборник технологических инструкций по производству консервов и пресервов из рыбы и нерыбных объектов», утверждённой 20.03.2012 г., (стерилизация в паровой среде, охлаждение водой с противодавлением) в вертикальных автоклавах типа АВ по щадящим режимам (температура 112 °С, длительность стерилизации 45 мин), причём в инструкции не указан фактический стерилизующий эффект [1].

На кафедре технологии пищевых производств проведены работы по проверке фактической летальности действующего режима стерилизации консервов «Печень трески натуральная», а также обобщены данные ранее проведённых специалистами Северного бассейна (Т.П. Макавеевой, Т.Л. Грибановой, А.Н. Белоусовой – сотрудниками отдела консервирования ПТО «Севрыбтехпром») аналогичных исследований.

Результаты, представленные в таблице 1, показали, что фактический стерилизующий эффект варьировал в пределах от 0,1 до 1,4 усл. минут (банка 3), что теоретически не может гарантировать стерильность консервов.

Тем не менее, на протяжении обозримого периода, не было зафиксировано ни одного случая нарушения стерильности консервов «Печень трески натуральная», даже при их хранении в течение 5-ти лет (что подтверждено официально-зафиксированными результатами исследований по хранению консервов, проведёнными в НПО «Севрыбтехцентр» в период с 1997 по 2002 г.).

В современных условиях производства совершенствуются как аппаратное оформление технологического процесса изготовления консервов (модернизируется автоклавный парк), применяются разнообразные методы стерилизации, а также меняется используемая консервная тара (легко-вскрываемые, фигурные и конусные банки из

различных материалов).

Таблица 1 – Результаты определения фактической летальности ( $F_{\phi}$ ) консервов из печени

Вид консервов	Формула стерилизации	F	Примечания
<b>действующих</b>			
«Печень трески натуральная», б.3	$\frac{5-15-45-20}{112}$	1,38	Данные ПТО «Севтехрыбпром», Мурманск-отчёт о НИР, 1981 г., № Гос. рег. 80015877
«Печень трески натуральная», б.2	$\frac{5-15-35-20}{112}$	2,47	Данные ПТО «Севтехрыбпром», Мурманск-отчёт о НИР, 1981 г., № Гос. рег. 80015877
«Печень трески натуральная», б.3	$\frac{5-15-45-20}{112}$	0,4	Данные МГТУ, 2004 г.
«Печень трески натуральная», б.3	$\frac{5-15-45-20}{112}$	0,36	Данные МГТУ, 2004 г.
«Печень трески натуральная» (из мороженого сырья) , б.3	$\frac{5-15-45-20}{112}$	0,41 0,38	Данные МГТУ, 13.05.2005 г.
«Печень трески бланшированная» , б.3	$\frac{5-15-40-20}{112}$	0,4 0,45	Данные МГТУ, 25.02.2004
«Печень трески натуральная» (из мороженого сырья) , б.3	$\frac{5-15-45-20}{112}$	0,8 0,6 1,1	Данные МГТУ, 13.02.2013 г.
<b>разрабатываемых</b>			
«Печень трески натуральная» , б.3	$\frac{5-15-60-20}{115}$	4,4	1 Данные МГТУ, 8.03.2004
«Печень трески бланшированная» , б.3	$\frac{5-15-60-20}{115}$	5,4	Данные МГТУ, 18.03.2004
«Печень трески бланшированная»	$\frac{5-15-45-20}{120}$	3,8	Данные МГТУ, 18.03.2004
«Печень трески натуральная» (из мороженого сырья) , б.3	$\frac{5-15-55-20}{120}$	10,4 11,41	Данные МГТУ, 08.05.2005 г.
«Печень трески натуральная» , б.2	$\frac{5-15-55-20}{112}$	4,9	Данные Севтехрыбпром-1981 г.
Печень трески натуральная» , б.2	$\frac{5-15-25-20}{120}$	4,8	Данные Севтехрыбпром-1981 г.
Печень трески натуральная» , б.3	$\frac{5-15-45-20}{120}$	6,4	Данные Севтехрыбпром-1981 г.

В соответствии с инструкцией по разработке режимов стерилизации...[2] и руководящих документов [3] при совершенствовании технологии консервирования, оборудования, использования новых видов



и материалов консервной тары требуется разработка новых или уточнение действующих режимов стерилизации консервов.

В качестве определяющего показателя при оптимизации используется величина фактической летальности (фактический эффект стерилизации,  $F_f$ ), которая должна быть выше нормативной летальности (нормативный эффект стерилизации,  $F_n$ ). В «Инструкции по разработке режимов стерилизации...» [2] не приведены ориентировочные значения нормативной летальности для консервов из печени трески, поэтому она определяется расчётным путём по формуле:

$$F_n = D_t * \left( \lg \frac{c \cdot V}{S} + x \right) \text{ усл мин,}$$

где:  $D_t$  – время нагрева в мин, необходимое для уменьшения количества микроорганизмов в 10 раз;

$c$  – начальное количество спорных мезофильных микроорганизмов в 1 г продукта до стерилизации;

$V$  – масса продукта в банке, г;

$S$  – допустимый процент бактериологического брака (не должен превышать  $10^{-4}$ );

$x$  – поправка на отклонение отмирания тест-микроорганизмов от экспоненциального порядка (для тест-культуры *Cl.sporogenes* = 2).

Для расчёта нормативной летальности консервов из печени трески специалистами ОАО Гипрорыбфлот рекомендовано ориентироваться на величину  $D_t = 0,65$ . Начальное количество спорных мезофильных микроорганизмов в 1 г продукта до стерилизации колеблется от 0,1 до 1 споры/г. Таким образом, минимальное расчётное значение нормативной летальности этого вида консервов – не менее 4,7 усл. мин, причём на этот норматив можно ориентироваться только в случае выпуска консервов из печени-сырца (в морских условиях). С учётом того, что фактический эффект должен превышать нормативный как минимум на 10-15 %, утверждаются вновь разрабатываемые режимы стерилизации печёночных консервов с фактической летальностью не ниже 5,2 усл. минут.

В таблице 2 приведены вновь разработанные режимы стерилизации консервов из тресковой печени.

Как видно из приведённых данных, вновь разработанные режимы стерилизации более жёсткие, значение летальности в несколько раз превышает таковое у консервов, стерилизованных по режимам, ранее утверждённым (без данных по фактически достигаемой летальности).

В свете изложенного закономерно встаёт вопрос о целесообразности ужесточения режимов стерилизации консервов из тресковой печени. Как известно, увеличение длительности термообработки, так же как и повышение температуры, приводит к потерям не только

органолептических свойств продукта (структура печени становится жестковатой, ухудшается её цветовая характеристика,

Таблица 2. – Вновь разработанные режимы стерилизации консервов из печени трески

Наименование консервов	Тип автоклава	Обозначение банки	Продолжительность, мин	Температура, °С	Давление при охл., МПа	F, усл. мин при Z=10°C
<b>Паштеты</b>						
Печень трески по-мурмански, разработаны МГТУ	ascamat-230	38	5-15-50-20	115	0,14	6,2
<b>Печень натуральная</b>						
Печень трески натуральная, разработаны МГТУ	ascamat-230	импрес	5-15-55-20	115	0,14	7,7
«Печень трески натуральная», разработаны ПТО «Севтехрыбпром» 1981 г. (предложены к утверждению на основании лабораторной проверки)	H2 ИТА 602, АВ	3	5-15-85-20	112	0,16	6,0
Печень трески натуральная, разработаны ПТО «Севтехрыбпром» 1981 г. (предложены к утверждению на основании лабораторной проверки)	H2 ИТА 602, АВ	2	5-15-55-20	112	0,16	4,9

увеличивается количество выделившегося жира), но за счёт распада витаминов, аминокислот, эссенциальных жирных кислот теряются биохимические свойства продукта, которые определяют его популярность у потребителя.

#### Вывод

1. Анализ результатов экспериментов свидетельствует о необходимости проведения дальнейших исследований по научному обоснованию и утверждению надёжных режимов стерилизации консервов из тресковой печени при участии предприятий-изготовителей данной продукции.

#### Литература

1. Сборник технологических инструкций по производству консервов и пресервов из рыбы и нерыбных объектов. Т. 2. – СПб.: Судостроение, 2012. -320 с.
2. Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов.- СПб: Гипробыбфлот, 1996, 42 с.
3. РД 10.03.02-88 "Система технологической документации. Порядок разработки режимов стерилизации и пастеризации консервов и консервируемых полуфабрикатов".

**ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУР ХРАНЕНИЯ НА КАЧЕСТВО МОРОЖЕНОЙ СЕЛЬДИ ТИХООКЕАНСКОЙ**

Давлетшина Т. А., Солодова Е. А. (г. Владивосток, ФГУП «ТИНРО – Центр», лаборатория микробиологии)

It was studied indexes of quality and safety of frozen *Clupea barengus pallasi* pacific in dynamics of keeping by temperature minus 18<sup>0</sup>C and minus 30<sup>0</sup>C. It was established, that *Clupea pallasi* pacific with different lipids contain is satisfied to the requirements of sanitary regulations 2.3.2.1078-01. The frozen storage of *clupea pallasi* increased period of storage fish in two times at temperature minus 30<sup>0</sup>C.

В последние десятилетия возрос уровень потребления гидробионтов в нашей стране, что обусловлено, в первую очередь, их пищевой и биологической ценностью. Белки рыб усваиваются организмом человека на 20-25 % больше, чем мясо наземных животных. При этом гидробионты относятся к наиболее скоропортящимся продуктам, и любые изменения их в процессе хранения сразу отражаются на нативных свойствах и, особенно, на уровне безопасности. Удельный вес сырья и продуктов из гидробионтов, не соответствующих действующим санитарно-гигиеническим показателям, является одним из самых высоких в стране среди пищевых изделий и в 1,7-2,0 раза превышает показатели безопасности мяса и мясопродуктов, в 2,0-2,5 раза – птицы [1,2]. Современные рыбоперерабатывающие предприятия оснащены морозильными камерами с температурой хранения от минус 24 до минус 30<sup>0</sup>C, что позволяет увеличить сроки хранения и годности мороженой продукции из морских гидробионтов с целью рационального использования.

В связи с этим данная работа посвящена изучению влияния разных температур холодильного хранения на показатели безопасности и качества сельди тихоокеанской с разным содержанием жира на соответствие требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 и разработка рекомендаций по её рациональному использованию.

Объектом исследований была сельдь тихоокеанская (*Clupea barengus pallasi*) с разным содержанием жира (19,0 % и 7,6 %).

При анализе показателей безопасности и качества сельди тихоокеанской ориентировались на требования регламента Таможенного союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции», Регламент ЕС 2074/205.

Согласно нормативных документов [3] сельдь тихоокеанскую подразделяют на жирную (более 12 %) и не жирную (менее 12 %).

Анализ результатов исследования показал, что мышечная ткань сельди тихоокеанской разной жирности по показателям безопасности и микробиологическим показателям соответствует требованиям СанПиН

2.3.2.1078-01. Содержание токсичных элементов в мышечной ткани сельди не превышает предельно допустимых концентраций. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в мышечной ткани сельди т/о жирной составило 82,0, у нежирной – 91,0 КОЕ/г, что значительно ниже предельно допустимых концентраций ( $1,0 \times 10^5$ ) по СанПиН 2.3.2.1078. Бактерии группы кишечных палочек, плазмокоагулирующий стафилококк, параземолитический вибрион, сальмонеллы и листерии в мышечной ткани отсутствовали.

Анализ химического состава показал, что содержание белка у жирной сельди тихоокеанской колебалось от 16,4 до 17,1 % и жира – от 17,8 до 19,0 %, у нежирной белка – от 15,1 до 18,6 % и жира – от 4,9 до 10,2 % соответственно.

Результаты исследований по изучению влияния различных температур хранения (минус 18 °С и минус 30 °С) на изменение показателей качества образцов сельди тихоокеанской с разным содержанием жира приведены на Рис. 1-3. Анализ полученных данных показал, что динамика накопления перекисных и кислотных чисел в жирной и нежирной сельди была подобной, но значения этих показателей при температуре хранения рыбы при минус 30°С были гораздо ниже, чем при минус 18 °С.

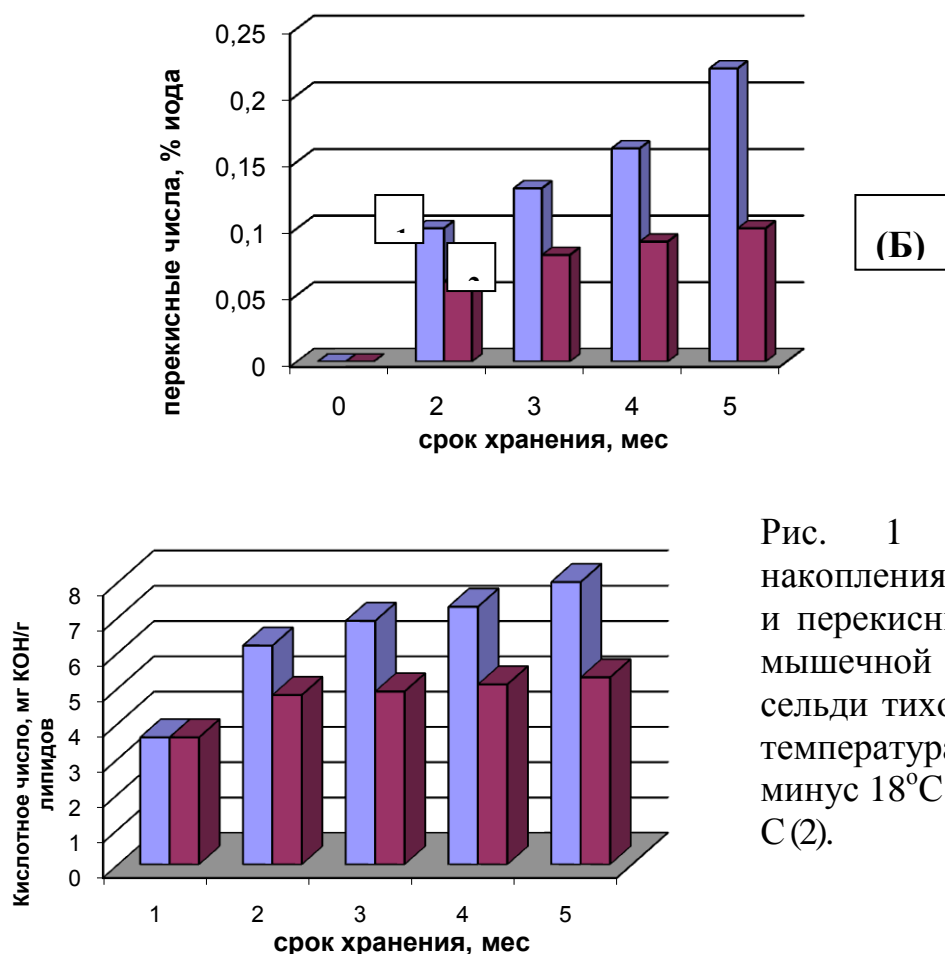


Рис. 1 - Динамика накопления кислотных (А) и перекисных (Б) чисел в мышечной ткани жирной сельди тихоокеанской при температурах хранения минус 18°С (1) и минус 30°С (2).

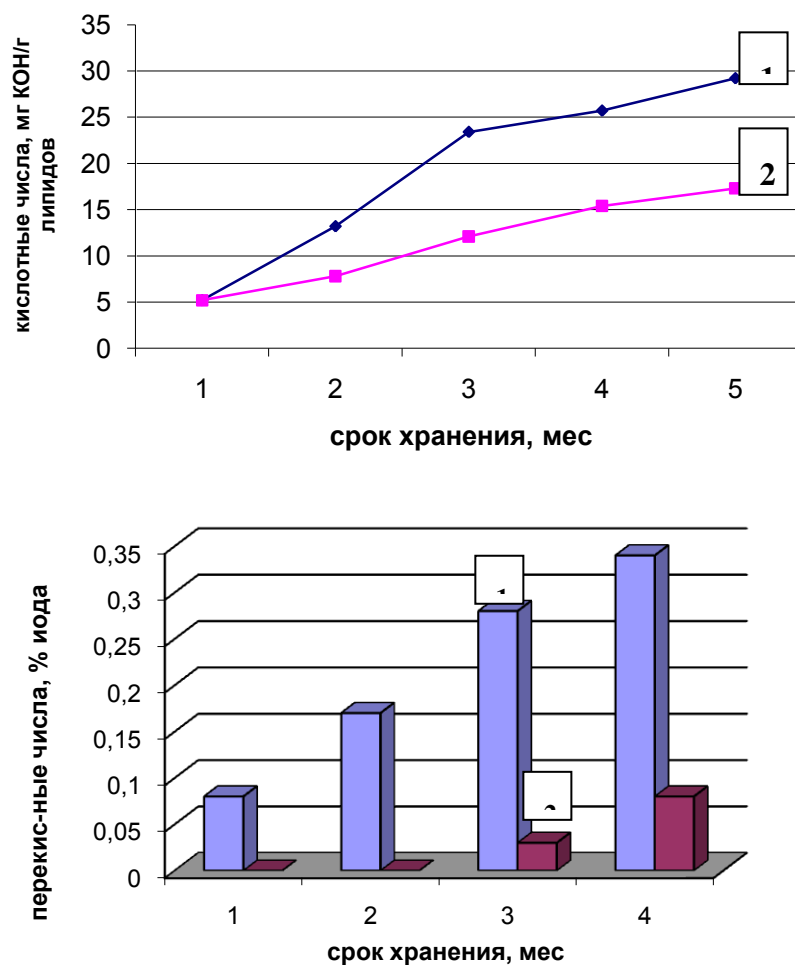


Рис. 2 - Динамика накопления кислотных и перекисных чисел в мышечной ткани нежирной сельди тихоокеанской при температурах хранения минус 18 °С (1) и минус 30 °С (2)

Содержание азота летучих оснований при более низкой температуре хранения было в 2 раза ниже и составил к пяти месяцам хранения у жирной сельди – 15 мг %, у нежирной – 20 мг %, а при минус 18 °С у жирной рыбы – 21,5 мг %, у нежирной – 35 мг %. Более низкая температура (минус 30 °С) сохраняет качество сельди т/о на уровне первого сорта до 4-5 мес хранения.

Энергетическая ценность жирной сельди тихоокеанской составляет 223,9-250,6 ккал, а нежирной - 118,5 -139,2 ккал.

Показатели относительной биологической ценности (ОБЦ) мышечной ткани сельди тихоокеанской (Рис.3) также были выше на протяжении 4 мес хранения при температуре минус 30° С, чем при минус 18° С, и изменялись в жирной сельди от 86,3 до 75,4 %, в нежирной - от 95,1 до 82,4 %.

Проблемой рыбохозяйственной отрасли является использование сельди-сырца при производстве из неё консервированной продукции длительного срока хранения, для которой отмечается значительное сползание кожного покрова, разрушение мышечной ткани рыбы по миосептам до полной потери её структуры. Были проведены исследования по

изготовлению натуральных консервов из сельди-сырца и мороженой. Согласно органолептической оценке высшие баллы получила продукция, изготовленная из мороженой сельди.

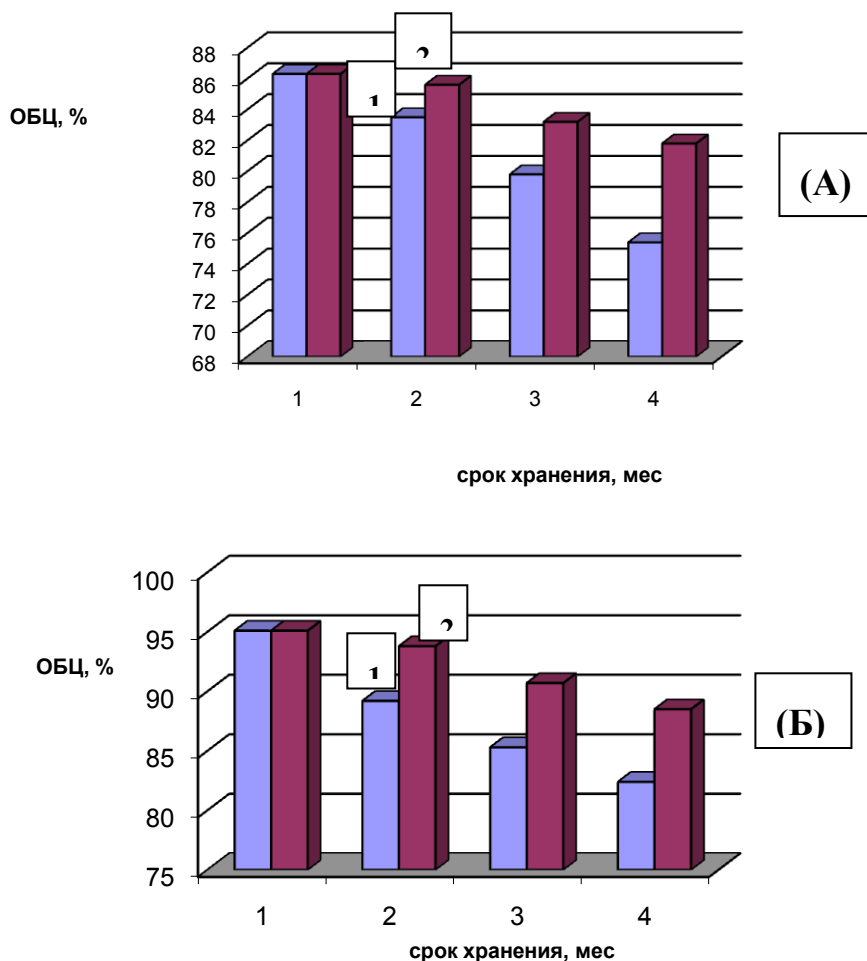


Рис. 3 - Динамика изменения показателя относительной биологической ценности мышечной ткани жирной (А) и нежирной (Б) сельди, при температурах хранения минус 18<sup>0</sup>С (1) и минус 30<sup>0</sup>С (2)

Для консервов, изготовленных из сырца, отмечено сползание кожицы, разваливание кусочков рыбы по миосептам. Процесс замораживания способствует потере влаги за счет вымораживания воды, денатурации белков, а это приводит к уплотнению мышечных волокон и улучшению внешнего вида и консистенции в консервах. Поэтому, для получения консервированной продукции с высокими органолептическими показателями необходимо использовать мороженую сельдь тихоокеанскую сроком хранения не менее 14 суток.

### Литература

1. [Ким И.Н. Пищевая безопасность морепродуктов: учеб. пособие / И.Н. Ким, В.В. Кращенко, А.А. Кушнирук // Владивосток: Издательство Дальрыбвтуз, 2010. – 452 с.

2. Ким И.Н. Биогенные амины в продуктах из гидробионтов / И.Н. Ким //ВИНИТИ. Серия «Экологическая экспертиза», 2009. - № 6.- С. 3-29.
3. ОСТ 15-403-97. Сельдь мороженая. Технические условия.